

# Određivanje karakteristika tokova zračnog prometa u hrvatskom zračnom prostoru

---

**Brkić, Vedrana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:119:222857>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Vedrana Brkić**

**ODREĐIVANJE KARAKTERISTIKA TOKOVA ZRAČNOG PROMETA U  
HRVATSKOM ZRAČNOM PROSTORU**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2017.**

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**  
Predmet: **Upravljanje protokom zračnog prometa**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 4298

Pristupnik: **Vedrana Brkić (0135238185)**  
Studij: **Aeronautika**  
Smjer: **Kontrola leta**

Zadatak: **Određivanje karakteristika tokova zračnog prometa u hrvatskom zračnom prostoru**

### Opis zadatka:

Uvodno navesti temu završnog rada. Objasniti sustav upravljanja zračnim prostorom. Navesti karakteristike hrvatskog zračnog prostora. Primjeniti program NEST u određivanju karakteristika tokova prometa. Analizirati opterećenja sektora, točaka, ruta te mjera regulacije prometa i vrijednosti kašnjenja. Usporediti rezultata analize za ljetni i zimski period te usporediti s rezultatima sličnih analiza iz 2009., 2011., i 2015. godine. Dati zaključna razmatranja.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

doc. dr. sc. Biljana Juričić

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

**ZAVRŠNI RAD**

**Određivanje karakteristika tokova zračnog prometa u hrvatskom zračnom  
prostoru**

**Determining Air Traffic Flow Characteristics within Croatian Airspace**

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Student: Vedrana Brkić, 0135238185

Zagreb, 2017.

## Sažetak

Statistička analiza daje cjelokupnu sliku sustava zračnog prometa unutar promatranog zračnog prostora. Pod cjelokupnom slikom podrazumijeva se prometna situacija, promjena gibanja tokova prometa, kašnjenja, opterećenja pojedinih ruta i sektora. Pomoću analiza mogu se uvidjeti potencijalni problemi i anomalije sustava te istražiti rješenja za određene probleme. Zadatak ovog rada je prikazati podatke dobivene detaljnom analizom, usporedba rezultata ovisno o godišnjem dobu, te usporedba sa rezultatima iz prijašnjih analiza. Svrha usporedbe rezultata analiza je praćenje razvoja zračnog prometa i promjena u odvijanju zračnog prometa tijekom određenog perioda. Rad će sadržavati osam glavnih područja analize: najučestaliji parovi zračnih luka čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor, najučestalije polazne zračne luke, najučestalije odredišne zračne luke, najopterećenije točke u promatranom prostoru, najopterećenije segmente ruta u promatranom prostoru, najučestalije tipove zrakoplova, najučestalije zračne prijevoznike koji prolaze kroz promatrani zračni prostor te analizu dana pomoću strateškog pogleda na dan. Rezultati analize biti će prikazani tablično, grafički te popraćeni objašnjenjem.

Ključne riječi: statistička analiza; hrvatski zračni prostor; broj operacija; tok prometa

## Summary

Statistical analysis gives overall picture of air traffic system in the observed airspace. Under overall picture are assumed traffic situation, changes in traffic movement, delays, overloads of particular routes and sectors. With analyzes it can be seen potential problems and system anomalies and solutions to certain problems can be explored. The task of this paper is to present data obtained through detailed analyzes, comparing the results depending on the season and comparing with the results from the earlier analyzes. The purpose of comparing the results of the analysis is to monitor development of air traffic and to monitor the change in the performance of air traffic over a given period. Paper includes eight main areas of analysis: the most common city pair whose flights are crossing the observed area, the most common departing airports, the most common destination airports, the most prominent navigational point in the observed area, the busiest segments of routes in the observed area, the most common type of aircraft, most often air traffic company and analyze of day with a strategic view. Results obtained from the analysis will be presented in tables, graphically and further accompanied by an explanation.

Key words: statistical analysis; Croatian air space; number of operations; ; traffic flow

## Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	SUSTAV UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM.....	2
2.1.	Upravljanje protokom zračnog prometa .....	3
2.1.1.	Strateška faza .....	4
2.1.2.	Pre-taktička faza.....	4
2.1.3.	Taktička faza.....	4
2.1.4.	Postoperativna faza .....	4
2.2.	Upravljanje zračnim prostorom .....	5
2.3.	Operativne usluge u zračnom prometu.....	6
3.	KARAKTERISTIKE HRVATSKOG ZRAČNOG PROSTORA.....	7
3.1.	Vertikalna podjela FIR Zagreb .....	8
3.2.	Konfiguracije sektora zračnog prostora FIR Zagreb .....	9
3.3.	Prostor slobodnih ruta .....	11
4.	PRIMJENA PROGRAMA NEST U ODREĐIVANJU KARAKTERISTIKA TOKOVA PROMETA.....	12
5.	ANALIZA OPTEREĆENJA SEKTORA, TOČAKA, RUTA TE MJERA REGULACIJE PROMETA I VRIJEDNOSTI KAŠNENJA .....	14
5.1.	Analiza prometa unutar promatranog područja za prvi vikend u srpnju 2015. godine .....	15
5.1.1.	Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta .....	16
5.1.2.	Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju polazaka .....	17
5.1.3.	Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju dolazaka .....	19
5.1.4.	Najopterećenije točke unutar promatranog zračnog prostora .....	21
5.1.5.	Najprometniji segmenti ruta unutar promatranog zračnog prostora .....	23
5.1.6.	Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora .....	25
5.1.7.	Zračni prijevoznici s najvećim brojem letova.....	26
5.1.8.	Prikaznik podataka (ACC Viewer) o nadležnosti oblasne kontrole .....	28
5.2.	Analiza prometa unutar promatranog područja za prvi vikend u prosincu 2015. godine ...	30
5.2.1.	Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta .....	31
5.2.2.	Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju polazaka .....	32
5.2.3.	Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju dolazaka .....	34
5.2.4.	Najopterećenije točke unutar promatranog zračnog prostora .....	35
5.2.5.	Najopterećeniji segmenti ruta unutar promatranog zračnog prostora.....	36
5.2.6.	Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora .....	37

5.2.7.	Zračni prijevoznici s najvećim brojem letova.....	38
5.2.8.	Prikaznik podataka (ACC Viewer) o nadležnosti oblasne kontrole .....	40
6.	USPOREDBA REZULTATA ANALIZE ZA LJETNI I ZIMSKI PERIOD 2015. GODINE TE USPOREDBA SA REZULTATIMA ANALIZA IZ 2009. i 2011. GODINE.....	42
6.1.	Usporedba rezultata analize ljetnog perioda s rezultatima analize zimskog perioda iz 2015. godine	43
6.1.1.	Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta .....	44
6.1.2.	Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju polazaka .....	45
6.1.3.	Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju dolazaka .....	46
6.1.4.	Najopterećenije točke unutar promatranog zračnog prostora .....	47
6.1.5.	Najprometniji segmenti ruta unutar promatranog zračnog prostora .....	48
6.1.6.	Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora .....	49
6.1.7.	Zračni prijevoznici s najvećim brojem letova.....	50
6.1.8.	Prikaznik podataka (ACC Viewer) o nadležnosti oblasne kontrole .....	51
6.2.	Usporedba rezultata analiza iz 2009., 2011. i 2015. godine .....	52
6.2.1.	Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta .....	53
6.2.2.	Najprometniji dijelovi ruta unutar promatranog zračnog prostora.....	55
6.2.3.	Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora .....	56
7.	ZAKLJUČAK .....	57
	LITERATURA .....	59
	Popis slika.....	60
	Popis tablica .....	61
	Popis grafikona.....	63

# 1. UVOD

Istraživanja su pokazala da potražnja za zračnim prometom raste iz godine u godinu. Da bi sustav zračnog prometa funkcionirao tako da osigurava sigurno, efikasno i za okoliš prihvatljivo odvijanje zračnog prometa, vrše se istraživanja, prate se novi trendovi i promjene tokova zračnog prometa. Takva istraživanja se rade programom NEST.

Svrha ovog završnog rada je prikazati jednu takvu analizu zračnog prometa koja je napravljena za zračni prostor pod nadležnošću Hrvatske kontrole zračne plovidbe. Za analizu zračnog prometa korišten je program NEST, analitički sustav koji će biti opisan tijekom rada.

U prvom dijelu rada opisan je sustav upravljanja zračnim prometom, od kojih funkcija se sastoji i koji su mu glavni zadaci. Zatim su opisane karakteristike hrvatskog zračnog prostora, granice i područje nadležnosti Hrvatske kontrole zračne plovidbe koje se koristi za izradbu analize u ovom radu. U petom poglavlju slijedi analiza zračnog prometa na području hrvatskog zračnog prostora za vrijeme odabranog karakterističnog vikenda u mjesecu srpnju i prosincu. Cilj ove analize je ukazati na opterećenje pojedinih dijelova ruta; sektora ovisno o promatranom periodu godine, što će biti uspoređeno u idućem poglavlju. Također u tom poglavlju je prikazana usporedba rezultata analize iz 2015. godine s rezultatima analiza izvršenim za prethodne godine.

Detaljnou analizom zračnog prometa moguće je pronaći određene probleme koji se ponavljaju te tako istražiti rješenja za te iste probleme i time poboljšati funkcionalnost sustava zračnog prometa. Mogući rezultat analize je također uvid u opterećenje i kašnjenja koja se neprekidno ponavljaju te stvaranje nove podjele sektora, odnosno konfiguracija koje će smanjiti opterećenost u pojedinim dijelovima zračnog prostora. Također usporedbom rezultata sa rezultatima analiza iz prijašnjih godina moguće je vidjeti kako se tok prometa s godinama mijenjao te tako predvidjeti odvijanje zračnog prometa za nadolazeće godine. Predviđanjem toka prometa mogu se mitigirati kašnjenja, konflikti i opterećenost zračnog prostora i kontrolora.



## 2. SUSTAV UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM

Letenje je najbrža i jedna od najsigurnijih metoda prijevoza, vrlo kompleksna ali efikasna i učinkovita. Postoje složeni procesi i kontrolni sustavi koji zajedničkim i skladnim funkcioniranjem omogućuju letenje kao takvo, a zajednički naziv im je sustav upravljanja tračnim prometom (*Air traffic management - ATM*).

Upravljanje zračnim prometom se odnosi na postupke, tehnologiju i ljudske resurse koji osiguravaju da su zrakoplovi sigurno vođeni na tlu i u zraku te da se zračni prostor uspijeva prilagoditi promjenjivim potrebama zračnog prometa tijekom vremena. Sustav upravljanja zračnim prometom je skup funkcija u zrakoplovu i na zemlji, potrebnih radi osiguranja sigurnog i učinkovitog kretanja zrakoplova tijekom svih faza operacija zrakoplova.

Funkcije ATM-a su :

- upravljanje protokom zračnog prometa (*Air traffic flow and capacity management - ATFCM*)
- upravljanje zračnim prostorom (*Airspace management - ASM*)
- operativne usluge u zračnom prometu (*Air traffic services - ATS*), [1]

## 2.1. Upravljanje protokom zračnog prometa

Upravljanje protokom zračnog prometa (*Air traffic flow and capacity management – ATFCM*) je usluga uspostavljena u svrhu postizanja sigurnog, redovitog i učinkovitog odvijanja zračnog prometa uz maksimalno iskorištenje kapaciteta zračnog prostora i osiguranje kompatibilnosti između količine zračnog prometa tj. prometne potražnje (*traffic demand - TD*) i deklariranog kapaciteta relevantnih jedinica kontrole zračnog prometa. Cilj je optimizirati tokove prometa prema kapacitetu kontrole zračnog prometa, a istovremeno omogućiti sigurne, efikasne i za okoliš prihvatljive letove.

ATFCM je zasnovan osamdesetih godina na ICAO - CTMO (*Centralised traffic management organisation*) konceptu koji je definirao centralnu jedinicu za upravljanje tokovima prometa (*Central Flow Management Unit-CFMU*, danas poznatu kao *Network Management Operations Centre-NMOC*) podržanu s lokalnim operativnim jedinicama u svakoj oblasnoj kontroli zračnog prostora (*Area control centre-ACC*). Te lokalne operativne jedinice se zovu *Flow management position - FMP*.

U 2011. godini, Europska komisija imenovala je EUROCONTROL (*European organisation for the safety of air navigation*) kao upravitelja europskih mreža (*Network manager*). Provedbena pravila Europske komisije sada su okosnica mrežnih operacija. Krajnja svrha ovih novih obvezujućih pravila koja se primjenjuju na sve zainteresirane strane zrakoplovstva je poboljšati rad Europske ATM mreže.

Početak planiranja nastoji se raditi što ranije, ponekad i više od godinu dana unaprijed. Utvrđuju se prognoze zračnog prometa koje donosi zrakoplovna industrija i planovi kapaciteta koje izdaju centri za kontrolu zračnog prometa i zračne luke. Također se definiraju operativni scenariji za predviđanje specifičnih događaja koji mogu uzrokovati zagušenja, kao što su sportski događaji, ljetni odmori, zimski odmori. Stoga su aktivnosti ATFCM-a podijeljene u tri faze:

- Strateška faza
- Pre-taktička faza
- Taktička faza
- Postoperativna faza

### **2.1.1. Strateška faza**

Tijekom ove faze centar za operacije mrežnog upravitelja (NMOC) pomaže pružateljima usluga u zračnoj plovidbi (*Air navigation service provider-ANSP*) predvidjeti koji će kapacitet biti potreban u svakom od svojih centara za kontrolu zračnog prometa. Priprema se shema zračnih ruta-struktura zračnih putova diljem Europe u svrhu uravnoteženja protoka zračnog prometa i povećanja kapaciteta. U ovoj fazi aktivnosti su poduzete 7 i više dana prije samog dana operacija.

### **2.1.2. Pre-taktička faza**

Provodi se od 6 dana prije dana primjene do dana prije dana primjene. NMOC koordinira i definira plan rada te nakon donesenog rješenja informira prijevoznike i jedinice koje pružaju uslugu kontrole zračnog prometa o mjerama regulacije prometa koje će vrijediti za sljedeći dan-dan primjene. Vrše se optimizacije raspoloživog kapaciteta, balansiranja prometne potražnje i upravljanje prometnom ponudom tako da se minimiziraju kašnjenja i poboljša prometni tok.

### **2.1.3. Taktička faza**

Aktivnosti koje se poduzimaju na dan operacija prije uzlijetanja na temelju trenutne stvarnosti koja je poznata pomoću predanih planova leta. Nastavlja se raditi na optimizaciji kapaciteta u skladu s trenutnom prometnom potražnjom, traže se alternativna rješenja za smanjenje kašnjenja uzrokovana preopterećenjem pojedinih dijelova zračnog prostora, odnosno sektora. Regulacije koje mogu biti korištene su: dodjela slotova, rerutiranje radi izbjegavanja preopterećenih područja te alternativni planovi leta radi maksimiziranja kapaciteta.

### **2.1.4. Postoperativna faza**

Faza ATFCM-a koja se odvija nakon dana operacije. Vrši se analiza postupaka planiranja i koordinacije provedeni za vrijeme dana operacije, čiji rezultati se ponovno unose u proces planiranja radi daljnje obrade. [2]

## 2.2. Upravljanje zračnim prostorom

Upravljanje zračnim prostorom (*Airspace management - ASM*) je funkcija uspostavljena radi poboljšanja fleksibilne uporabe zračnog prostora (*Flexible use of airspace-FUA*). Njezin primarni cilj je maksimiziranje uporabe raspoloživog zračnog prostora temeljenjem na besprijekornom i suradničkom upravljanju konfiguracijama zračnog prostora te kontinuiranoj razmjeni informacija među svim jedinicama koje sudjeluju u zračnom prometu.

Korisnici zračnog prostora su GAT (*General air traffic*) i OAT (*Operational air traffic*). GAT promet je sav promet koji podliježe pravilima ICAO-a (*International civil aviation organization*). OAT promet je sav promet koji ne podliježe pravilima ICAO-a, najčešće letovi vojnih i državnih zrakoplova koji se obavljaju sukladno posebno utvrđenim pravilima. GAT i OAT imaju svoje zahtjeve koji se razlikuju. ASM ima za zadatak udovoljiti njihovim zahtjevima i omogućiti maksimalnu iskorištenost zračnog prostora kao neprekinute cjeline. ASM svojom dodjelom prostora na temelju stvarnih potreba trudi se izbjeći, gdje je to moguće, stalnu segregaciju zračnog prometa a istovremeno optimizirati performanse mreže. [3]

### 2.3. Operativne usluge u zračnom prometu

*Air traffic service (ATS)* je generički izraz koji ima više značenja, a dijeli se na:

- *Air traffic control (ATC)*
- *Flight information service (FIS)*
- *Alerting service (ALRS)*

Zadatak operativnih usluga u zračnom prometu je sprječavanje sudara između zrakoplova, između zrakoplova i prepreka na manevarskim površinama aerodroma; osiguranje nesmetanog, redovnog i sigurnog protoka zračnog prometa; pružanje savjeta i informacija potrebnih za sigurno, redovito i učinkovito obavljanje letova; i izvješćivanje nadležnih organizacija o zrakoplovu kojemu je potrebna pomoć potrage i spašavanja te po potrebi pružanja pomoći tim organizacijama tijekom potrage i spašavanja zrakoplova. [4]

### **3. KARAKTERISTIKE HRVATSKOG ZRAČNOG PROSTORA**

Područje letnih informacija prostire se i izvan hrvatskog zračnog prostora, do granica utvrđenih međunarodnim ugovorima. Također usluge u zračnom prometu pružaju se u području letnih informacija Republike Hrvatske. Republika Hrvatska može povjeriti drugoj državi, ili druga država može povjeriti Republici Hrvatskoj, odgovornost za uspostavljanje i pružanje operativnih usluga u zračnom prometu unutar svojeg teritorija. Tako Hrvatska kontrola zračne plovidbe (HKZP) nadzire zračni prostor koji obuhvaća:

- područje letnih informacija Zagreb (FIR Zagreb)
- zapadni dio FIR Sarajevo iznad FL325 od studenog 2014. godine (prije toga kontrolirala je donji zračni prostor FIR-a Sarajevo od FL100 do FL285 izvan područja nadležnosti prilazne kontrole u Mostaru, Sarajevu, Tuzli i Banja Luci). [5]

FIR Zagreb je zračni prostor određenih dimenzija u kojem se pružaju usluge letnih informacija i obavlja uzbunjivanje od strane pružatelja usluga u zračnoj plovidbi. Ustroj i strukturu područja letnih informacija Republike Hrvatske utvrđuje ministar nadležan za civilni zračni promet uz prethodno pribavljenu suglasnost ministra nadležnog za poslove obrane. [6]

### 3.1. Vertikalna podjela FIR Zagreb

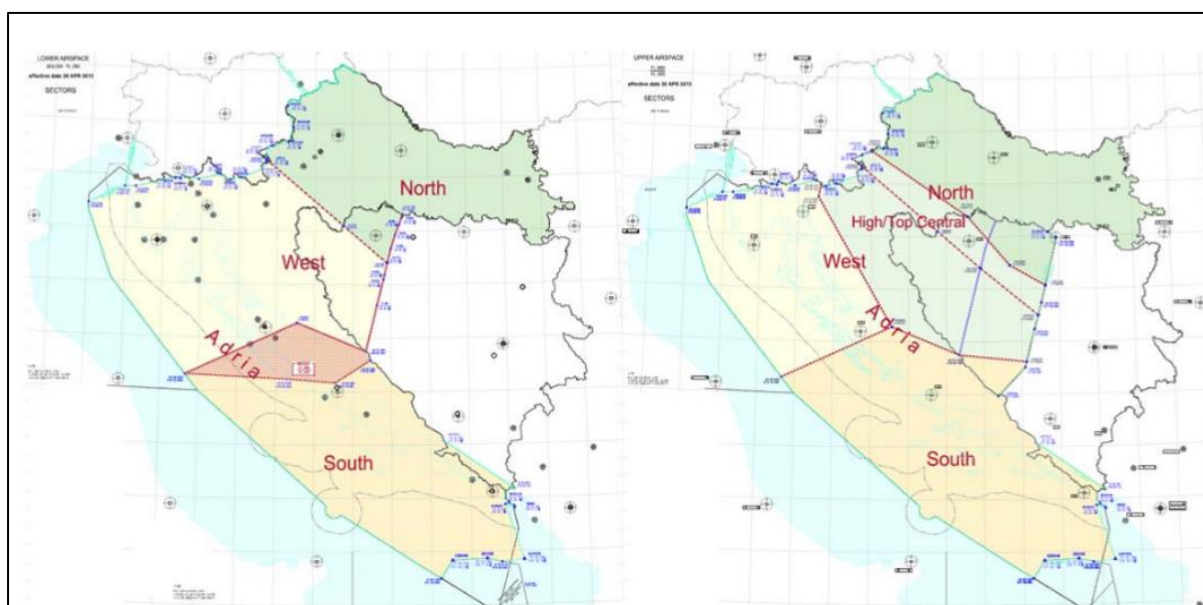
Hrvatski zračni prostor odnosno FIR Zagreb u vertikalnom smislu se dijeli na nekoliko slojeva. Prvi sloj je sloj slobodnog letenja koji se, u Republici Hrvatskoj, prostire do visine od 1 000 ft. U tom zračnom prostoru se odvijaju isključivo VFR letovi budući je to nekontroliran zračni prostor. Na taj sloj se nastavlja drugi sloj, odnosno donji zračni prostor koji se proteže od 1 000 ft nadmorske visine te se prostire iznad gornjih granica CTR (*Control zone*) i TMA (*Terminal control area*) do određenog FL-a. Gornja granica donjeg zračnog prostora je FL 285. Na taj sloj se nastavlja gornji zračni prostor koji se prostire od gornje granice donjeg zračnog prostora (FL 285) pa do FL 660. [5]

U operativnom smislu, hrvatski kontrolirani zračni prostor se vertikalno može podijeliti na sljedeće razine leta:

- 1) sektor nižih razina leta (LOWER);
- 2) sektor srednjih razina leta (UPPER);
- 3) sektor viših razina leta (TOP);
- 4) sektor vrlo visokih razina leta (UPPER TOP)

### 3.2. Konfiguracije sektora zračnog prostora FIR Zagreb

Zračni prostor FIR Zagreb podijeljen je na sektore unutar kojeg kontrolori HKZP-a pružaju ATC usluge. Sektor predstavlja dio CTA i/ili područja letnih informacija FIR/UIR. Elementarni sektor po definiciji je volumen zračnog prostora koji se ne može dijeliti na manje, dok kolapsirani sektor predstavlja kombinaciju dvaju ili više sektora. Sektorizacija dijeli zračni prostor na manja upravljiva područja te se tako može smanjiti broj ruta, broj zrakoplova koji su na frekvenciji, odnosno radno opterećenje jednog kontrolora. Sektorizacija se može izvršiti i unutar TMA zračnih luka koje imaju specifične prilazne putanje, odnosno unutar zračnog prostora gdje su zadaće kontrole zračnog prometa više zahtjevne zbog faktora kao što su velika gustoća prometa, priroda prometa, broj konflikata ili točaka križanja.

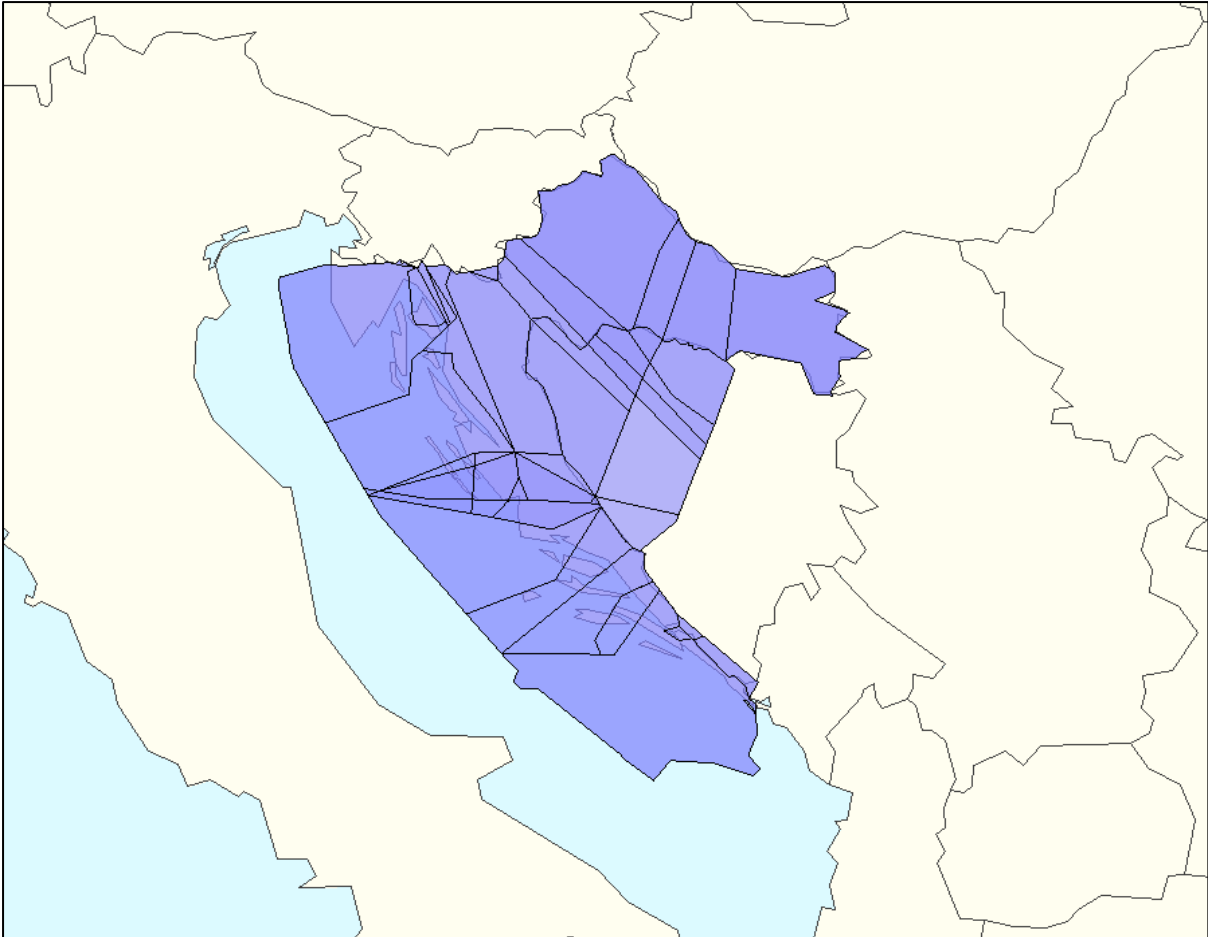


**Slika 1.** Područje odgovornosti HKZP-a u odnosu na vertikalnu podjelu zračnog prostora

Na lijevoj strani slike 1 može se vidjeti područje odgovornosti (*Area of responsibility—AoR*) za LOWER zračni prostor (iznad 9 500 ft MSL), a na desnoj za UPPER zračni prostor (FL 325 - FL 660). Ova podjela FIR-a Zagreb na sektore predstavlja temelj za odabir odgovarajuće sektorske konfiguracije u određenom trenutku.



Sektorsku konfiguraciju određuje nadzornik smjene u suradnji sa FMP (Flow management position) kontrolorom ovisno o prometnoj potražnji. Prometna potražnja na dnevnoj razini najmanja je tijekom noći, tada će biti otvoreno najmanje sektora, što odgovara najmanje kompleksnoj sektorskoj konfiguraciji.



**Slika 2.** Sektorska konfiguracija „c1“

U HKZP-u ta sektorska konfiguracija se zove „Basic“ odnosno „c1“ konfiguracija, te se sastoji od samo jednog sektora koji pokriva cijeli zračni prostor FIR Zagreb. Osnovna sektorska konfiguracija prikazana je na slici 2. U Republici Hrvatskoj maksimalno se može otvoriti 12 sektora. [5]

### 3.3. Prostor slobodnih ruta

FRA (*Free Route Airspace*) je način letenja u kojem operatori zrakoplova slobodno mogu planirati svoju rutu između definirane ulazne i izlazne točke. Ideju pokretanja ovog projekta velikih razmjera osmislili su stručnjaci za upravljanje zračnim prometom navedenih pružatelja usluga s ciljem povećanja sigurnosti i učinkovitosti usluga te zaštite okoliša smanjivanjem potrošnje goriva i emisije plinova.

U Hrvatskoj ovaj projekt se naziva SEAFRA „Zračni prostor slobodnih ruta na jugoistočnoj osi“ (*South-East Axis Free Route Airspace*). Projekt je implementiran zajedno s partnerima iz susjednih država, a to su Bosna i Hercegovina te Srbija i Crna Gora. Nakon 8.12.2016. godine koncept je operativan tijekom svih 24 sata, dok je prije toga bio operativan samo noću. Time je uveden 24-satni koncept prekograničnog zračnog prostora slobodnih ruta na jugoistočnoj osi iznad visine leta od 9.900m.[7]

SEAFRA koncept je postao operativan od 2016. godine, stoga tako podijeljen promatrani zračni prostor neće biti uzet u obzir prilikom izrade ovog rada, jer će se za analizu podataka promatrati 2015. godina u kojoj je ovaj koncept još uvijek bio u planiranju implementacije.

#### **4. PRIMJENA PROGRAMA NEST U ODREĐIVANJU KARAKTERISTIKA TOKOVA PROMETA**

Da bi se vidjela opterećenja prometa u određenim prostorima ili sektorima, potrebno je izvršiti analize koristeći funkcije analitičkih sustava. Analize izvršene pomoću takvih sustava pomažu u ažuriranju cjelokupnog sustava zračnog prometa. Postoje dnevne i godišnje analize. Dnevna analiza radi se za karakteristični period određenog zračnog prostora te se tako prikazuju opterećenja po satima i određuju karakteristike tokova prometa za određeni period. Jedan takav sustav koji omogućava analizu zračnog prometa i njegovih tokova naziva se NEST (*Network Strategic Tool*).

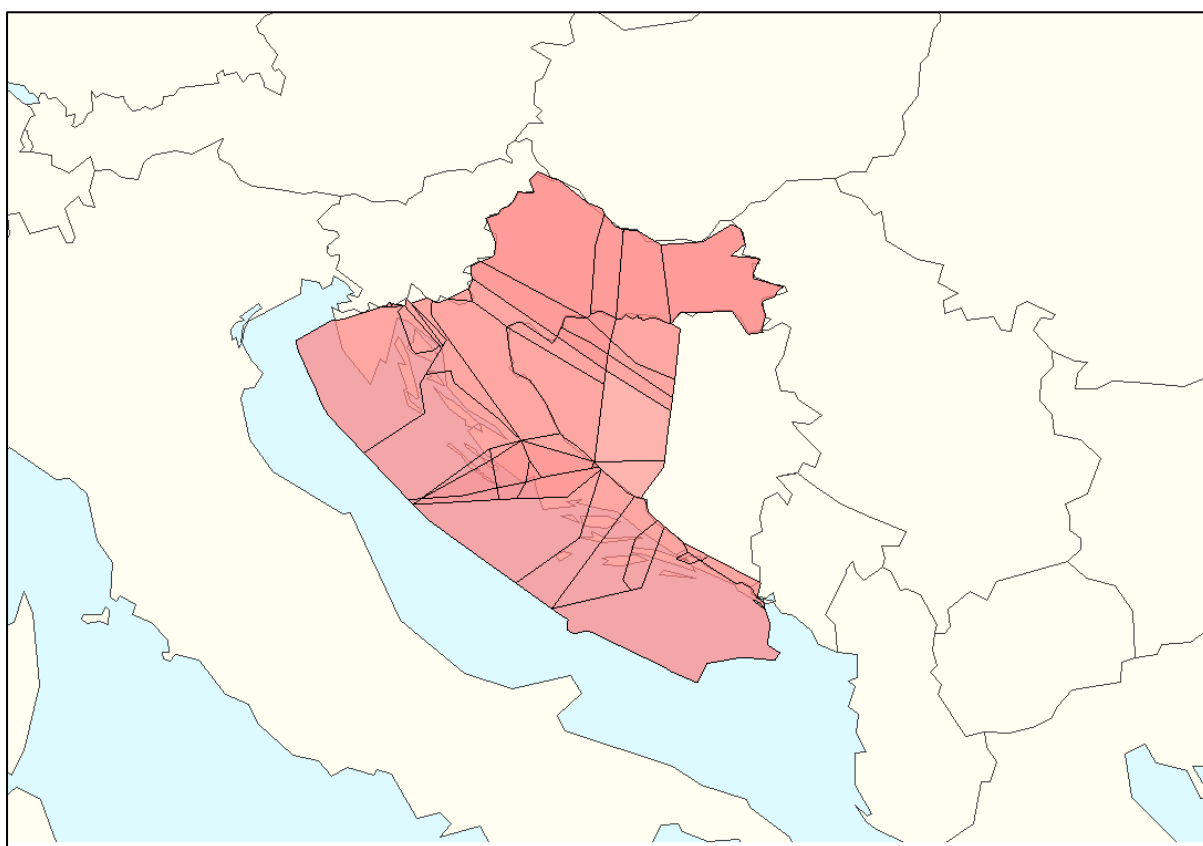
NEST je aplikacija koju je razvio EUROCONTROL u suradnji sa pružateljima usluga zračne navigacije (ANSP) iz različitih zemalja članica ECAC zone. Ovu aplikaciju koriste Network Manager (zaposlenik u NMOC-u) i ANSP za srednjoročno i dugoročno planiranje aktivnosti. Network Manager vrši dugoročne prognoze prometa i planira na koji način bi se promet mogao rasporediti, preko kojih ruta ili tokova. Cilj je smanjenje opterećenja, kašnjenja i broja poduzetih regulacija te povećanje funkcionalnosti zračnog prostora. ANSP vrše dugoročne prognoze, koje onda objavljuju EUROCONTROL-u za planiranje kapaciteta, i srednjoročne prognoze kako bi mogli odrediti dizajn zračnog prostora u smislu kada će i koliko sektora otvoriti kako bi povećali kapacitet i smanjili radno opterećenje kontrolora leta.

NEST je samostalna aplikacija koja kombinira mogućnosti dizajna zračnog prostora s funkcionalnostima analize kapaciteta. Program se može koristiti na lokalnoj razini (unutar oblasne kontrole ili aerodroma, - FMP) za predviđanje potrebnog kapaciteta ili na globalnoj razini za strateško planiranje cjelokupne mreže ruta. Sadrži velike količine podataka u rasponu od nekoliko prethodnih godina. Također pomoću STATFOR (*Eurocontrol statistic and forecast service*) prognoza može se predočiti očekivana prometna situacija. Svi podaci uključujući Europski zračni prostor, mrežu ruta, prometnu potražnju te STATFOR-ove prognoze prometa su dostupni distribucijom EUROCONTROL-a po završetku svakog AIRAC (*Aeronautical information regulation and control*) ciklusa. AIRAC ciklus je period od 28 dana nakon kojega se objavljuju sve relativne informacije o poduzetim regulacijama, promjenama i kašnjenju u zračnom prometu u određenom zračnom prostoru.

NEST pruža niz značajki vizualizacije podataka, uključujući tablice, grafikone i potpuno integrirane mogućnosti za izradu 2D / 3D prezentacija i 4D vremenskih animacija. Moguće je snimanje prilagođenih filmova, uključujući naslove, oznake, bitne karte, zračni prostor, prometne slike, animacije temeljene na vremenu i rezultat se može prikazati ili snimiti u standardnom filmu "avi". [4] Program omogućava određivanje karakteristika tokova hrvatskog zračnog prostora tako što se pomoću njegovih funkcija mogu izdvojiti podatci kao što su: najopterećenije točke zračnog prostora, najprometniji segmenti ruta, najučestaliji tipova zrakoplova koji prometuju u promatranom prostoru, najučestaliji polazišni aerodroma, i ostale informacije koje služe za određivanje karakteristika promatranog prostora. [8]

## 5. ANALIZA OPTEREĆENJA SEKTORA, TOČAKA, RUTA TE MJERA REGULACIJE PROMETA I VRIJEDNOSTI KAŠNENJA

Za potrebe ovog rada napravljena je detaljna analiza 3 ljetna dana prvog vikenda u srpnju i 3 zimska dana također prvog vikenda u prosincu 2015. godine. Analizirani dani su odabrani zbog svog jedinstvenog položaja u mjesecu kako bi se dobiveni rezultati mogli usporediti s analizama izvršenim za godine 2009. i 2011., jer su analize iz prethodnih godina napravljene za prve vikende tih dvaju karakterističnih mjeseca. Također, mjeseci srpanj i prosinac su odabrani kako bi se mogla prikazati razlika u opterećenju zračnog prostora ovisno o godišnjem dobu.

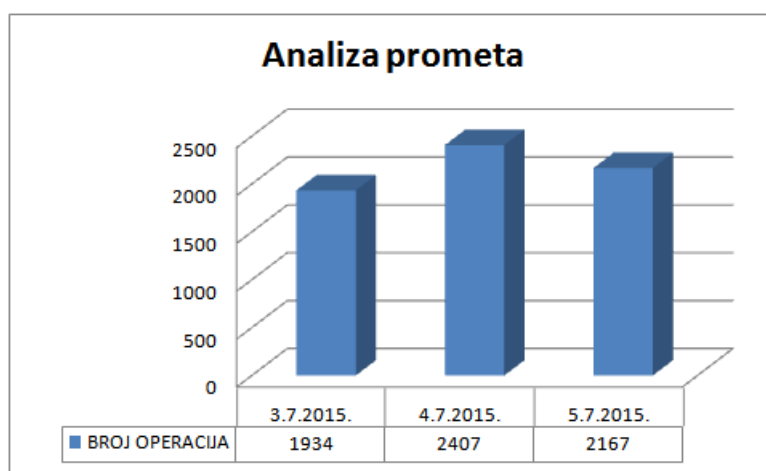


**Slika 3.** Prostor nadležnosti HKZP

U analizi su korištene baze podataka prometa prema stvarnim radarskim podacima pomoću programa NEST. Postoji i baza podataka prometa prema predanim planovima leta, ali oni ne prikazuju stvarnu sliku prometa koji se u navedenim danima odvijao promatranim zračnim prostorom. Promatrani zračni prostor je onaj prostor pod nadležnošću HKZP-a koji je u prethodnom poglavlju detaljno opisan, prikazan je na slici 3.

## 5.1. Analiza prometa unutar promatranog područja za prvi vikend u srpnju 2015. godine

Analiza prometa unutar prostora koji je pod nadležnošću HKZP pokazuje kako je za navedeni prostor za dan 3.7.2015. godine predano 1926 planova leta, a izvršeno je 1934 operacije, za 4.7.2015. godine je predano 2405 planova leta, a izvršeno je 2407 operacija te za dan 5.7.2015. godine predano 2180 planova leta, a izvršeno je 2167 operacija.



**Grafikon 1.** Broj operacija u promatranom zračnom prostoru

Može se primijetiti da broj stvarnih operacija ne mora biti isti broju koji je bio planiran, odnosno ne mora biti isti očekivanom broju koji je poznat pomoću predanih planova leta. Razlike u broju operacija su uglavnom posljedica razdvajanja, izbjegavanja vremenskih neprilika ili kašnjenje u samom letu pri čemu pilot može zatražiti kraću rutu. Na grafikonu 1 nalazi se prikaz navedenih vrijednosti stvarnog prometa.

### 5.1.1. Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta

Podaci o parovima zračnih luka čiji letovi vrše svoje operacije kroz promatrani zračni prostor su jako bitne za određivanje ruta koje će biti najiskorištenije unutar tog prostora. Program NEST preko korištenja filtra omogućuje prikaz najčešćeg para zračnih luka za sve letove koji su se odvijali u promatranim danima.

Detaljnom analizom 3 dana u mjesecu srpnju utvrđeno je da se promatranim zračnim prostorom najveći promet odvijao u smjeru sjeverozapad - jugoistok, odnosno od velikih zapadnoeuropskih gradova prema popularnim sredozemnim turističkim središtima.

**Tablica 1.** Prvih 5 parova zračnih luka sa najvećim brojem operacija unutar promatranog zračnog prostora

DAN	PAROVI ZRAČNIH LUKA ICAO KOD	IMENA GRADOVA	BROJ OPERACIJA
3.7.2015.	EGLL LGAV	London-Atena	9
	EGKK LGIR	London-Heraklion	8
	LTBA LFPG	Istanbul-Pariz	8
	LFPG LLBG	Pariz-Tel Aviv	7
	LFPG LGAV	Pariz-Atena	7
4.7.2015.	EGLL LGAV	London-Atena	9
	LGAV LFPG	Atena-Pariz	9
	LTBS EGKK	Dalaman-London	9
	LSZH LTAI	Zurich-Antalya	8
	LTBS EGCC	Dalaman-Manchester	8
5.7.2015.	LFPG LLBG	Pariz-Tel Aviv	14
	LLBG LFPG	Tel Aviv-Pariz	10
	LTBS EGCC	Dalaman-Manchester	12
	LTBA LFPG	Istanbul-Pariz	10
	EGLL LGAV	London-Atena	10

U tablici 1 prikazano je samo prvih 5 parova zračnih luka za 3 ljetna dana u srpnju, dok ostali parovi zračnih luka nisu navedeni. Iz tablice se može zaključiti da su za promatrane ljetne dane najčešći parovi zračnih luka EGLL-LGAV (London Heathrow - Athen Eleftherios Venizelos), LFPG-LLBG (Paris Charles de Gaulle - Tel Aviv Ben Gurion) i LTBA-LFPG (Istanbul Airport - Paris Charles de Gaulle).

### **5.1.2. Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju polazaka**

Analiza prometa prema broju letova svrstanim u odnosu na zračne luke polaska dokazuje kako promet koji se odvija kroz zračni prostor pod nadležnošću HKZP većinom čine međunarodni letovi s polazištima u velikim europskim gradovima i odredištima izvan granica hrvatskog prostora te odredištima u granicama hrvatskog zračnog prostora ali u manjem broju.

Iz tablice 2 se može zaključiti da hrvatski gradovi, odnosno domaće zračne luke također imaju udio u iznosu broja letova koji prolaze promatranim zračnim prostorom. Tako se može vidjeti da Split sa svojih 99 IFR GAT uzlijetanja je prvi na mjestu dana 4.7.2015. u konkurenciji s velikim europskim gradovima. Osim Splita, domaće zračne luke sa značajnim udjelom letova su Dubrovnik, Zagreb, Pula i Zadar.



**Tablica 2.** Zračne luke s najvećim brojem uzlijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor

DAN	ICAO KOD	GRAD	BROJ POLAZAKA
3.7.2015.	LGIR	Heraklion	62
	LIMC	Milan	61
	LFPG	Pariz	55
	EGKK	London	51
	LSZH	Zurich	51
	LIRF	Rim	50
	LTBA	Istanbul	49
	EDDM	Munich	46
	LGAV	Atena	46
	LDSP	Split	45
4.7.2015.	LDSP	Split	99
	LFPG	Pariz	77
	LSZH	Zurich	63
	EGKK	London	62
	EDDM	Munich	61
	LTBA	Istanbul	61
	LGAV	Atena	59
	LGIR	Heraklion	53
	EHAM	Amsterdam	52
	LIMC	Milan	50
5.7.2017.	LFPG	Pariz	80
	LTBA	Istanbul	74
	LGIR	Heraklion	58
	LIMC	Milan	57
	LGAV	Atena	54
	EGKK	London	54
	LSZH	Zurich	53
	LIRF	Rim	50
	LDDU	Dubrovnik	49
	LDSP	Split	47

Ukupan broj uzlijetanja unutar hrvatskog zračnog prostora za dan 3.7. iznosi 138 uzlijetanja, što je udio od 7.14% u 1934 operacija toga dana, za dan 4.7. iznosi 236 uzlijetanja odnosno 9.81% od 2407 operacija toga dana, i za dan 5.7. broj uzlijetanja unutar hrvatskog zračnog prostora je bio 162 odnosno 7.48% od ukupno 2167 operacija toga dana.

### **5.1.3. Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju dolazaka**

Analizom prometa unutar promatranog zračnog prostora za 3 dana u mjesecu srpnju dobiveni su podaci o najčešćim odredišnim lukama, što se može iščitati iz tablice 3. Stoga se zaključuje da je većina odredišta na jugu odnosno jugoistoku, dok se u tablici 2 može vidjeti da je većina polaznih zračnih luka na sjeverozapadnom dijelu Europe, što potvrđuje zaključak iz analize parova zračnih luka s najvećim preletom da najveći prometni tok putuje sa sjeverozapada prema jugoistoku.

Najzastupljenije zračne luke su uglavnom turistička odredišta što je i logično s obzirom na to da se mjesec srpanj nalazi u periodu godine kada traje ljetna sezona. Na prvom mjestu 3.7. i 5.7.2015. godine je Istanbul sa 68 i 74 broja dolazaka, te Split 4.7.2015. godine sa 90 dolazaka.

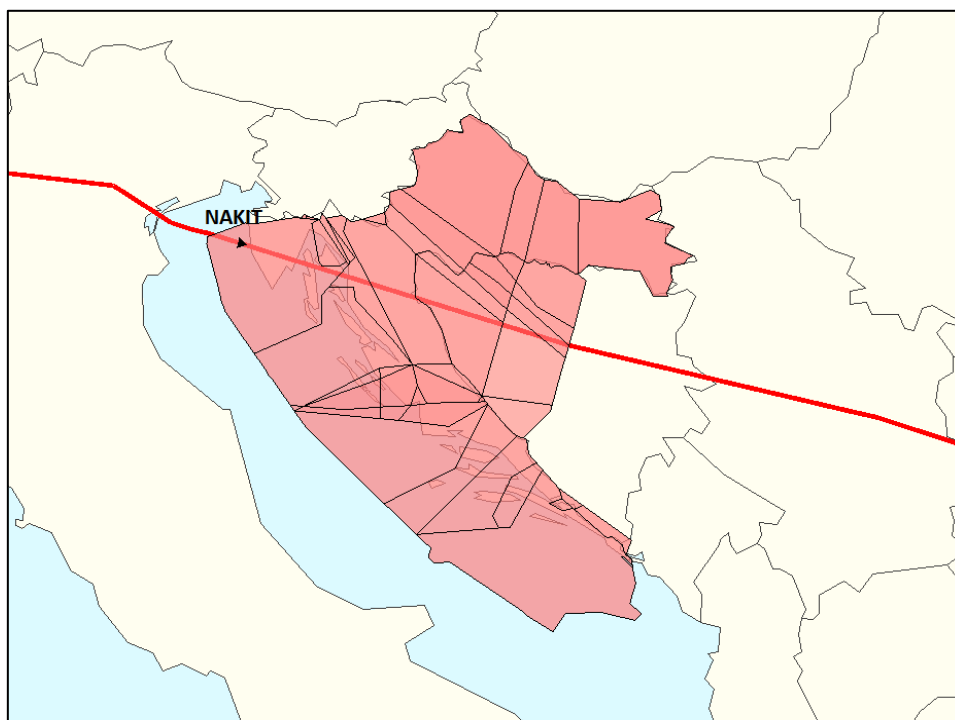
**Tablica 3.** Zračne luke s najvećim brojem slijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor

DAN	ICAO KOD	GRAD	BROJ DOLAZAKA
3.7.2015.	LTBA	Istanbul	68
	EGKK	London	63
	LGIR	Heraklion	60
	LIRF	Rim	59
	LGAV	Atena	57
	LDSP	Split	47
	LLBG	Tel Aviv	45
	LIMC	Milan	44
	LFPG	Pariz	42
	LGKR	Kerkyra	40
4.7.2015.	LDSP	Split	90
	EGKK	London	77
	LTBA	Istanbul	69
	LFPG	Pariz	57
	LGAV	Atena	55
	LGIR	Heraklion	55
	LIRF	Rim	54
	EDDM	Munich	49
	LTAI	Antalya	49
	LDDU	Dubrovnik	49
5.7.2017.	LTBA	Istanbul	74
	EGKK	London	73
	LIRF	Rim	62
	LGAV	Atena	59
	LFPG	Pariz	58
	LLBG	Tel Aviv	57
	EGCC	Manchester	51
	LGIR	Heraklion	50
	EGLL	London	48
	LDDU	Dubrovnik	48

Ukupni broj slijetanja na domaće zračne luke unutar FIR Zagreb za dan 3.7.2015. godine iznosi 118 operacija od ukupno 1934 što iznosi 6.1% , za dan 4.7. iznosi 204 operacija slijetanja od ukupno 2407 što iznosi 8.48%, te za dan 5.7.2015. godine broj slijetanja na domaće zračne luke iznosi 123, odnosno 5.68% od ukupno 2167 operacija.

#### 5.1.4. Najopterećenije točke unutar promatranog zračnog prostora

Opterećenost točaka je bitna stavka u analizi prometa jer nam pruža informacije o količini prometa na jednom lokalnom dijelu prostora i pomoću te informacije se mogu vidjeti gdje su najkritičniji segmenti i najopterećeniji sektori. Te su točke uglavnom određene navigacijskim točkama određenih geografskih koordinata ili lokacijom radionavigacijskih sredstava. Točke određene navigacijskim sredstvima su većinom kombinacija sredstava VOR-a (*Very high frequency omnidirectional range*) i DME-a (*Distance measuring equipment*). Osim količine prometa na jednom lokalnom dijelu promatranog prostora ovaj podatak nam daje informaciju o kompleksnosti zračnog prostora koja je ovisna o nizu čimbenika, od kojih je jedan i položaj sjecišta zračnih putova koji se nalaze između tih točaka.



**Slika 4.** Pozicija točke NAKIT

Geografska točka NAKIT je navigacijska točka s najvećim brojem preleta za sva 3 dana u mjesecu srpnju. Njena pozicija, koja se nalazi na samom ulazu u hrvatski zračni prostor na prometnom toku od sjeverozapada prema jugoistoku, povećava broj operacija koji se odvija iznad njega s obzirom na to da je to najprometniji tok promatranog zračnog prostora. Pozicija točke NAKIT prikazana je na slici 4.

**Tablica 4.** Prikaz 10 najopterećenijih točaka unutar promatranog zračnog prostora

DAN	NAVIGACIJSKA TOČKA	BROJ PRELETA
3.7.2015.	NAKIT	299
	PEVAL	271
	BOSNA	227
	SPL	223
	PUL	209
	ZAG	178
	NEMEK	169
	SOLGU	169
	DBK	164
	KONUV	156
4.7.2015	NAKIT	358
	PEVAL	327
	SPL	271
	BOSNA	254
	PUL	246
	ZAG	235
	SOLGU	220
	MONID	201
	NEMEK	200
	DBK	186
5.7.2015.	NAKIT	325
	PEVAL	311
	SPL	257
	BOSNA	254
	PUL	233
	SOLGU	200
	NEMEK	189
	KOMAR	186
	NERRA	177
	ZAG	173

U tablici 4 prikazano je 10 najprometnijih točaka unutar promatranog zračnog prostora. Na prvom mjestu je točka NAKIT, na drugom PEVAL te na trećem SPL ili BOSNA. Razlike u mjestima na tablici između pojedinih točaka su minimalne, a negdje i nepostojeće

### 5.1.5. Najprometniji segmenti ruta unutar promatranog zračnog prostora

Analizom najopterećenijih segmenata ruta unutar promatranog područja pod nadležnošću HKZP ne prikazuje se samo opterećenost točaka već i smjer kretanja prometa. Za vrijeme promatranog ljetnog vikenda promet se najviše odvijao u smjeru jugoistok.



**Slika 5.** Prikaz opterećenosti segmenta rute DBK-KONUV

Iz slike 5 i tablice 5 vidljivo je da su najopterećeniji segmenti zračnog prostora oni segmenti ruta koje se prostiru iznad Jadranske obale kao DBK-KONUV, dok rute koje se nalaze iznad kontinentalnog dijela hrvatskog zračnog prostora nemaju toliko veliku opterećenost segmenata, a razlog je usmjerenost prometa u više pravaca, odnosno razgranatost.

**Tablica 5.** Najopterećeniji segmenti unutar promatranog zračnog prostora

DAN	SEGMENTI RUTE	BROJ PRELETA
3.7.2015.	DBK-KONUV	150
	KONUV-TILVO	126
	NERRA-DBK	125
	ETOBID-ASID	107
	MONID-ETOBID	106
	IDASID-SOLGU	104
	TUPUS-MONID	104
	NEMEK-TUPUS	103
	NAKIT-PEVAL	101
	NAKIT-ROTAR	97
4.7.2015.	DBK-KONUV	169
	TUPUS-MONID	157
	MONID-ETOBID	157
	NEMEK-TUPUS	157
	ETOBID-ASID	156
	IDASID-SOLGU	154
	KONUV-TILVO	143
	NERRA-DBK	140
	NAKIT-ROTAR	128
	VAKSU-AMUGO	116
5.7.2015.	DBK-KONUV	137
	ETOBID-ASID	132
	NERRA-DBK	132
	MONID-ETOBID	128
	IDASID-SOLGU	128
	TUPUS-MONID	126
	NEMEK-TUPUS	126
	KONUV-TILVO	124
	AMUGO-UVODI	121
	VAKSU-AMUGO	120

U tablici je prikazano 10 najopterećenijih segmenata za 3 dana u mjesecu srpnju. Neke točke koje su u prethodnom poglavlju bile navedene na vrhu tablice kao najopterećenije ovdje nisu više iz razloga što je područje oko njih područje razgranatih ruta ili su to točke koje su završne prije slijetanja stoga nemaju puno opterećenih segmenata.

### 5.1.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora

Analizom prometa o tipovima zrakoplova koji su prošli kroz promatrani zračni prostor dobiveni su podaci koji su prikazani u tablici 6, prikazani su samo oni zrakoplovi koji su se pojavili 30 puta ili više. Iz tablice se može vidjeti da prevladavaju Airbus A320 i Boeing B738 sa znatnom razlikom u količini broja održanih letova u odnosu na ostale tipove, zatim slijede Airbusovi zrakoplovi tipa A321 i A319.

**Tablica 6.** Najučestaliji tipovi zrakoplova koji prolaze promatranim zračnim prostorom

DAN	TIP ZRAKOPLOVA	BROJ PUTNIČKIH MJESTA	BROJ OPERACIJA
3.7.2015.	A320	150	497
	B738	148	414
	A321	185	182
	A319	124	148
	B737	149	50
	A332	23	41
	E190	83	40
	B752	253	39
	B734	144	31
	A333	300	30
4.7.2015.	A320	150	634
	B738	148	468
	A319	124	279
	A321	185	215
	B737	149	70
	B733	137	55
	A332	23	50
	E190	8	42
	B77W	318	42
	DH8D	78	35
5.7.2015.	A320	150	588
	B738	148	458
	A321	185	210
	A319	124	160
	B737	149	56
	B733	137	54
	A332	23	50
	B752	253	42
	B77W	318	40
	E190	83	39

Najučestalija četiri tipa zrakoplova čine više od 55% prometa u 3 promatrana dana mjeseca srpnja. Iz podataka o broju putničkih mjesta vidljivo je i zašto su to najučestaliji tipovi zrakoplova, naime ovi zrakoplovi imaju jedan od najboljih omjera troškova i dobiti na srednjim udaljenostima.



### 5.1.7. Zračni prijevoznici s najvećim brojem letova

Analizom zračnog prometa dobiveni su podaci koji zračni prijevoznici najviše prolaze kroz promatrani zračni prostor za vrijeme karakterističnog vikenda u srpnju 2015. godine.

U tablici 7 može se vidjeti da među najučestalijima zračnim prijevoznicima koji prolaze kroz promatrani zračni prostor su THY-Turkish Airlines i EZY-EasyJet, što nije iznenađujuće s obzirom na to da je u prethodim poglavljima zaključeno da su države Turska i Engleska jedne od najčešćih destinacija čiji letovi prolaze kroz prostor koji je pod nadležnošću HKZP-a.

**Tablica 7.** Najučestaliji zračni prijevoznici čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor

DAN	ZRAČNI PIJEVOZNIK	ICAO CODE	BROJ OPERACIJA
3.7.2015.	Turkish Airlines	THY	111
	EasyJet	EZY	101
	Tomson	TOM	83
	Wizzair	WZZ	81
	Aegean	AEE	62
	Ryanair	RYR	52
	Croatia Airlines	CTN	52
	Alitalia	AZA	49
	Lufthansa	DLH	48
	Kestrel	TCX	44
4.7.2015.	EasyJet	EZY	156
	Turkish Airlines	THY	127
	Germanwings	GWI	102
	Wizzair	WZZ	73
	Aegean	AEE	66
	Ryanair	RYR	64
	Lufthansa	DLH	59
	Speedbird	BAW	58
	Tunintair	TUI	56
	Croatia Airlines	CTN	53
5.7.2015.	Turkish Airlines	THY	139
	EasyJet	EZY	110
	Tomson	TOM	97
	Ryanair	RYR	76
	Wizzair	WZZ	76
	Kestrel	TCX	66
	Aegean	AEE	63
	Speedbird	BAW	56
	Lufthansa	DLH	54
	Croatia Airlines	CTN	47

Domaći zračni prijevoznik Croatia Airlines također se nalazi na tablici među prvih 10 prijevoznika. Dana 3.7.2015. Croatia Airlines je održala 52 leta, što iznosi 2.69% od ukupnog prometa tog dana. Od 52 leta domaći zračni prijevoznik je izvršio 22 domaćih letova, pa se tako 42.31% letova domaćeg zračnog prijevoznika odnosi na domaći zračni promet. Dana 4.7.2015. godine Croatia Airlines održala je 53 leta, što iznosi 2.20% od ukupnog prometa tog dana. Od 53 leta Croatia Airlines je izvršila 19 domaćih letova, pa se tako 35.85% letova odnosi na domaći zračni promet. Dana 5.7.2015. godine Croatia Airlines održala je 47 letova, što iznosi 2.17% od ukupnog prometa tog dana. Od 47 letova, 20 letova je održano unutar domaćeg zračnog prostora, što znači da se 42.55% letova odnosi na domaći zračni promet održan od strane domaćeg zračnog prijevoznika.

### 5.1.8. Prikaznik podataka (ACC Viewer) o nadležnosti oblasne kontrole

ACC Viewer, takozvani strateški pogled, u programu NEST služi za analiziranje pojedinog dana u određenom zračnom prostoru. Tako se može pogledati koliko je konfiguracija bilo aktivirano tog dana, koliko je vremenski dugo bila pojedina konfiguracija aktivna, koji sektori su bili preopterećeni i za koliko letova su bili preopterećeni, iznos kašnjenja letova u minutama toga dana, koje regulacije su bile poduzete i zbog kojeg razloga.

**Tablica 8.** Prikaz podataka o nadležnosti oblasne kontrole

	DAN		
	3.7.2015.	4.7.2015.	5.7.2015.
BR. AKTIVNIH KONFIGURACIJA	7	13	9
KAŠNJENJE [min]	2968	7328	2082
REGULACIJE	3	10	5
PREOPTEREĆENJE	14 zrakoplova	17 zrakoplova	13 zrakoplova

Analiza promatranog zračnog prostora, odnosno LDZOCTA ACC-a dana 3.7.2015. godine pokazala je da je bilo aktivirano 7 konfiguracija, te je zabilježeno 2968 minuta kašnjenja. Izvršeno je 3 regulacije, sve zbog istog razloga, a to je ATC kapacitet. Najveće zasićenje od 14 zrakoplova bilo je u vremenu između 10:40 h i 11:00 h.

Dana 4.7.2015. godine bilo je aktivirano 13 konfiguracija, a zabilježeno je 7328 minuta kašnjenja. Izvršeno je 10 regulacija, razlog je također bio ATC kapacitet. Najveće opterećenje od 17 zrakoplova bilo je od 10:10 h do 10:30 h. Što se može vidjeti na slici 6.

Dana 5.7.2015. godine bilo je aktivirano 9 konfiguracija, a zabilježeno je 2082 minute kašnjenja. Izvršeno je 5 regulacija zbog opterećenog ATC kapaciteta. Najveće opterećenje je bilo u vremenu između 9:50 h i 10:10 h. U tablici 8 mogu se vidjeti svi navedeni podaci.

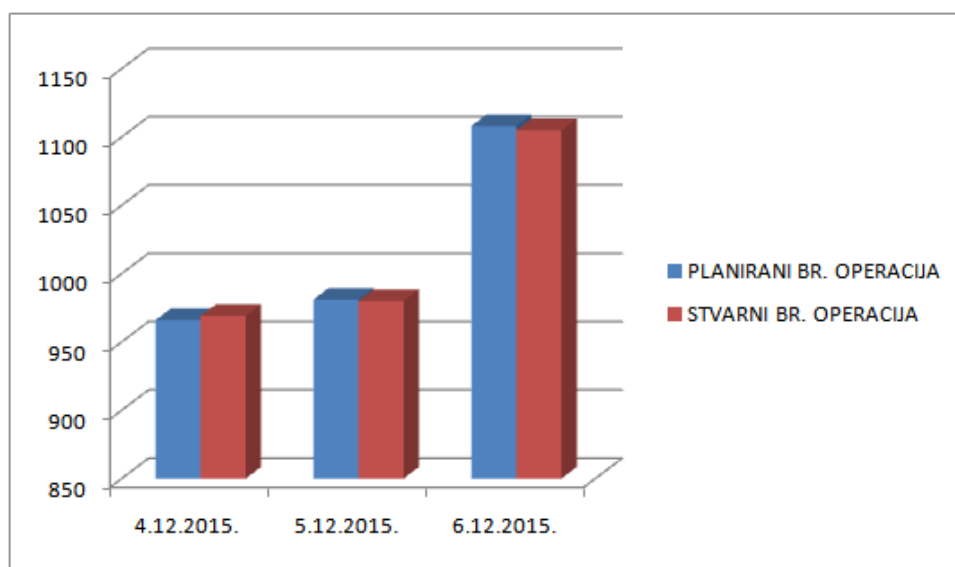


Slika 6. Prikaz ACC Viewer-a za dan 4.7.2015. godine

S obzirom na aktivirane konfiguracije, zasićenja i minute kašnjenja, može se zaključiti da je dana 4.7.2015. godine bilo najveće opterećenje za kontrolore, što ujedno govori i brojka količine zračnog prometa koji se odvijao tog dana, a koja je bila najveća u odnosu na promatrani karakteristični vikend. Razlog zabilježenih velikih brojka minuta kašnjenja je ATC kapacitet, odnosno manjak operativnog osoblja. Manjak oblasnih kontrolora dovodi do zagušenja zračnog prostora jer je sustav u nemogućnosti otvoriti dodatne sektore, aktivirati nove konfiguracije za koje bi bili odgovorni minimalno dva kontrolora ovisno o koliko je sektora riječ.

## 5.2. Analiza prometa unutar promatranog područja za prvi vikend u prosincu 2015. godine

Analiza prometa unutar prostora pod nadležnošću HKZP pokazuje kako je za navedeni prostor za dan 4.12.2015. godine predano 966 planova leta, a izvršeno je 969 operacija, za dan 5.12.2015. godine predano 981 plan leta, a izvršeno je 980 operacija, te za dan 6.12.2015. godine predano je 1108 planova leta, a izvršeno je 1105 operacija.



**Grafikon 2.** Broj operacija u promatranom zračnom prostoru

Tijekom promatranih dana primjećuje se da postoje odstupanja u stvarnom prometu koja variraju od -3 do +3 operacije u odnosu na planirane letove, što je znatno manje nego za vrijeme promatrana tri dana u ljetnom periodu. Na grafikonu 2 nalazi se prikaz planiranog i stvarnog prometa za vrijeme promatrana tri zimska dana u prosincu 2015. godine.

### 5.2.1. Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta

Analizom zračnog prometa za promatrani zračni prostor za tri zimska dana u prosincu 2015. godine utvrđeno je da se promet odvijao podjednako i na sjeverozapadu i na jugoistoku.

**Tablica 9.** Prvih 5 parova zračnih luka sa najvećim brojem operacija unutar promatranog zračnog prostora

DAN	PAROVI ZRAČNIH LUKA ICAO KOD	IMENA GRADOVA	BROJ OPERACIJA
4.12.2015.	LFPG LTBA	Pariz-Instabul	7
	LIRF UUEE	Rim-Moskva	7
	LSZH LTBA	Zurich-Instabul	6
	LFPG LLBG	Pariz-Tel Aviv	6
	EGLL LGAV	London-Atena	6
5.12.2015.	LFPG LLBG	Pariz-Tel Aviv	7
	EGLL LGAV	London-Atena	7
	HKJK EHAM	Nairobi-Amsterdam	7
	LFPG LTBA	Pariz-Instabul	6
	LIRF UUEE	Rim-Moskva	6
6.12.2015.	LFPG LLBG	Pariz-Tel Aviv	9
	EGLL OTHH	London-Doha	8
	EGLL LGAV	London-Atena	7
	LIRF UUEE	Rim-Moskva	7
	LLBG LFPG	Tel Aviv-Pariz	7

U tablici 9 prikazano je samo prvih 5 parova zračnih luka za 3 zimska dana u mjesecu prosincu. Može se zaključiti da su za promatrane dane u zimskom periodu najčešći parovi zračnih luka LFPG-LLBG (Paris Charles de Gaulle - Tel Aviv Ben Gurion) sa 6 i više letova i EGLL-LGAV (London Heathrow - Athen Eleftherios Venizelos).

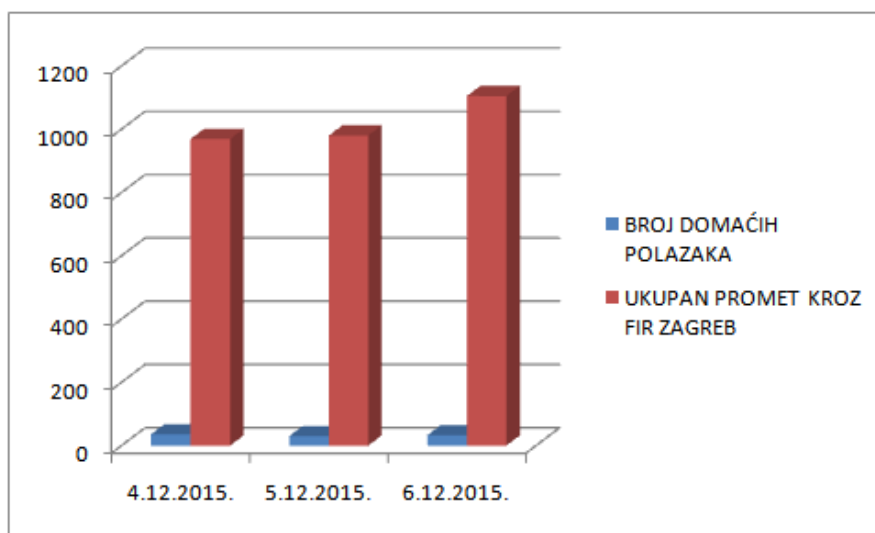
## 5.2.2. Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju polazaka

Analizom zračnog prometa kroz promatrani zračni prostor za tri zimska dana u prosincu može se primijetiti kako se, među polazišnim zračnim lukama s najvećim brojem letova koji prolaze kroz FIR Zagreb, nalaze prilično ravnomjerno raspoređeni gradovi sjeverne i srednje Europe, kao i gradovi popularnih jugoistočnih turističkih odredišta, ali u znatno manjem broju operacija u odnosu na ljetni period s obzirom na to da više ne traje turistička sezona.

**Tablica 10.** Zračne luke s najvećim brojem uzlijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani prostor

DAN	ICAO KOD	GRAD	BROJ POLAZAKA
4.12.2015.	LTBA	Istanbul	53
	LIRF	Rim	47
	LGAV	Atena	39
	LIMC	Milan	39
	LFPG	Pariz	32
	LSZH	Zurich	29
	EDDF	Frankfurt	28
	EGLL	London	28
	LLBG	Tel Aviv	26
	LROP	Bukurešt	26
5.12.2015.	LTBA	Istanbul	47
	LFPG	Pariz	45
	LIRF	Rim	42
	EGLL	London	37
	LGAV	Atena	33
	LIMC	Milan	33
	EGFF	Kardif	30
	EDDM	Munich	29
	LSZH	Zurich	28
	LLBG	Tel Aviv	24
6.12.2015.	EGLL	London	58
	LFPG	Pariz	46
	LLBG	Tel Aviv	44
	EDDF	Frankfurt	44
	LIRF	Rim	44
	LTBA	Istanbul	42
	LSZH	Zurich	37
	LIMC	Milan	36
	EDDM	Munich	32
	LGAV	Atena	32

Iz tablice 10 vidljivo je da su prva mjesta za promatrana tri zimska dana zauzeli veliki europski i istočni gradovi, dok se hrvatski gradovi više ne nalaze među prvih 10 zračnih luka.



**Grafikon 3.** Udio domaćih polazaka od ukupnog prometa

Na grafikonu 3 prikazan je udio domaćih polazaka u odnosu na sav promet koji je prošao kroz FIR Zagreb. Dana 4.12. taj broj je iznosio 36 od ukupno 969 letova, što iznosi 3.72%. Dana 5.12. zabilježeno je 30 polijetanja sa domaćih zračnih luka, što iznosi 3.1% od ukupno 980 letova. I dana 6.12.2015. godine zabilježeno je 33 polijetanja sa domaćih zračnih luka od ukupno 1105 letova koji su prolazili kroz FIR Zagreb, što iznosi 2.99%.



### 5.2.3. Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju dolazaka

Analiza najprometnijih zračnih luka i aerodroma po broju dolazaka čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor za tri zimska dana u prosincu pokazuje da se među odredišnim zračnim lukama s najvećim brojem letova nalaze gradovi sjeverne i srednje Europe te gradovi jugoistočnih turističkih središta.

**Tablica 11.** Zračne luke s najvećim brojem slijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor

DAN	ICAO KOD	GRAD	BROJ DOLAZAKA
4.12.2015.	LTBA	Istanbul	62
	LIRF	Rim	53
	LGAV	Atena	39
	LFPG	Pariz	33
	EGLL	London	31
	LSZH	Zurich	30
	LROP	Bukurešt	30
	LLBG	Tel Aviv	29
	LIMC	Milan	28
	EDDM	Munich	22
5.12.2015.	LTBA	Istanbul	49
	LIRF	Rim	41
	LGAV	Atena	35
	LFPG	Pariz	32
	EGLL	London	29
	EDDF	Frankfurt	24
	LROP	Bukurešt	23
	OTHH	Doha	23
	EDDM	Munich	22
	LIMC	Milan	22
6.12.2015.	LLBG	Tel Aviv	51
	LIRF	Rim	49
	LTBA	Istanbul	49
	LGAV	Atena	37
	LROP	Bukurešt	35
	OTHH	Doha	31
	LIMC	Milan	30
	EGLL	London	27
	LFPG	Pariz	26
	LBSF	Sofia	26

U tablici 11 može se vidjeti da prevladavaju europski gradovi kao što su Rim sa 40 i više letova i Pariz od 26 do 33 leta, zatim jugoistočni gradovi poput Istanbula sa 40 i više letova. Od domaćih zračnih luka ni jedna se ne nalazi među prvih 10 najprometnijih zračnih luka.

#### 5.2.4. Najopterećenije točke unutar promatranog zračnog prostora

Analizom najopterećenijih točaka dobiveni su podaci prikazani tablicom 12. Iz dobivenih podataka se vidi da je najopterećenija točka u promatranom periodu točka NAKIT s brojem preleta koji se kreće od 130 do 190.

**Tablica 12.** Prikaz 10 najopterećenijih točaka unutar promatranog zračnog prostora

DAN	NAVIGACIJSKA TOČKA	BROJ PRELETA
4.12.2015.	NAKIT	160
	SOLGU	105
	PEVAL	103
	BOSNA	102
	PUL	90
	SPL	74
	KONUV	72
	NEMEK	72
	ZAG	71
	OBALA	63
5.12.2015.	NAKIT	133
	BOSNA	118
	ZAG	103
	PEVAL	92
	SOLGU	90
	NEMEK	79
	PUL	73
	KONUV	72
	PETOV	70
	SPL	70
6.12.2015.	NAKIT	190
	PEVAL	140
	BOSNA	133
	SPL	133
	SOLGU	125
	PUL	124
	KONUV	108
	NEMEK	108
	NERRA	97
	DBK	97

Prema podacima iz tablice može se zaključiti kako se većina prometa odvija duž obale Jadranskog mora, te kroz središnji dio područja koji je pod nadležnošću HKZP, točnije oko točke ZAG. Broj preleta preko najopterećenijih točaka unutar promatranog zračnog prostora se prepолоvio u odnosu na ljetni period.

## 5.2.5. Najopterećeniji segmenti ruta unutar promatranog zračnog prostora

Analizom najopterećenijih segmenata ruta za tri dana u mjesecu prosincu dobiveni su podaci prikazani u tablici 13.

**Tablica 13.** Najopterećeniji segmenti unutar promatranog zračnog prostora

DAN	SEGMENTI RUTE	BROJ PRELETA
4.12.2015.	NAKIT-ROTAR	86
	KONUUV-TILVO	69
	SUDIM-KOREX	56
	KOREX-OBALA	56
	NAVSU-SUDIM	56
	BOSNA-NAVSU	54
	DBK-KONUUV	52
	OBALA-NAKIT	52
	IDASI-SOLGU	50
	MONID-ETOBİ	50
5.12.2015.	NAKIT-ROTAR	76
	KONUUV-TILVO	72
	ETOBİ-IDASI	55
	MONID-ETOBİ	55
	DBK-KONUUV	54
	TUPUS-MONID	54
	IDASI-SOLGU	54
	NEMEK-TUPUS	54
	NERRA-DBK	50
	AMUGO-UVODI	48
6.12.2015.	KONUUV-TILVO	106
	DBK-KONUUV	92
	NERRA-DBK	90
	NAKIT-ROTAR	89
	ETOBİ-IDASI	80
	TUPUS-MONID	80
	MONID-ETOBİ	79
	IDASI-SOLGU	79
	NEMEK-TUPUS	78
	SPL-NERRA	64

Vidljivo je da je za dane 4.12.2015. godine i 5.12.2015. godine promet ravnomjerno raspoređen po cijelom promatranom zračnom prostoru, za razliku od ljetnog perioda gdje se promet najviše odvijao duž Jadranske obale. No dana 6.12.2015. godine najopterećeniji dijelovi ruta su bili KONUUV-TILVO i DBK-KONUUV, što dovodi do zaključka da se u nedjelju promet najviše odvijao u smjeru jugo/jugoistok, što može biti posljedica meteoroloških uvjeta u kontinentalnom dijelu.

## 5.2.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora

Analizom zračnog prometa za tri zimska dana u mjesecu prosincu dobiveni su rezultati koji prikazuju najučestalije tipove zrakoplova kojima su održani letovi. Podaci dobiveni analizom prikazani su u tablici 14.

**Tablica 14.** Najučestaliji tipovi zrakoplova koji prolaze promatranim zračnim prostorom

DAN	TIP ZRAKOPLOVA	BROJ PUTNIČKIH MJESTA	BROJ OPERACIJA
4.12.2015.	A320	150	270
	B738	148	125
	A321	185	72
	A319	124	72
	A332	23	47
	B77W	318	33
	B772	234	31
	E190	8	22
	DH8D	78	21
	A333	300	21
5.12.2015	A320	150	277
	B738	148	133
	A319	124	78
	A321	185	76
	A332	23	44
	B77W	318	40
	B772	234	28
	E190	8	27
	A333	300	24
	B737	149	23
6.12.2015.	A320	150	332
	B738	148	162
	A319	124	86
	A321	185	64
	A332	23	45
	B77W	318	39
	B772	234	35
	B744	415	31
	E190	83	30
	B788	242	24

Najučestaliji tipovi zrakoplova za vrijeme promatranog ljetnog perioda i zimskog perioda su većinom isti, ali zato broj operacija nije. Vidljivo je da se broj operacija u zimskom periodu pojedine vrste zrakoplova smanjio za više od 50% paralelno smanjenjem broja letova koji polaze kroz FIR Zagreb.

### 5.2.7. Zračni prijevoznici s najvećim brojem letova

Analizom zračnog prometa za vrijeme promatranog karakterističnog vikenda u mjesecu prosincu 2015.godine, utvrđeno je da su najprometniji zračni prijevoznici unutar promatranog zračnog prostora WZZ-Wizzair i THY-Turkish Airlines. Broj operacija ovih zračnih prijevoznika sličan je onome za vrijeme ljetnog perioda. Podaci dobiveni analizom prikazani su u tablici 15.

**Tablica 15.** Najučestaliji zračni prijevoznici čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor

DAN	ZRAČNI PIJEVOZNIK	ICAO CODE	BROJ OPERACIJA
4.12.2015.	Turkish Airlines	THY	103
	Wizzair	WZZ	71
	Ryanair	RYR	39
	Aegean	AEE	38
	Alitalia	AZA	35
	Lufthansa	DLH	32
	Sunturk	PGT	30
	Croatia Airlines	CTN	27
	Air France	AFR	27
	Speedbird	BAW	26
5.12.2015.	Wizzair	WZZ	88
	Turkish Airlines	THY	86
	Lufthansa	DLH	40
	Qatari	QTR	39
	Aegean	AEE	36
	Ryanair	RYR	35
	Alitalia	AZA	31
	Speedbird	BAW	31
	Air France	AFR	29
	Swiss	SWR	24
6.12.2015.	Wizzair	WZZ	90
	Turkish Airlines	THY	85
	Qatari	QTR	47
	Ryanair	RYR	41
	Aegean	AEE	41
	Speedbird	BAW	38
	Elal	ELY	38
	Lufthansa	DLH	36
	Alitalia	AZA	34
	EasyJet	EZY	28

Intenzitet prometa kod domaćeg zračnog prijevoznika bilježi značajan pad. U tablici se može vidjeti da se Croatia Airlines 5.12.2015. godine i 6.12.2015. godine uopće ne nalazi među prvih 10 najučestalijih zračnih prijevoznika. Dana 5.12.2015. godine Croatia Airlines bilježi 17 letova, što čini samo 1.73% od ukupnog prometa tog dana. Od čega je čak 12 letova unutar domaćeg zračnog prostora, odnosno 70.59% letova od domaćeg zračnog prijevoznika odnosi se na domaći zračni promet. Dok dana 6.12.2015. godine Croatia Airlines bilježi 21 let, što ima udio od 1.90% u ukupnom prometu promatranog dana. Od 21 leta domaći zračni prijevoznik je izvršio 14 domaćih letova pa se tako 66.67% letova domaćeg zračnog prijevoznika odnosi na domaći zračni promet.

### 5.2.8. Prikaznik podataka (ACC Viewer) o nadležnosti oblasne kontrole

Analiza promatranog zračnog prostora, odnosno LDZOCTA ACC-a dana 4.12.2015. godine pokazala je da je bilo aktivirano 4 konfiguracije, te da nije bilo ni ti jedne minute kašnjenja kao ni izvršenih regulacija. U vremenu od 11:30 h do 11:50 h zabilježeno je najveće zasićenje u iznosu od 6 zrakoplova, ali ovo opterećenje nije prouzrokovalo nikakvo kašnjenje ni ti potrebu za izvršenjem regulacije.

**Tablica 16.** Prikaz podataka o nadležnosti oblasne kontrole

	DAN		
	4.12.2015.	5.12.2015.	6.12.2015.
BR. AKTIVNIH KONFIGURACIJA	4	4	5
KAŠNENJE [min]	0	0	0
REGULACIJE	0	0	0
PREOPTEREĆENJE	6	6	6

Dana 5.12.2015. godine bilo je aktivirano 4 konfiguracije. Također nije bilo kašnjenja ni ti izvršenih regulacija usprkos opterećenju koje je nastalo između 16:40 h i 17:00 h zbog 6 zrakoplova više koji su prelazili kapacitete sektora.

Dana 6.12.2015. godine bio je najveći broj aktiviranih konfiguracija u odnosu na promatrana 3 dana u mjesecu prosincu. Taj broj je iznosio 5 aktiviranih konfiguracija. Najveće opterećenje zabilježeno je u vremenskom periodu od 10:00 h do 10:20 h, te od 15:10 h do 15:30 h, a iznosilo je 6 zrakoplova. Usprkos dvostrukom zasićenju nije bilo kašnjenja ni poduzetih regulacija za taj dan. Podaci o nadležnosti oblasne kontrole promatranog zračnog prostora nalaze se na tablici 16.



Slika 7. Prikaz ACC Viewer-a za dan 5.12.2015. godine

Analiza dobivenih podataka pokazuje da za vrijeme promatranog karakterističnog vikenda nije bilo ni jedne minute kašnjenja kao ni izvršenih regulacija, što se može vidjeti na slici 7. To je posljedica tome što se promatrani karakteristični vikend nalazi u periodu godine kada je radno opterećenje kontrolora znatno manje s obzirom na to da je i broj samih operacija manji nego u najopterećenijem periodu kada traje turistička sezona.



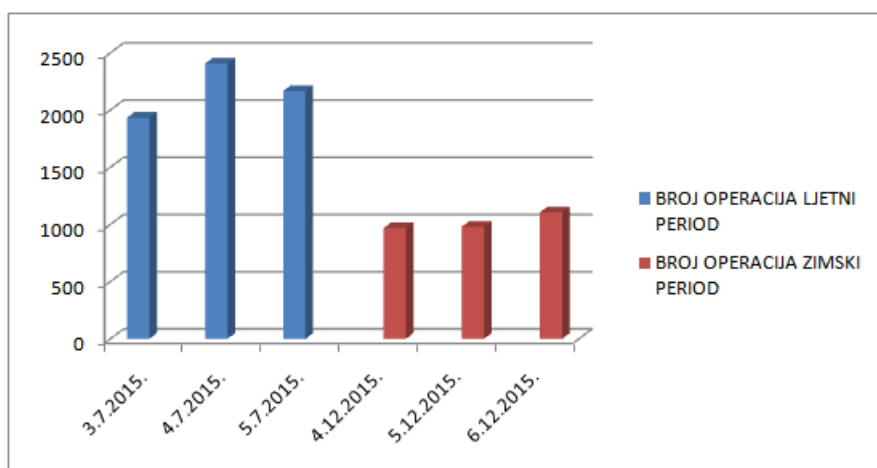
## **6. USPOREDBA REZULTATA ANALIZE ZA LJETNI I ZIMSKI PERIOD 2015. GODINE TE USPOREDBA SA REZULTATIMA ANALIZA IZ 2009. I 2011. GODINE**

Za potrebe ovog rada napravljena je detaljna analiza karakterističnog vikenda u mjesecu srpnju i prosincu 2015.godine, kako bi se rezultati analize mogli usporediti ovisno o godišnjem dobu te usporediti s rezultatima analize iz 2009. i 2011. godine. Kod usporedbe rezultata analize bitno je uzimati isti period godine i stoga su napravljene analize baš za određene dane.

Svrha usporedbe je doći do zaključka kako se zračni promet mijenja kroz promatrani period. Usporedbom rezultata izvršene analize s prethodnima može se vidjeti jesu li nastala poboljšanja u sustavu čija su posljedica smanjenje kašnjenja, smanjenje opterećenja ili je sustav ostao nepromijenjen, stoga su moguća pogoršanja uz stalan trend povećanja potražnje za zračnim prometom. Istraživanjem se može pronaći rješenje za nastali problem te tako uvesti promjene i poboljšati funkcionalnost samog sustava. Također, usporedba rezultata je bitna za dobivanje zaključka o promjenama tokova i trendova prometa, što pruža mogućnost predviđanja prometnih situacija te sprječavanje zagušenosti, konflikata i kašnjenja.

## 6.1. Usporedba rezultata analize ljetnog perioda s rezultatima analize zimskog perioda iz 2015. godine

Usporedba analiza ljetnog perioda s rezultatima analize zimskog perioda pokazat će razlike u odvijanju zračnog prometa, kao što je broj operacija u promatranom zračnom prostoru, smjer kretanja letova, opterećenje pojedinih sektora zračnog prostora, najčešće destinacije, najopterećeniji dijelovi ruta. Takve razlike nastaju zbog različitog perioda godine. Mjesec srpanj je značajan zbog turističke sezone te je u tom periodu promet znatno pojačan, što se vidi iz rezultata analize. Stoga se za analizu uzeo prvi karakteristični vikend u mjesecu srpnju, točnije 3.7. - petak, 4.7. - subota i 5.7.2015. godine - nedjelja. Međutim mjesec prosinac se nalazi izvan perioda turističke sezone, odnosno na samom početku zimskog godišnjeg doba kada je intenzitet prometa manji. Stoga se za analizu uzeo prvi tjedan u mjesecu prosincu, točnije 4.12. - petak, 5.12. - subota i 6.12. - nedjelja, kako bi se prikazala razlika u intenzitetu zračnog prometa i opterećenju zračnog prostora ovisno o godišnjem dobu.

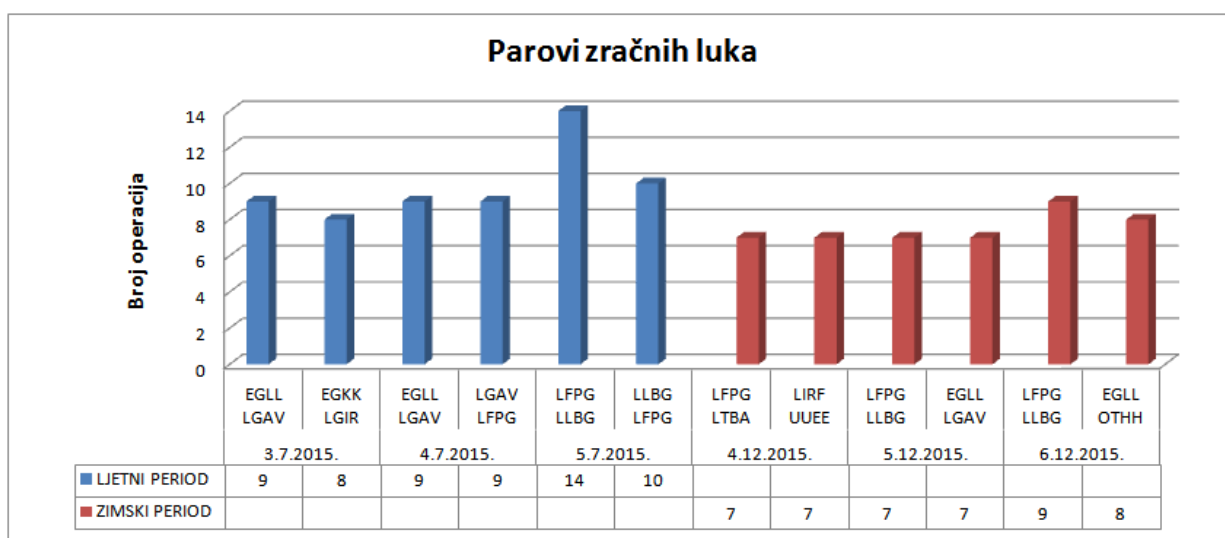


**Grafikon 4.** Usporedba broja operacija ljetnog i zimskog perioda

Na grafikonu 4 prikazana je razlika u broju operacija, koja nije iznenađujuća s obzirom na to da se uspoređuje turistički period godine sa zimskim. Primjer tome je da je dana 4.7.2015. godine bilo zabilježeno 2407 operacija, a dana 5.12.2015. godine 980 operacija, što je pad prometa u zimskom periodu od 59.29% u odnosu na ljetni.

### 6.1.1. Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta

Usporedbom rezultata analize parova zračnih luka s najvećim brojem preleta kroz promatrani zračni prostor dolazi se do zaključka da je za vrijeme ljetnog perioda više dominirao smjer sjeverozapad-jugoistok kao smjer kretanja zrakoplova, upravo zbog turističkih odredišta koji se nalaze na jugoistoku. Dok se za vrijeme zimskog perioda promet odvijao podjednako i na sjeverozapadu i na jugoistoku, jer turistička sezona više nije uvjet u tom periodu godine da će većina prometa ići u smjeru koji je najopterećeniji za vrijeme ljetnog perioda.



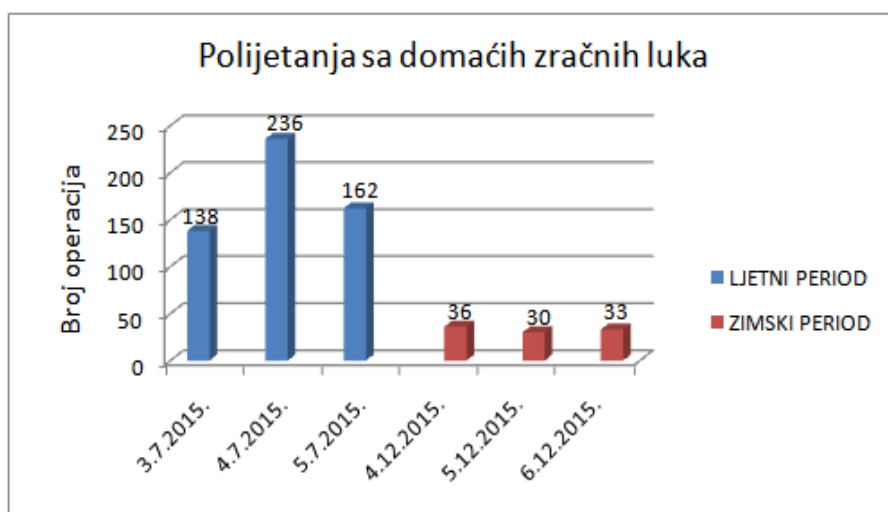
**Grafikon 5.** Usporedba parova zračnih luka iz ljetnog i zimskog perioda

Može se primijetiti da je, za vrijeme promatranih zimskih dana, nova linija Rim-Moskva. Također, na grafikonu 5 se može vidjeti pad u broju operacija parova zračnih luka s najvećim brojem preleta u zimskom periodu. Što govori podatak da je za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu srpnju broj operacija najčešćih zračnih luka bio je 9, 10 čak i 14, dok je za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu prosincu bio 7, 8 i 9.

### 6.1.2. Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju polazaka

Usporedbom rezultata analize ljetnog perioda i zimskog primjećuje se znatan pad u broju operacija najprometnijih polaznih zračnih luka i aerodroma čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor. Također se može primijetiti da neke zračne luke i aerodromi u promatranom zimskom vikendu više nisu na vrhu tablice, odnosno nemaju najveći broj operacija kao što je EGKK - London, LFPG - Pariz, LDSP - Split. Dok se Istanbul zadržao, za vrijeme sva tri promatrana zimska dana, među najprometnijim zračnim lukama.

Analiza zračnog prometa za karakteristični vikend u mjesecu srpnju pokazuje kako domaće zračne luke imaju udio od čak 7 i više posto u ukupnom prometu koji je prošao kroz promatrani zračni prostor za vrijeme analiziranih dana, točnije više od 130 polijetanja sa domaćih zračnih luka. Dok za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu prosincu taj udio pada na 3%, odnosno broj operacija polijetanja sa domaćih zračnih luka ne prelazi 36 polijetanja.

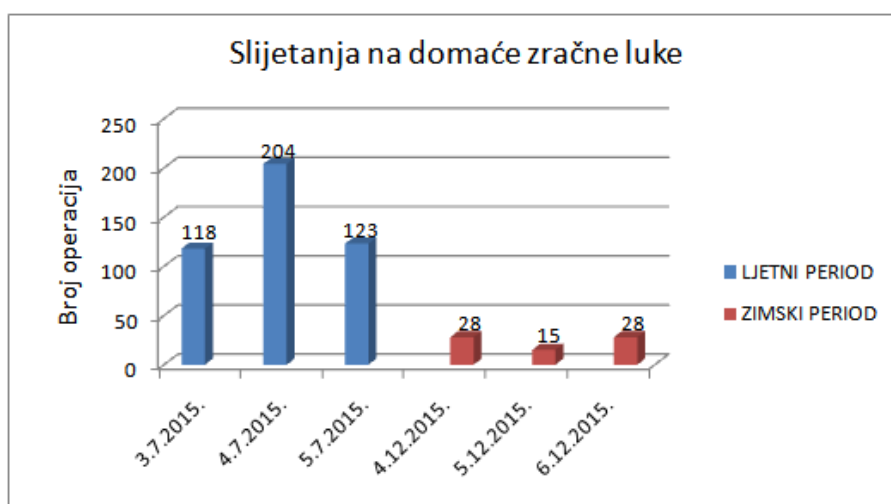


**Grafikon 6.** Usporedba broja polijetanja sa domaćih zračnih luka

Usporedbom analiza, koja je prikazana na grafikonu 6, dolazi se do zaključka da dolaskom zimskog perioda godine ne opada polijetanje samo na međunarodnim zračnim lukama i aerodromima, već i na domaćim. Međutim taj postotak pada na domaćim zračnim lukama i aerodromima je znatno veći nego kod ostalih zračnih luka i iznosi 73.9% za 4.12., 87.29% za 5.12., te 79.63% manje polijetanja sa domaćih zračnih luka dana 6.12.2015. godine.

### 6.1.3. Najprometnije zračne luke i aerodromi po broju dolazaka

Usporedbom rezultata analize ljetnog i zimskog perioda može se zaključiti da prvih 5 najprometnijih odredišnih zračnih luka i aerodroma za vrijeme promatranog ljetnog vikenda su iste kao i za vrijeme promatranog zimskog vikenda. Kao u prethodnom poglavlju, može se vidjeti da tijekom zimskog perioda godine broj operacija s najprometnijih odredišnih zračnih luka i aerodroma opada. Isto tako smanjenje operacija je znatno veće na domaćim zračnim lukama u odnosu na ostale zračne luke.

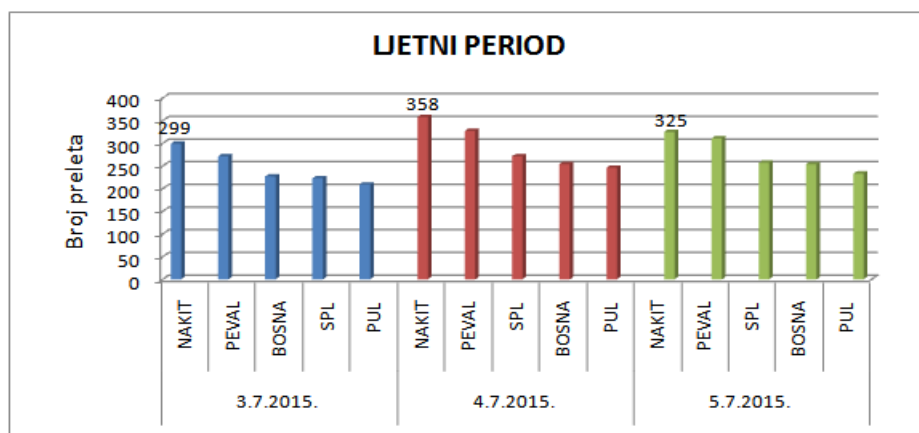


**Grafikon 7.** Usporedba ljetnog i zimskog perioda

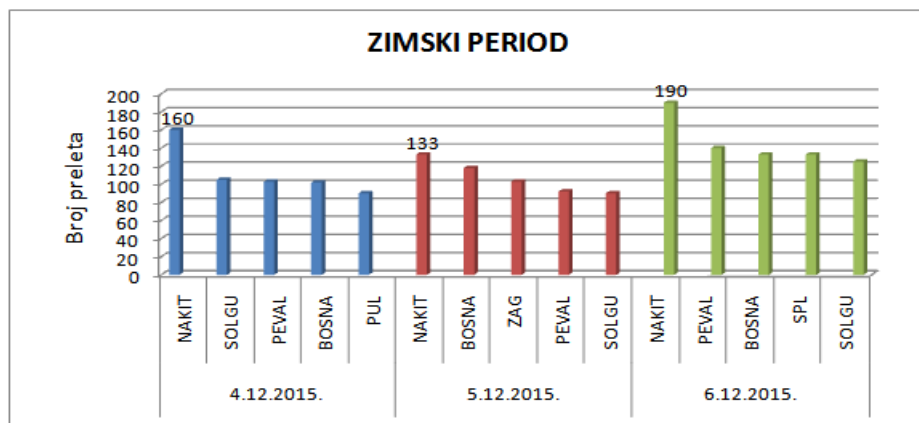
Na grafikonu 7 prikazana je usporedba ljetnog i zimskog perioda, iz kojeg se vidi pad broja dolazaka na domaće zračne luke u zimskom periodu. To potvrđuju brojke koje govore da je broj dolazaka u ljetnom promatranom periodu za dan 4.7.2015 iznosio 204, a u zimskom 15, što je čak 92.65% manje slijetanja na domaće zračne luke.

#### 6.1.4. Najopterećenije točke unutar promatranog zračnog prostora

Rezultati analize najopterećenijih točaka unutar promatranog prostora pokazali su da se najviše operacija odvijalo iznad točaka koje se nalaze iznad područja Jadranskog mora te nešto malo iznad područja središnje Bosne i Hercegovine za vrijeme promatranog ljetnog perioda. Dok se za vrijeme zimskog perioda postojeći promet ravnomjerno rasporedio kroz cijelo područje nadležnosti HKZP. Razlog tome je što više nisu najposjećenije destinacije samo na jugoistoku, već su i u srednjoj Europi sukladno godišnjem periodu u kojem traje zimski turizam. Stoga se jedan dio prometa odvijao i u tom smjeru, točnije preko točaka kao što su ZAG i PETOV.



**Grafikon 8.** Prikaz 5 najopterećenijih točaka za vrijeme promatranog ljetnog vikenda

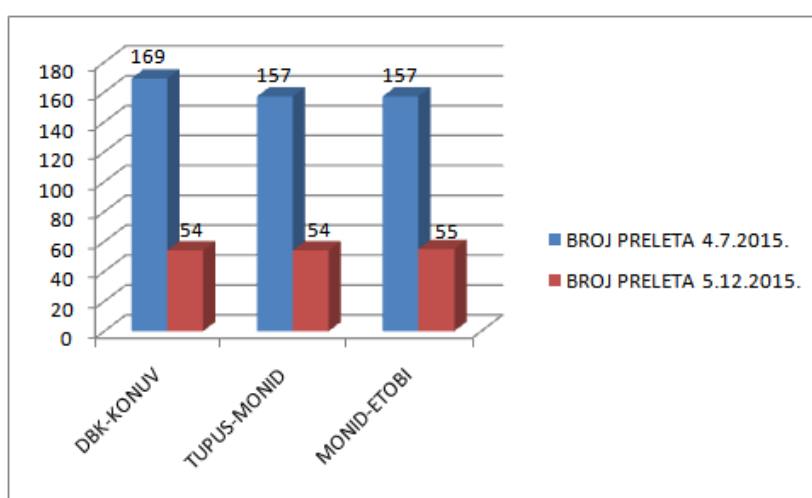


**Grafikon 9.** Prikaz 5 najopterećenijih točaka za vrijeme promatranog zimskog vikenda

Usporedbom rezultata analiza ljetnog perioda i zimskog može se vidjeti znatan pad u opterećenju točaka. Tako točka NAKIT, iako je najopterećenija točka u ljetnom i zimskom periodu, bilježi pad u broju prelijetanja od 46% i više. Usporedba rezultata analiza napravljena je pomoću grafikona 8 i 9.

### 6.1.5. Najprometniji segmenti ruta unutar promatranog zračnog prostora

Rezultati analize promatranog vikenda u mjesecu srpnju pokazuju da se promet najviše odvijao u smjeru jugoistok, odnosno duž Jadranske obale, dok se za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu prosincu promet odvijao ravnomjerno unutar promatranog prostora, što se vidi pomoću ranga najprometnijih segmenata ruta u tablici. To potvrđuje zaključak iz prethodnog poglavlja, koji govori da se promet za vrijeme zimskog perioda odvija i dalje duž Jadranske obale, ali se isto tako povećao u središnjem dijelu FIR Zagreba prema srednjoj Europi.



**Grafikon 10.** Usporedba ljetnih rezultata s rezultatima iz zimskog perioda

Usporedba rezultata analize iz ljetnog perioda s rezultatima analize iz zimskog perioda prikazana je na grafikonu 10. Može se vidjeti da je opterećenost za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu prosincu, sukladno ukupnom broju operacija, manja čak i do 50%. Također segmenti ruta kao što su DBK-KONUJ, MONID-ETOBI i NERRA-DBK nisu više pri samom vrhu tablice najopterećenijih segmenata ruta za vrijeme promatranog zimskog perioda.

### 6.1.6. Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora

Usporedbom rezultata analize ljetnog perioda s rezultatima analize zimskog perioda može se primijetiti da, ne ovisno o godišnjem dobu, najučestaliji tipovi zrakoplova su većinom isti uz pokoju iznimku. Razlog tome je što su to zrakoplovi koji imaju najveću iskoristivost na srednjim i kratkim udaljenostima ne ovisno o godišnjem dobu. Njihov kapacitet iznosi od 150 do 200 sjedala, što je najbolji omjer dobiti i iskoristivosti.

**Tablica 17.** Prikaz najučestalijih tipova zrakoplova kojima su održani letovi unutar promatranog prostora

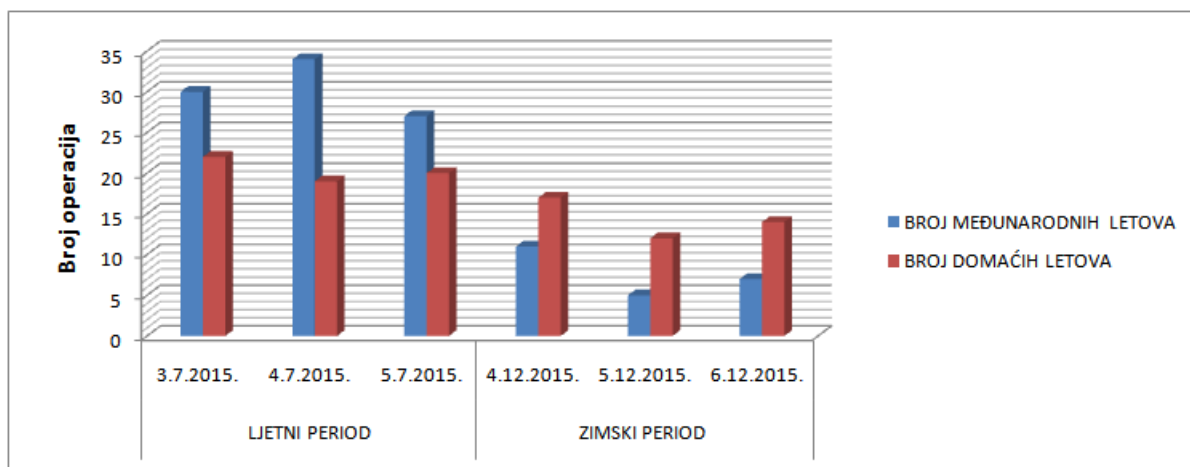
LJETNI PERIOD				ZIMSKI PERIOD			
DAN	TIP ZRAKOPLOVA	BROJ PUTNIČKIH MJESTA	BROJ OPERACIJA	DAN	TIP ZRAKOPLOVA	BROJ PUTNIČKIH MJESTA	BROJ OPERACIJA
3.7.2015.	A320	150	497	4.12.2015.	A320	150	270
	B738	148	414		B738	148	125
	A321	185	182		A321	185	72
	A319	124	148		A319	124	72
	B737	149	50		A332	23	47
4.7.2015.	A320	150	634	5.12.2015.	A320	150	277
	B738	148	468		B738	148	133
	A319	124	279		A319	124	78
	A321	185	215		A321	185	76
	B737	149	70		A332	23	44
5.7.2015.	A320	150	588	6.12.2015.	A320	150	332
	B738	148	458		B738	148	162
	A321	185	210		A319	124	86
	A319	124	160		A321	185	64
	B737	149	56		A332	23	45

Prikaz podataka korištenih za usporedbu analize ljetnog promatranog vikenda i zimskog prikazana je na tablici 17. Zaključno je da se za vrijeme zimskog perioda broj operacija najučestalijih tipova zrakoplova kojima su održani letovi unutar promatranog zračnog prostora smanjio. Tako Airbus A320 bilježi pad operacija u iznosu od 43 i više posto za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu prosincu.



### 6.1.7. Zračni prijevoznici s najvećim brojem letova

Usporedba rezultata analize promatranog vikenda u mjesecu srpnju sa rezultatima analize promatranog vikenda u mjesecu prosincu pokazuje da se broj operacija najučestalijih zračnih prijevoznika smanjio za 30 i više operacija po danu za vrijeme zimskog perioda. Tako je zračna kompanija THY - Turkish Airlines, iako je i dalje rangirana među prva 2 najučestalija prijevoznika, broj operacija smanjila s obzirom na to da je potražnja tijekom zime ipak manja u odnosu na potražnju kada traje turistička sezona. Dok neki zračni prijevoznici, kao što je WZZ - Wizzair, za vrijeme promatranog zimskog perioda bilježe povećanje broja letova.

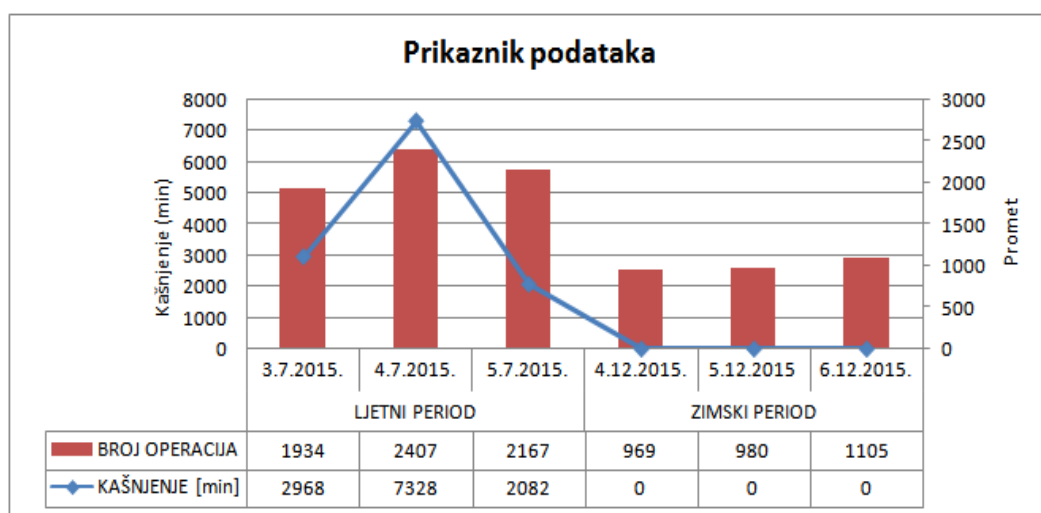


**Grafikon 11.** Usporedba broja međunarodnih i domaćih letova

Domaći zračni prijevoznik Croatia Airlines također bilježi pad broja operacija za vrijeme zimskog perioda. Rezultati analize za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu prosincu pokazuju da se minimalno 60% letova domaćeg zračnog prijevoznika odvijalo unutar domaćeg zračnog prostora, dok se za vrijeme promatranog vikenda u mjesecu srpnju zabilježilo maksimalno 43% domaćeg zračnog prometa od ukupnog broja operacija izvršenih od strane Croatia Airlines. To dokazuje da je Croatia Airlines znatno smanjila broj međunarodnih letova u odnosu na domaće za vrijeme promatranog zimskog perioda, ta promjena se može vidjeti na grafikonu 11.

### 6.1.8. Prikaznik podataka (ACC Viewer) o nadležnosti oblasne kontrole

Analiziranje pojedinih dana prvog vikenda mjeseca srpnja pokazalo je da je bilo 12 738 minuta kašnjenja, dok za vrijeme promatranog prvog vikenda mjeseca prosinca nije bilo uopće kašnjenja, što je velika razlika. Zaključak tome je da je za vrijeme ljeta promet puno gušći, uzrokuje veće opterećenje i na kapacitet prostora/aerodroma i na radni učinak kontrolora zračnog prometa. Kašnjenje ne nastaje samo u promatranom zračnom prostoru, već to kašnjenje može biti započeto kod samog polijetanja te se tako proteže kroz cijeli let.



**Grafikon 12.** Usporedba prometa i kašnjenja

Za vrijeme ljetnog perioda godine; turističke sezone, količina potražnje je veća od maksimalnog kapaciteta što uzrokuje opterećenja pojedinih sektora, zatim kašnjenja i odgađanje letova. Nužno je poduzeti regulacije koje će smanjiti opterećenje zračnog prostora te tako omogućiti da se ostvare zahtjevi svih letova. Također broj aktiviranih konfiguracija pokazuje koliko je potrebno kontrolora u jednoj smjeni kako bi svi zrakoplovi bili kontrolirani na siguran način, odnosno kako se pojedini sektor ne bi zagušio. Stoga je za vrijeme promatrana tri ljetna dana bilo aktivirano ukupno 29 konfiguracija, dok je za vrijeme tri promatrana zimska dana bilo aktivno 13 konfiguracija, što je 55% manje opterećenja i angažiranih kontrolora za rad u smjeni sukladno količini prometa.

## 6.2. Usporedba rezultata analiza iz 2009., 2011. i 2015. godine

Za analizu zračnog prometa u 2009. godini promatrao se prvi petak (3.7.2009.) u mjesecu srpnju i prvi petak (4.12.2009.) u mjesecu prosincu. Za analizu u 2011. godini promatrala se prva subota (2.7.2011.) u srpnju i prva nedjelja (4.12.2011.) u prosincu. Kako bi usporedba rezultata bila što točnija, uspoređivat će se dani koji odgovaraju jedni drugima. Dani koji će se uspoređivati prikazani su tablicom 18.

**Tablica 18.** Prikaz analiziranih dana koji se uspoređuju

LJETNI PERIOD	
3.7.2009. - petak	→ 3.7.2015.- petak
2.7.2011. - subota	→ 4.7.2015. - subota
ZIMSKI PERIOD	
4.12.2009. - petak	→ 4.12.2015. - petak
4.12.2011. - nedjelja	→ 6.12.2015. - nedjelja

Usporedba podataka iz 2009. i 2011. godine i podataka dobivenih analizom za 2015. godinu prikazana je u tablici 19. Može se vidjeti povećanje broja letova u ljetnom i zimskom periodu. Za vrijeme ljetnog perioda porast prometa u 2015. godini za petak iznosi 11.27% u odnosu na 2009. godinu, a za subotu 9.60% u odnosu na 2011. godinu. Za vrijeme zimskog perioda porast prometa u 2015. godini za petak iznosi 7.43% u odnosu na 2009. godinu, dok za nedjelju iznosi 13.94% u odnosu na 2011. godinu, što je za promatrane dane oba mjeseca najveći zabilježeni porast prometa.

**Tablica 19.** Zabilježeni broj operacija za analizirane dane

LJETNI PERIOD				
DAN	BROJ OPERACIJA		DAN	BROJ OPERACIJA
3.7.2009.	1716	→	3.7.2015.	1934
2.7.2011.	2176		4.7.2015.	2407
ZIMSKI PERIOD				
DAN	BROJ OPERACIJA		DAN	BROJ OPERACIJA
4.12.2009.	897	→	4.12.2015.	969
4.12.2011.	951		6.12.2015.	1105

### 6.2.1. Parovi zračnih luka s najvećim brojem preleta

Rezultati koji se uspoređuju prikazani su tablicom 20. Postavljeni su tako da podaci dana koji se uspoređuju budu jedan pokraj drugoga radi lakše uočljivosti i usporedbe. Analizom podataka iz 2009. godine za ljetni period može se vidjeti da je Grčka bila najpoželjnije turističko odredište. Također u 2015. godini na isti dan Grčka je bila među najposjećenijima, iako s nešto manje broja operacija nego u 2009. godini. Turska je bila najposjećenije odredište u 2011., dok je u 2015. godini na isti promatrani dan Grčka zauzela prva dva mjesta u tablici, pa zatim Turska.

**Tablica 20.** Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem preleta za ljetni period 2009., ljetni period 2011. i ljetni period 2015. godine

3.7.2009.		3.7.2015.		2.7.2011.		4.7.2015.	
ICAO KOD	BR. OPERACIJA	ICAO KOD	BR. OPERACIJA	ICAO KOD	BR. OPERACIJA	ICAO KOD	BR. OPERACIJA
LFPG-LGAV	13	EGLL-LGAV	9	EHAM-LTAI	14	EGLL-LGAV	9
LGAV-EGLL	8	EGKK-LGIR	8	LFPG-LTBA	9	LGAV-LFPG	9
EGLL-LGAV	8	LTBA-LFPG	8	EGLL-LGAV	8	LTBS-EGKK	9
LFPG-LTBA	8	LFPG-LLBG	7	LSZH-LTAI	8	LSZH-LTAI	8
LTBS-EGKK	7	LFPG-LGAV	7	EGLL-LTBA	8	LTBS-EGCC	8
EDDF-LTAI	7	LSZH-LTBA	7	EHAM-LTBS	8	BKPR-LFSB	8
UUUD-LDPL	6	LGIR-EGKK	7	EBBR-LTAI	8	LFSB-BKPR	8
EGKK-LTBS	6	LFPG-LTBA	7	EDDM-LTAI	7	LFPG-LTBA	8
LSZH-LTBA	6	EGLKK-LGKR	7	EDDL-LTAI	7	LGAV-EGLL	7
EDDM-LTBA	6	LIRF-UUEE	7	EHAM-LTFE	7	LFPG-LGAV	7

U 2015. godini može se primijetiti nešto manji broj operacija između parova zračnih luka s najvećim brojem preleta kroz promatrani zračni prostor u odnosu na prethodne analize. Zaključno je da je u 2011. godini najviše prevladavao jugoistočni smjer kretanja prometa, dok se za vrijeme promatranih dana u 2009. i 2015. godini promet odvijao i u smjeru sjeverozapada, međutim više u smjeru jugoistoka prema najpopularnijim turističkim središtima.

**Tablica 21.** Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem preleta za zimski period 2009., zimski period 2011. i zimski period 2015. godine

4.12.2009.		4.12.2015.		4.12.2011.		6.12.2015.	
ICAO KOD	BR. OPERACIJA	ICAO KOD	BR. OPERACIJA	ICAO KOD	BR. OPERACIJA	ICAO KOD	BR. OPERACIJA
LGAV-EGLL	8	LFPG-LTBA	7	LFPG-LTBA	9	LFPG-LLBG	9
LFPG-LTBA	8	LIRF-UJEE	7	LTBA-LFPG	9	EGLL-OTHH	8
EDDF-LTBA	7	LSZH-LTBA	6	LOWW-LIRF	6	EGLL-LGAV	7
HESH-EGKK	7	LFPG-LLBG	6	LFPG-LLBG	6	LIRF-UJEE	7
EGLL-LGAV	7	EGLL-LGAV	6	EDDM-LTBA	6	LLBG-LFPG	7
LDZD-LDZD	6	LOWW-LIRF	6	HEGN-EDDM	5	LSZH-LLBG	6
EGLL-LTBA	6	HKJK-EHAM	6	EDDF-LDZA	5	LGAV-EGLL	6
LDZA-LOWW	6	LIRF-LOWW	6	EDDM-LGAV	5	LFPG-LTBA	6
EGKK-HESH	6	LGAV-EDDM	6	LGAV-EDDM	5	EDDF-LLBG	6
LOWW-LDZA	5	EDDM-LGAV	6	EDDS-LTAI	5	LSZH-LTBA	5

U zimskom periodu može se primijetiti da su podjednako bili zastupljeni i sjeverozapadni i jugoistočni tokovi prometa za sve analizirane godine. U 2009. godini primjećuje se da se među prvih 10 parova zračnih luka nalaze i neke od domaćih zračnih luka kao što su Zagreb i Zadar, dok za promatrani dan u 2015. godini to nije slučaj. Za vrijeme promatranog dana u 2015. godini u odnosu na 2009. vidi se pad broja operacija parova zračnih luka, dok je u odnosu na 2011. godinu taj broj otprilike isti. Podaci korišteni za usporedbu rezultata analiza prikazani su u tablici 21.

## 6.2.2. Najprometniji dijelovi ruta unutar promatranog zračnog prostora

Usporedbom podataka dobivenih analizama iz 2009. s podacima analize iz 2015. godine za ljetni period, može se primijetiti kako se najprometniji dijelovi ruta većinom ne mijenjaju, promet se pretežno odvijao u smjeru jugoistok i iz smjera zapad prema istoku. Dana 3.7.2015. godine zabilježen je veći broj operacija na najprometnijim dijelovima ruta u odnosu na 3.7.2009. godine. Za vrijeme promatranih dana, točnije 2.7.2011. i 4.7.2015. godine, promet se također odvijao iz smjera sjeverozapada prema jugoistoku. U 2011. godini prema danim podacima može se primijetiti najveći broj operacija na najprometnijim dijelovima ruta, tako DBK-KONUV bilježi 291 let u 2011.godini, dok 4.7.2015. godine taj broj iznosi 169, što je 41.92% manje operacija. Za vrijeme sva 4 promatrana dana promet se pretežito odvijao duž Jadranske obale.

**Tablica 22.** Usporedba podataka o najprometnijim dijelovima ruta za vrijeme ljetnog perioda 2009., 2011. i 2015. godine

3.7.2009.		3.7.2015.		2.7.2011.		4.7.2015.	
SEGMENTI RUTE	BR. OPERACIJA	SEGMENTI RUTE	BR. OPERACIJA	SEGMENTI RUTE	BR. OPERACIJA	SEGMENTI RUTE	BR. OPERACIJA
DBK-KONUV	123	DBK-KONUV	150	DBK-KONUV	291	DBK-KONUV	169
PEVAL-NAKIT	107	KONUV-TILVO	126	ZDA-SPL	193	TUPUS-MONID	157
NAKIT-PUL	107	NERRA-DBK	125	PEVAL-NAKIT	189	MONID-ETOBİ	157
ZDA-SPL	101	ETOBİ-IDASI	107	NAKIT-PUL	186	NEMEK-TUPUS	157
TUPUS-MONID	88	MONID-ETOBİ	106	GUBOK-DER	185	ETOBİ-IDASI	156
NEMEK-TUPUS	88	IDASI-SOLGU	104	PUL-ZDA	178	IDASI-SOLGU	154
PUL-ZDA	87	TUPUS-MONID	104	ZAG-GUBOK	166	KONUV-TILVO	143
MONID-IDASI	87	NEMEK-TUPUS	103	RENDA-TUVAR	136	NERRA-DBK	140
ZAG-GUBOK	82	NAKIT-PEVAL	101	VBA-RENDA	132	NAKIT-ROTAR	128
GUBOK-DER	82	NAKIT-ROTAR	97	ZAG-VBA	128	VAKSU-AMUGO	116

U tablici 22 prikazani su podaci za najprometnije segmente ruta unutar promatranog zračnog prostora za promatrane dane u mjesecu srpnju 2009., 2011. i 2015. godine, a koji su korišteni za usporedbu rezultata analiza.

Najprometniji segmenti ruta za promatrani mjesec prosinac nisu prikazani zbog sličnosti podataka između zimskog i ljetnog perioda. Razlika je samo u broju operacija, koji je za vrijeme analiziranih dana u mjesecu prosincu manji čak i do 50% u odnosu na ljetni period, sukladno ukupno manjem broju operacija unutar promatranog zračnog prostora.

### 6.2.3. Najučestaliji tipovi zrakoplova za letove unutar promatranog zračnog prostora

Usporedbom podataka za ljetni period iz analiza 2009. i 2011. godine s podacima dobivenim analizom iz 2015. godine može se zaključiti da se prva 4 tipa zrakoplova koji imaju najveći udio u operacijama unutar promatranog zračnog prostora ne mijenjaju. Mijenja se jedino broj operacija koji su pojedini tipovi zrakoplova napravili za vrijeme promatranih dana. Tako je, sukladno većem broju ukupnih letova unutar promatranog zračnog prostora, dana 3.7.2015. godine u odnosu na 3.7.2009. godine zabilježen veći broj operacija A320 u iznosu od 147 letova, B738 u iznosu od 129 letova i A321 u iznosu od 65 letova. Dana 4.7.2015. godine u odnosu na 2.7.2011. godine zabilježen je također porast broja operacija kod najučestalijih tipova zrakoplova kojima su letovi održani unutar promatranog zračnog prostora. Što dovodi do zaključka da je broj prevezenih putnika povećan u odnosu na 2009. i 2011. godinu.

**Tablica 23.** Usporedba podataka o najučestalijim tipovima zrakoplova za vrijeme ljetnog perioda 2009., 2011. i 2015. godine

3.7.2009.		3.7.2015.		2.7.2011.		4.7.2015.	
TIP ZRAKOPLOVA	BR. OPERACIJA	TIP ZRAKOPLOVA	BR. OPERACIJA	TIP ZRAKOPLOVA	BR. OPERACIJA	TIP ZRAKOPLOVA	BR. OPERACIJA
A320	350	A320	497	A320	464	A320	634
B738	285	B738	414	B738	394	B738	468
A319	149	A321	182	A319	233	A319	279
A321	117	A319	148	A321	143	A321	215
B733	73	B737	50	B737	69	B737	70
DH8D	60	A332	41	B752	63	B733	55
B737	52	E190	40	DH8D	62	A332	50
AT72	49	B752	39	B733	60	E190	42
B735	44	B734	31	B734	48	B77W	42
CRJ2	26	A333	30	A332	42	DH8D	35

Također zbog sličnosti podataka između ljetnog i zimskog perioda prikazani su samo podaci za ljetni period u tablici 23. Razlika između promatranog ljetnog perioda i promatranog zimskog perioda u 2009., 2011. i 2015. godini je u broju operacija pojedinih tipova zrakoplova, odnosno za vrijeme zimskog perioda zabilježen je pad broja letova izvedenih od strane najučestalijih tipova zrakoplova u odnosu na ljetni.

## 7. ZAKLJUČAK

Usporedbom rezultata dobivenih analizom karakterističnog vikenda u mjesecu srpnju i prosincu, zaključuje se da je tijekom promatranog zimskog vikenda promet znatno manji sukladno godišnjem dobu i prestanku turističke sezone. Zabilježen je pad prometa unutar promatranog prostora čak i do 50%. Najopterećeniji segmenti ruta odnosno dijelovi zračnog prostora duž Jadranske obale za vrijeme ljetnog promatranog vikenda i dalje su najčešće putanje za vrijeme zimskog promatranog vikenda uz smanjenje broja operacija i veću raspoređenost tokova prometa na središnji dio promatranog zračnog prostora. Zabilježen je drastičan pad operacija polijetanja i slijetanja sa i na domaće zračne luke kao i broj operacija domaćeg zračnog prijevoznika, što dokazuje da je tijekom zimskog perioda van turističke sezone potražnja za zračnim prijevozom unutar Republike Hrvatske manja. Razlika u količini prometa između ljetnog i zimskog perioda godine predstavlja problem za organizaciju kontrole zračnog prometa s aspekta broja angažiranog osoblja i strukture zračnog prostora.

Dnevni porast zračnog prometa u 2015. godini u odnosu na 2009. i 2011. godinu iznosi maksimalnih 13.94%, koji je zabilježen za vrijeme promatranog zimskog dana. Porast je zabilježen i za vrijeme promatranog ljetnog vikenda, ali u nešto manjem postotku. Uz porast zračnog prometa smjer kretanja tokova ostao je poprilično isti, prvenstveno zbog odredišnih turističkih gradova koji se nalaze u smjeru jugoistoka na Bliskom Istoku i Mediteranu, točnije zbog Grčke i Turske. Dakle, opterećenost pojedinih segmenata unutar promatranog zračnog prostora nije se puno mijenjala. Među parovima najčešćih zračnih luka u 2015. godini više se ne nalaze domaće zračne luke, što je posljedica većeg broja niskotarifnih zračnih prijevoznika koje nude jeftiniji prijevoz do velikih turističkih odredišta. Isti razlog je i za pad broja operacija u 2015. godini domaćeg zračnog prijevoznika u odnosu na ostale zrakoplovne kompanije koje koriste promatrani zračni prostor. Rezultati usporedbe pokazuju da niskotarifni zračni prijevoznici ostvaruju veliki udio u ukupnom zračnom prometu koji je koristio promatrani zračni prostor za vrijeme analiziranih dana. Taj se udio povećao i u odnosu na promatrane dane 2009. i 2011. godine za 2.23% u ljetnom periodu, dok je za vrijeme promatranih zimskih dana udio u ukupnom broju operacija unutar promatranog zračnog prostora niskotarifnih zračnih prijevoznika ostao otprilike isti. Najzastupljeniji tipovi zrakoplova u odnosu na 2009. i 2011. godinu nisu se puno promijenili, iz razloga što za vrijeme analiziranih dana svih triju godina prva četiri tipa zrakoplova imaju najbolji omjer troškova i dobiti na srednjim udaljenostima.



Republika Hrvatska je relativno mala u odnosu na druge europske države, ali se nalazi na nekim iznimno važnim sjecištima europskih koridora koji povezuju jugoistočni dio Europe sa središnjim i zapadnim dijelom kontinenta, koji je u prometnom smislu puno jači od istočnog dijela. Stoga je potrebno kontinuirano vršiti analize, ispitivanja i istraživanja cjelokupnog sustava, kako bi sustav kontrole zračnog prometa bio u mogućnosti pratiti trend povećanja zračnog prometa, odnosno kako bi se promet odvijao na siguran, efikasan i za okoliš prihvatljiv način.

.

## LITERATURA

- [1] EUROCONTROL, <http://www.eurocontrol.int/articles/air-traffic-management-atm-explained> (pristupljeno: srpanj 2017.godine)
- [2] EUROCONTROL, <http://www.eurocontrol.int/articles/air-traffic-flow-and-capacity-management> (pristupljeno: srpanj 2017.godine)
- [3] Hrvatska kontrola zračne plovdivbe, <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=26> (pristupljeno: srpanj 2017.godine)
- [4] Hrvatska kontrola zračne plovdivbe, <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=25> (pristupljeno: srpanj 2017.godine)
- [5] EUROCONTROL, 2015. Local Single Sky ImPlementation (LSSIP) CROATIA –Year 2015 -Level 1, Edition April 2016., 2016. Brussels, Belgium
- [6] "Zakon o zračnom prometu" , dio sedmi: "Upravljanje zračnim prometom i usluge u zračnoj plovdivbi", Narodne novine ( 2014. godina)
- [7] Hrvatska kontrola zračne plovdivbe, <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=3625> (pristupljeno: kolovoz 2017.godine)
- [8] NEST User Manual

## Popis slika

Slika 1. Područje odgovornosti HKZP-a u odnosu na vertikalnu podjelu zračnog prostora.....	9
Slika 2. Sektorska konfiguracija „c1“ .....	10
Slika 3. Prostor nadležnosti HKZP .....	14
Slika 4. Pozicija točke NAKIT .....	21
Slika 5. Prikaz opterećenosti segmenta rute DBK-KONUV.....	23
Slika 6. Prikaz ACC Viewer-a za dan 4.7.2015. godine .....	29
Slika 7. Prikaz ACC Viewer-a za dan 5.12.2015. godine .....	41

## Popis tablica

Tablica 1. Prvih 5 parova zračnih luka sa najvećim brojem operacija unutar promatranog zračnog prostora.....	16
Tablica 2. Zračne luke s najvećim brojem uzlijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor .....	18
Tablica 3. Zračne luke s najvećim brojem slijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor	20
Tablica 4. Prikaz 10 najopterećenijih točaka unutar promatranog zračnog prostora .....	22
Tablica 5. Najopterećeniji segmenti unutar promatranog zračnog prostora .....	24
Tablica 6. Najučestaliji tipovi zrakoplova koji prolaze promatranim zračnim prostorom .....	25
Tablica 7. Najučestaliji zračni prijevoznici čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor .....	26
Tablica 8. Prikaz podataka o nadležnosti oblasne kontrole.....	28
Tablica 9. Prvih 5 parova zračnih luka sa najvećim brojem operacija unutar promatranog zračnog prostora.....	31
Tablica 10. Zračne luke s najvećim brojem uzlijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani prostor .....	32
Tablica 11. Zračne luke s najvećim brojem slijetanja čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor .....	34
Tablica 12. Prikaz 10 najopterećenijih točaka unutar promatranog zračnog prostora .....	35
Tablica 13. Najopterećeniji segmenti unutar promatranog zračnog prostora .....	36
Tablica 14. Najučestaliji tipovi zrakoplova koji prolaze promatranim zračnim prostorom .....	37
Tablica 15. Najučestaliji zračni prijevoznici čiji letovi prolaze kroz promatrani zračni prostor .....	38
Tablica 16. Prikaz podataka o nadležnosti oblasne kontrole.....	40
Tablica 17. Prikaz najučestalijih tipova zrakoplova kojima su održani letovi unutar promatranog prostora.....	49
Tablica 18. Prikaz analiziranih dana koji se uspoređuju.....	52
Tablica 19. Zabilježeni broj operacija za analizirane dane.....	52
Tablica 20. Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem preleta za ljetni period 2009., ljetni period 2011. i ljetni period 2015. godine .....	53

Tablica 21. Usporedba podataka o parovima zračnih luka s najvećim brojem preleta za zimski period 2009., zimski period 2011. i zimski period 2015. godine .....	54
Tablica 22. Usporedba podataka o najprometnijim dijelovima ruta za vrijeme ljetnog perioda 2009., 2011. i 2015. godine.....	55
Tablica 23. Usporedba podataka o najučestalijim tipovima zrakoplova za vrijeme ljetnog perioda 2009., 2011. i 2015. godine.....	56

## Popis grafikona

Grafikon 1. Broj operacija u promatranom zračnom prostoru.....	15
Grafikon 2. Broj operacija u promatranom zračnom prostoru.....	30
Grafikon 3. Udio domaćih polazaka od ukupnog prometa.....	33
Grafikon 4. Usporedba broja operacija ljetnog i zimskog perioda .....	43
Grafikon 5. Usporedba parova zračnih luka iz ljetnog i zimskog perioda .....	44
Grafikon 6. Usporedba broja polijetanja sa domaćih zračnih luka .....	45
Grafikon 7. Usporedba ljetnog i zimskog perioda.....	46
Grafikon 8. Prikaz 5 najopterećenijih točaka za vrijeme promatranog ljetnog vikenda.....	47
Grafikon 9. Prikaz 5 najopterećenijih točaka za vrijeme promatranog zimskog vikenda.....	47
Grafikon 10. Usporedba ljetnih rezultata s rezultatima iz zimskog perioda.....	48
Grafikon 11. Usporedba broja međunarodnih i domaćih letova.....	50
Grafikon 12. Usporedba prometa i kašnjenja .....	51



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  
objavljenju 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 Određivanje karakteristika tokova zračnog prometa u hrvatskom  
zračnom prostoru  
na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 4.9.2017

Student/ica:

V. Brkić  
(potpis)