Usporedba zračnog prometa centra oblasne kontrole Zagreb za ljetni i zimski period 2018. godine

Banić, Borna

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:635349

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

Borna Banić

Usporedba zračnog prometa centra oblasne kontrole Zagreb za ljetni i zimski period 2018.godine

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb 11.travnja 2019.

Zavod: Zavod za aeronautiku
Predmet: Upravljanje protokom zračnog prometa

ZAVRŠNI ZADATAK br.5206

Pristupnik: Borna Banić (0135237562)
Studij: Aeronautika
Smjer: Kontrola leta

Zadatak: **Usporedba zračnog prometa centra oblasne kontrole Zagreb za ljetni i zimski period 2018. godine.**

Opis zadatka:

Uvodno objasniti cilj, teze i djelokrug istraživanja. Analizirati zadaće oblasne kontrole zračnog prometa. Objasniti što je sektor i što su sektorske konfiguracije. Odrediti prometno opterećenje sektora za ljetni period 2018. Odrediti prometno opterećenje sektora za zimski period 2018. Usporediti podatke te analizirati rezultate analize. Dati zaključna razmatranja.

Mentor: **Predsjednik povjerenstva za završni ispit:**

_____ _____

Izv. prof. dr. sc. Biljana Juričić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

Usporedba zračnog prometa centra oblasne kontrole Zagreb za ljetni i zimski period 2018.godine

Comparison of air traffic within area control centre Zagreb for summer and winter season of 2018

Mentor: izv. prof. dr. sc. Biljana Juričić

Student: Borna Banić (0135237562)

Zagreb, 2019.

Sažetak

Zadatak ovog rada je prikazati podatke o zračnom prometu pod nadležnosti Hrvatske kontrole zračne plovidbe dobivene detaljnom analizom u programu NEST te usporedba rezultata ovisno o periodu godine. U radu je analizirana oblasna kontrola zračnog prometa te njezine zadaće, objašnjena su područja nadležnosti Centra oblasne kontrole Zagreb, njegovi sektori i sektorske konfiguracije radi boljeg razumijevanja analiziranih podataka. Svrha usporedbe rezultata analiza je praćenje razvoja zračnog prometa i promjena u odvijanju istog tijekom određenog perioda. Rad sadrži devet glavnih područja analize: opterećenje zračnog prostora kroz promatrani period, najčešći tip zrakoplova, najučestaliji zrakoplovni prijevoznik, generirano kašnjenje, preopterećenje sektora, najkompleksniji sektor, ulazak zrakoplova u prostor po satu, maksimalni broj zrakoplova u prostoru po satu i utjecaj domaćih letova na opterećenje sektora. Rezultati analize prikazani su tablično i grafički te popraćeni objašnjenjem.

Ključne riječi: analiza; hrvatski zračni prostor; broj operacija; opterećenje sektora

Summary

The aim of this paper is to showcase the data, regarding air traffic under the supervision of Croatian Control, obtained through detailed analyses in NEST and the comparison of the same throughout the seasons. The paper deals with what area control is in general, its tasks and elaborates on the area of responsibility of Croatia Control including its sectors and sector configurations to provide a better understanding of the analyzed data. The purpose of comparison of analyses is tracking air traffic development and the changes within the same during a period of time. The paper contains nine different fields of analyses: traffic load through the observed period of time, the most common type of airplanes, most frequent airliners, generated delays, sector overloads, the most complicates sector, the entry of airplanes per hour, the maximum number of airplanes per hour and the influence of domestic flight on the sector load. The results will be displayed through tables and graphs followed by explanations.

Key words: analysis; Croatian air space; number of operations; sector load

SADRŽAJ

1. UVOD 7
2. OBLASNA KONTROLA ZRAČNOG PROMETA 2
2.1. Zadaće oblasne kontrole (ACC) 4
2.2. Separacija zrakoplova u oblasnoj kontroli 5
2.2.1 Vertikalni separacijski minimum 5
2.2.2. Radarski separacijski minimum 5
2.3. Metode održavanje separacije u oblasnoj kontroli 7
2.3.1. Ista putanja isti smjer 7
2.3.2. Ista putanja suprotni smjer 8
2.3.3. Križajuće putanje 8
2.3.4. Brzina uzdizanja/propadanja 9
2.3.5. Generalno pravilo 9
2.4 . Suradnja susjednih centara oblasne kontrole 10
2.4.1. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb sa ACC Ljubljana 10
2.4.2. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Vienna 11
2.4.3. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Budapest 11
2.4.4. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Padova 12
2.4.5. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Brindisi 12
2.4.6. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Beograd 12
2.4.7. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Sarajevo 13
2.5. Radne pozicije u oblasnoj kontroli 14
2.5.1. Funkcije radarskog oblasnog izvršnog kontrolora 14
2.5.2. Funkcije radarskog oblasnog kontrolora planera 15
3. SEKTORI I SEKTORSKE KONFIGURACIJE 16
3.1. Vertikalna i lateralna podjela sektora 20
3.2. Spajanje i podjela sektora 24
3.2.1. Procedura podjele sektora 24
3.2.2. Procedura spajanja sektora 25
4. PRIMJENA PROGRAMA NEST U ODREĐIVANJU OPTEREĆENJA SEKTORA 27
5. PROMETNO OPTEREĆENJE SEKTORA ZA LJETNI PERIOD 2018. GODINE 29
5.1. Analiza opterećenja ACC Zagreb kroz tri AIRAC datuma (21.06. – 12.09.) 30
5.2. Najčešći tip zrakoplova i najčešća zrakoplovna kompanija u ACC Zagreb unutar tri najprometnija dana 32

5.3. Kašnjenje letova i preopterećenje sektora 34
5.4. Detaljna analiza opterećenja prometa dana 4.8.2018. po sektorima 38
5.4.1. Kompleksnost sektora ACC Zagreb u ljetnom periodu 39
5.4.2. Ulazak zrakoplova i broj zrakoplova u ACC Zagreb 41
5.4.3. Utjecaj domaćih letova na opterećenje sektora 43
6. PROMETNO OPTEREĆENJE SEKTORA ZA ZIMSKI PERIOD 2018. GODINE 45
6.1. Analiza opterećenja ACC Zagreb kroz dva AIRAC datuma (04.01. – 28.02.) 46
6.2. Najčešći tip zrakoplova i zrakoplovna kompanija unutar ACC Zagreb u tri dana s najmanje prometa 48
6.3. Kašnjenje letova i preopterećenje sektora 50
6.4. Detaljna analiza opterećenja prometa dana 07.02.2018. po sektorima 53
6.4.1. Kompleksnost sektora ACC Zagreb u Zimskog periodu 54
6.4.2. Ulazak zrakoplova i broj zrakoplova ACC Zagreb 55
6.4.3. Utjecaj domaćih letova na opterećenje sektora 57
7. USPOREDBA REZULTATA ANALIZE ZA LJETNI I ZIMSKI PERIOD 2018. GODINE 59
7.1. Usporedba rezultata analize ukupnog prometa za zimski i ljetni period 2018. godine. 60
7.2. Usporedba rezultata analize odabranog datuma iz zimskog perioda (07.02.) i ljetnog perioda (04.08.) 2018. godine 63
7.2.1. Usporedba analize kašnjenja po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum 64
7.2.2. Usporedba analize maksimalnog i minimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum 65
7.2.3. Usporedba analize maksimalnog i minimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum 67
7.2.4. Usporedba maksimalnog preopterećenja po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum 69
8. ZAKLJUČAK 70

LITERATURA 71
Popis slika 72
Popis tablica 73
Popis grafikona 74
Dodatci 75

1. UVOD

Istraživanja su pokazala da potražnja za zračnim prometom raste svake godine sve više i više. Da bi sustav zračnog prometa mogao funkcionirati na optimalnoj razini te pružati siguran i ekspeditivan protok prometa vrše se istraživanja, prate se novi trendovi te promjene u tokovima najprometnijih zračnih ruta. Takva istraživanja se kao i u ovo radu, rade u programu NEST. Svrha ovog završnog rada je prikazati jednu takvu analizu zračnog prometa koje je napravljena za zračni prostor po nadležnošću Hrvatske kontrole zračne plovidbe (HKZP *eng. CCL, Croatia Control.*). Za analizu zračnog prometa korišten je program NEST, analitički sustav koji će biti opisan u daljnjem poglavlju tijekom ovog rada.

U prvom djelu rada opisana je oblasna kontrola zračne plovidbe te kako je povezana s ostalim jedinicama kontrole. Opisane su glavne zadaće oblasne kontrole koje su održavanje zračne plovidbe sigurnom i ekspeditivnom razdvajanjem zrakoplova u letu i suradnjom s drugim jedinicama oblasnih ili drugih kontrola. Zatim su opisane karakteristike hrvatskog zračnog prostora, granice i područja nadležnosti Hrvatske kontrole zračne plovidbe koje se koriste za izradbu i analizu u ovom završnom radu. Detaljnije su opisani sektori i sektorske konfiguracije te njihova vertikalna i lateralna podjela. U petom poglavlju slijedi analiza zračnog prometa na području hrvatskog zračnog prostora. Analiziran je ukupan ljetni i zimski promet za odabrane AIRAC datume te je odabran jedan ljetni dan s najviše prometa i jedan zimski dan s najmanje prometa za detaljniju analizu i usporedbu. Cilj ove analize je prikazati opterećenja zračnog prostora te opterećenja sektora za dva različita vremenska perioda tijekom i izvan turističke sezone odnosno ljetnog i zimskog perioda.

Detaljnom analizom zračnog prometa moguće je naći određene probleme koji se ponavljaju te tako istražiti rješenja za te iste probleme i time poboljšati funkcionalnost samog sustava zračnog prometa. Mogući rezultat analize je također uvid u opterećenje i kašnjenja koja se neprekidno ponavljaju. Rezultatom analize također je moguće planiranje i stvaranje novih sektorskih konfiguracija koji će smanjiti sve negativne posljedice povećavanja potražnje za zračnim prometom.

2. OBLASNA KONTROLA ZRAČNOG PROMETA

Kontrola zračnog prometa je usluga koja osigurava siguran, ekspeditivan i redovit zračni promet.

Kako bi se bolje razumjela uloga oblasne kontrole zračnog prometa na početku ovog poglavlja će se ukratko objasniti cijeli proces kontrole od paljenja motora zrakoplova na aerodromu polijetanja do gašenja motora na aerodromu slijetanja.

Kontrola zračnog prometa se dijeli na tri glavna dijela:

1. Aerodromska kontrola (TWR)

Usluge aerodromske kontrole pružaju se radi kontrole ukupnog aerodromskog prometa, to jest polijetanja, slijetanja i kretanja po manevarskim površinama te letova u kontroliranoj zoni aerodroma (Control Zone - CTR). Kontrolirane zone se u pravilu prostiru vertikalno od površine tla do određene gornje granice te bočno minimalno 9,3 km (5 NM) od aerodroma u smjeru dolazaka/odlazaka zrakoplova. Aerodromsku kontrolu na kontroliranom aerodromu obavlja služba kontrole zračnog prometa koja se nalazi u aerodromskom kontrolnom tornju, pri čemu aerodromski promet tijekom svoje smjene kontrolira u pravilu jedan toranjski kontrolor zračnog prometa.[1]

2. Prilazna kontrola (APP)

Usluge prilazne kontrole zračnog prometa pružaju se kontroliranim letovima u dolasku na aerodrom slijetanja i odlasku s aerodroma polijetanja te ostalim letovima unutar završne kontrolirane oblasti, takozvanog terminala (Terminal Control Area - TMA). Prilazna kontrola predstavlja poveznicu između oblasne kontrole zračnog prometa, koja kontrolira letove zrakoplova na ruti i aerodromskog kontrolnog tornja, koji kontrolira polijetanja i slijetanja zrakoplova. Unutar jednog terminala može biti više kontroliranih zona. Na radnom mjestu istovremeno mogu raditi dva kontrolora zračnog prometa: izvršni kontrolor i kontrolor planer.[1]

3. Oblasna kontrola (ACC)

Usluge oblasne kontrole zračnog prometa pružaju se kontroliranim letovima u kontroliranom području (Control Area - CTA). Kontrolirano područje se u svrhu obavljanja kontrole zračnog prometa dalje horizontalno i vertikalno dijeli na veći broj sektora. U razdobljima najvećeg opterećenja oblasna kontrola zračnog prometa kontrolira u svom području odgovornosti do 170 IFR GAT operacija u satu s najvećim brojem istovremeno otvorenih sektora. Uz korištenje radarske slike, izvršni kontrolor i kontrolor planer unutar vremenskog perioda od sat vremena mogu kontrolirati oko 40 zrakoplova u svom sektoru, a svi zrakoplovi koji podliježu razdvajanju moraju biti razdvojeni barem 5 NM (9.26 km) horizontalno i 1000 ft (300 m) vertikalno.[1]

2.1. Zadaće oblasne kontrole (ACC)

Oblasni kontrolori leta rade u objektima koji se zovu kontrolni centri, eng. *Area control centre* (ACC). Svaki centar je odgovoran za tisuće kvadratnih milja prostora znanih kao područje letnih informacija , eng. *Flight information region* (FIR) i aerodrome unutar tog područja. Kontrolni centri kontroliraju IFR zrakoplove od kada polete s aerodroma ili izađu iz terminalnog prostora, sve dok dođu do destinacijskog aerodroma ili terminalne zone (TMA) aerodroma slijetanja. Kontrolni centri također mogu preuzeti odgovornost za VFR zrakoplove koji su već bili u zraku te ih integrirati u IFR sustav. Ti zrakoplovi moraju ostati pod VFR pravilima sve dok nadležni kontrolni centar ne izda odobrenje za prelazak na IFR pravila. Oblasni kontrolori su zaduženi za izdavanje instrukcija pilotima do njihove zatražene razine leta, te u isto vrijeme omogućiti separaciju sa svim zrakoplovima u neposrednoj blizini. Zrakoplovu također mora biti omogućen prolazak po njegovoj ruti kao što je ispunjeno u planu leta. Do komplikacija i velike kompleksnosti rada dolazi zbog ostalog prometa čije se rute križaju, vremenskih nepogoda, specijalnih vojnih i civilnih misija koje zauzimaju velik dio zračnog prometa te veliko povećanje gustoće prometa. Kada se zrakoplov približava aerodromu svoje destinacije, oblasna kontrola je zadužena za izdavanje instrukcija zrakoplovima kako bi dostigli zadane visinske restrikcije na određenim točkama rute, te pružiti zadovoljavajući tok prometa prema terminalnoj zoni kako ne bi došlo do zagušenja prometa na određenim prilaznim točkama rute te da bi se izbjegla potreba za ''holdingom''. Restrikcije i sekvenciranje aviona za određenu destinaciju najčešće se krene obavljati još na sredini rute kako bi avioni kada budu blizu terminalnog prostora za tu destinaciju već budu u sekvenci koja će omogućiti optimalan prilaz bez kašnjenja. Kako zrakoplov doseže granicu područja odgovornosti kontrolnog centra, odgovornost za zrakoplov je prenesena na sljedeći kontrolni centar. U nekim slučajevima prijenos odgovornosti uključuje prijenos identifikacije zrakoplova i njegovih informacija između dva oblasna kontrolora iz dva susjedna centra kako bi prijenos kontrole bio obavljen na optimalni način. U drugim slučajevima što se i najčešće prakticira obavlja se tihi prijenos radarske kontrole pri kojem nije potreba nikakva koordinacija između dva kontrolora iz susjednih kontrolnih centara. Nakon prijenosa, avionu se daje nova frekvencija te zrakoplov stupi u komunikaciju sa sljedećim kontrolorom. Ovaj se proces ponavlja sve dok zrakoplov ne bude prebačen terminalnoj kontroli.[2]

2.2. Separacija zrakoplova u oblasnoj kontroli

Propisane minimalne vrijednosti separacije ne smiju biti narušene. Kao pravilo radarske ili vertikalne separacijske procedure moraju biti korištene za separaciju zrakoplova.

Kako bi se spriječilo narušavanje separacije i potencijalno pružilo dovoljno vremena za reakciju, kontrolor leta cijelo vrijeme detaljno nadzire prometnu situaciju uz pomoć sistemskih alata (SEP, QDM VEL).

2.2.1 Vertikalni separacijski minimum

Vertikalni separacijski minimum za zrakoplove je;

- 1000ft između zrakoplova ispod FL290
- 1000ft između zrakoplova koji imaju RVSM sposobnosti na i iznad FL290 do i uključujući FL410
- 2000ft između zrakoplova iznad FL410
- 2000ft između zrakoplova iznad FL290 do FL410
    a) Zrakoplovi koji nemaju RVSM sposobnosti
    b) Formacijski letovi državnih zrakoplova i bilo kojih drugih zrakoplova
    c) Zrakoplova koji imaju gubitak komunikacije ili su izgubili RVSM sposobnosti[3]

2.2.2. Radarski separacijski minimum

Radarski separacijski minimum iznosi 5NM te se pad ispod te vrijednosti smatra gubitkom odnosno narušenjem separacije.

U slučaju degradacije sustava za kontrolu zračne plovidbe kao otkaz radara ili otkaz linija za komunikaciju, radarska kontrola će se i dalje nastaviti pružati uz povećanje radarskog separacijskog minimuma na 10NM u relevantnom volumenu zračnog prostora kao što se vidi na slici 1.

Radarska separacijski minimum bit će povećan za 1NM za letove u formaciji.

U slučaju gubitka identifikacije zrakoplova na više od tri uzastopna osvježenja radarske slike (12 sekundi) mora se koristiti drugi oblik separacije, najčešće vertikalna separacija.[3]

Procedures Airspace volume	5 NM Separation Ref. radars		10NM Separation (4.2.2) Ref. radars		Contingency Procedures (4.2.1) Ref. radars	
South Sector	KOZ ROT	At least KOZ OK	KOZ ROT	KOZ NOK ROT OK	KOZ ROT	Minimum availability for Ref. RDR per 10NM NOK
West Sector	KOZ UČK SLJ PLE MKP	At least 2 radars OK and 1 shall be MIL	KOZ UČK SLJ PLE	Only 1 radar OK	KOZ UČK SLJ PLE	
	MKP PSU	At least both radars OK				
Central Sector	PLE KOZ PSU SLJ UČK	At least 1 CCL radar OK	PLE KOZ PSU SLJ UČK	CCL radars NOK Only 1 MIL radar OK	PLE KOZ PSU SLJ UČK	
North Sector	SLJ PLE PSU	At least 1 CCL radar OK	SLJ PLE PSU	CCL radars NOK Only SLJ OK	SLJ PLE PSU	
TMA Zagreb	SLJ PSU PLE	At least 1 CCL radar OK	SLJ PSU PLE	CCL radars NOK Only SLJ OK	SLJ PSU PLE	
Note:	CCL radars= **KOZ, PSU,MKP & PLE** MIL radars= **ROT, UČK & SLJ**					

Slika 1 Dostupnost radara ATCC Zagreb

Izvor: ATSOM, HKZP

2.3. Metode održavanje separacije u oblasnoj kontroli

Sljedeće metode održavanja separacije preporučuju se svim kontrolorima kako bi se najsigurnije i najlakše utvrdila i održala pozitivna separacija. Uz to rečeno te metode nisu obavezne kontrolorima ss važećom dozvolom nego se oni njima vode kao linije vodilje koje im pomažu tijekom rada dok se kontrolori studenti moraju pridržavati sljedećih pravila. Za kontrolore studente ne pridržavanje sljedećih metoda i pravila smatra se isto kao narušavanje separacijske norme od 5NM i 1000ft. [3]

Zrakoplovima sa istom putanjom leta smatraju se zrakoplovi čija je putanja leta jednaka ili manja od 30°. [3]

2.3.1. Ista putanja isti smjer

DIVERGIRAJUĆI ZRAKOPLOVI

Minimalna separacija divergirajućih zrakoplova je 5NM, bez potrebe da se zaključaju na **smjer kuta između pravca magnetskog sjevera i pravca nosa zrakoplova** eng. *Heading, dok se divergencija putanja mora pozitivno utvrditi koristeći QDM alat.*

PARALELNA PUTANJA ZRAKOPLOVA

Ako je minimalna udaljenost između putanja 5-10NM zrakoplov se mora zaključati na heading.

KONVERGENTNI ZRAKOPLOVI

Minimalna separacija između konvergentnih zrakoplova je 5NM bez potrebe da se zrakoplov zaključa na heading . Separacija mora biti održana pomoću kontrole brzine, odnosno zrakoplovi moraju imati zadanu brzinu leta dok njihova putanja ne postane divergentna.

Ako je minimalna predviđena udaljenost između putanja dva konvergentna zrakoplova manja od 5NM, tada se zrakoplovi moraju separirati vertikalno najkasnije kada im je horizontalna udaljenost 10NM ili 3 minute prije od točke minimalne udaljenosti (mjerene u odnosnu na zrakoplov koji prvi dolazi u križanje), što god dolazi prvo.

SLIJEDNI ZRAKOPLOVI

Ako je minimalna udaljenost između putanja 5-10NM zrakoplovi moraju biti zaključani na heading sve dok njihove putanje ne postanu divergentne.

(Slijedni zrakoplov je zrakoplov koji prilazi drugom zrakoplovu od iza u liniji koja formira kut od 70° ili manje u odnosu na os simetrije prvog zrakoplova)[3]

2.3.2. Ista putanja suprotni smjer

Ako je minimalna udaljenost između putanja manja od 5NM (divergente, konvergentne ili paralelne putanje) zrakoplovi moraju biti separirani vertikalno 1000ft najkasnije na udaljenosti 30NM jedan od drugog.

Ako je minimalna udaljenosti između putanja 5-10NM (divergentne, konvergentne ili paralelne putanje) zrakoplovi moraju biti zaključani na heading dok se vertikalno ne prođu. Zrakoplove ne treba zaključati na heading u slučaju da se odluči koristiti separacija za situaciju manje od 5NM opisanu prethodno.[3]

2.3.3. Križajuće putanje

Ako je minimalna predviđena udaljenost između putanja zrakoplova manja od 5NM zrakoplovi moraju biti separirani vertikalno najkasnije 15NM ili 2 minute od točke križanja, koje god dođe prvo, mjereći u odnosu na prvi zrakoplov.

Ako je minimalna udaljenost između putanja zrakoplova između 5-10NM zrakoplovi moraju biti zaključani na heading najkasnije 15NM ili 2 minute od točke križanja, koje god dođe prvo, mjereći u odnosu na prvi zrakoplov. Ako se zrakoplovi separiraju vertikalno po proceduri za manje od 5NM opisanoj prethodno, nije potrebno zaključavanje na heading.[3]

2.3.4. Brzina uzdizanja/propadanja

Ako separacija koja već postoji, za zrakoplove u uzdizanju ili propadanju želi biti održana, mora se koristiti brzina uzdizanja i brzina propadanja. Ovakav način separacije se smije koristiti samo uz početni uvjet da već postoji vertikalna separacija od 2000ft koja je konstanta ili se povećava.

Ovakva vrsta separacije se smije koristiti bez obzira na odnos putanja dvaju zrakoplova.[3]

2.3.5. Generalno pravilo

Za sve zrakoplove koji lete na istoj razini leta, a za koje je predviđena minimalna udaljenost putanja manja od 5NM, izdavanje instrukcije za separaciju pomoću kojeg će se ostvariti jedna od prethodno navedenih normi razdvajanja mora biti izdana najkasnije 35NM ili 5 minuta od točke minimalne udaljenosti, koje god dođe prvo, mjereći u odnosu na prvi zrakoplov u križanju.[3]

2.4 . Suradnja susjednih centara oblasne kontrole

Usluga oblasne kontrole leta je jako kompleksan sustav s mnogo različitih komponenti i jedinica koje sve zajedno čine jedan tim. Kako bi taj sustav funkcionirao na optimalnoj razini stvaraju se ugovori između susjednih centara oblasne kontrole i lokalnih jedinica. Ugovori se stvaraju u svrhu pojednostavljenja izvršavanja radnih zadaća i tranzicije zrakoplova iz jedne jedinice u drugu te povećanja radnog kapaciteta. Sklopljeni ugovori nazivaju se LoA-e odnosno pisma slaganja eng. *Letters of Agreement.* Hrvatska kontrola zračne plovidbe trenutno ima sklopljeno sedam LoA sa susjednim centrima oblasne kontrole koji se nalaze u pet susjednih zemalja i Austrijom. Najvažniji parametri odnosno podatci navedeni u LoA-ma su granice prostora nadležnosti za kontrolu leta te uvjeti tihog prijenosa radarske kontrole zrakoplova. U slučaju ne pridržavanja uvjeta za tihi prijenos radarske kontrole mora se obaviti manualna koordinacija između dvije jedinice oblasne kontrole. Kada bi se radila manualna koordinacija za svaki zrakoplov koji prolazi kroz zračni prostor, kapacitet sektora bi se znatno smanjio dok bi se kompleksnost i broj radnih operacija kontrolora znatno povećale.

Područje zajedničkog interesa AoCI, eng. *Area of common interes* je područje koje se proteže izvan granica nadležnosti centra jedne oblasne kontrole ali unutar tog prostora nadležna kontrola ne smije prebaciti zrakoplove drugoj kontroli bez koordinacije osim ako nisu ispunjeni svi uvjeti dogovoreni u ugovorima (LoA-ma).[3]

2.4.1. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb sa ACC Ljubljana

LETOVI IZ ACC ZAGREB U ACC LJUBLJANA

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti ako je horizontalna udaljenost između dva zrakoplova veća od 10NM unutar granica AoCI-a, osim ako ne postoji uspostavljena vertikalna separacija između zrakoplova ili ako jedan zrakoplov leti u području AoCI-a više od 40NM

LETOVI IZ ACC LJUBLJANA U ACC ZAGREB

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti ako je horizontalna udaljenost između zrakoplova veća od 10NM unutar 5 minuta leta nakon što su oba zrakoplova preletjela preko linije odgovornosti.[3]

2.4.2. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Vienna

LETOVI IZ ACC ZAGREB U ACC VIENNA

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti ako je horizontalna udaljenost između dva zrakoplova veća od 10NM unutar 25NM leta zrakoplova nakon što su obadva zrakoplova preletjela granicu odgovornosti osim u slučaju da postoji već utvrđena vertikalna separacija.

LETOVI IZ ACC VIENNA U ACC ZAGREB

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti ako je horizontalna udaljenost između dva zrakoplova veća od 10NM unutar 5 minuta leta nakon što su oba zrakoplova preletjela preko linije odgovornosti.[3]

2.4.3. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Budapest

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti na sljedeće načine:

- Ako je drugi zrakoplov brži od prvog zrakoplova
  a) 30NM za razliku u brzini od 0.1 Mach iznad FL250 ili 40kts ispod FL250
  b) 20NM za razliku u brzini od 0.05 Mach iznad FL250 ili 20kts ispod FL250
- Ako drugi zrakoplov nije brži
  a) 10NM između dva zrakoplova[3]

2.4.4. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Padova

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti na sljedeće načine:

- Ako je drugi zrakoplov brži od prvog zrakoplova
  c) 30NM za razliku u brzini od 0.1 Mach iznad FL250 ili 40kts ispod FL250
  d) 20NM za razliku u brzini od 0.05 Mach iznad FL250 ili 20kts ispod FL250
- Ako drugi zrakoplov nije brži
  b) 10NM između dva zrakoplova[3]

2.4.5. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Brindisi

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti na sljedeći način:

- Ako drugi zrakoplov nije brži
  a) 15NM između dva zrakoplova[3]

2.4.6. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Beograd

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti ako je horizontalna udaljenost između dva zrakoplova veća od 10NM unutar granica AoCI-a, osim ako ne postoji uspostavljena vertikalna separacija između zrakoplova ili ako jedan zrakoplov leti u području AoCI-a više od 40NM.

Ako konfliktni zrakoplovi dolaze u AoCI iz istog sektora onda je kontrola koja predaje zrakoplova dužna uspostaviti koordinaciju. Ako konfliktni zrakoplovi dolaze u AoCI iz dva različita sektora onda je kontrolor koji prima zrakoplove dužan započeti koordinaciju.[3]

2.4.7. Tihi prijenos radarske kontrole ACC Zagreb i ACC Sarajevo

Tihi prijenos radarske kontrole bez koordinacije može se uspostaviti ako je horizontalna udaljenost između dva zrakoplova veća od 10NM unutar granica AoCI-a, osim ako ne postoji uspostavljena vertikalna separacija između zrakoplova ili ako jedan zrakoplov leti u području AoCI-a više od 25NM.

Ako minimalna dogovorena udaljenost za separaciju unutar AoCI-a nije zadovoljena sektor koji predaje avione je dužan započeti koordinaciju i ponuditi rješenje.[3]

2.5. Radne pozicije u oblasnoj kontroli

Za rad na jednom sektoru namijenjene su dvije radne kontrolorske pozicije. Jedna pozicija je namijenjena izvršnom kontroloru koja se nalazi s desne strane, te jedna pozicija namijenjena kontroloru planeru koja se nalazi s lijeve strane. Izvršni kontrolor i planer rade kao tim te svaki ima svoje zadatke koje treba obavljati kako bi se prometni tok održao optimalnim. Obadva kontrolora moraju biti osposobljena za obadvije radne pozicije te se u normalnom radu na jednom sektoru uvijek nalaze izvršni kontrolor i planer ali postoje situacije u kojima je samo izvršni kontrolor dovoljan te on obavlja sve funkcije na sektoru. Te situacije su najčešće situacije niskog prometnog opterećenja.[3]

2.5.1. Funkcije radarskog oblasnog izvršnog kontrolora

Kao pravilo radarski oblasni izvršni kontrolor će obavljati sljedeće funkcije:

- Osigurati će adekvatan radarski prikaz obavljajući potrebne preinake ili iniciranjem akcije od strane osoblja za održavanje.
- Pružati će radarsku uslugu svim zrakoplovima pod njegovom kontrolom.
  a) Identificiranje zrakoplova i održavanje identifikacije.
  b) Pružiti radarsko vektoriranje u svrhu rješavanja potencijalnih konflikata.
  c) Vektoriranje zrakoplova za održavanje separacije.
  d) Pružanje navigacione pomoći.
  e) Izdavanje instrukcija koje će omogućiti konstantno održavanje separacijskih normi
  f) Monitoriranje svih zrakoplova u njegovoj nadležnosti.
  g) Izdati informacije o bilo kakvom nepoznatom prometu ili vremenskoj situaciji.
- Raditi u skladu sa svim kontrolnim procedurama te uzeti u obzir procedure o zagađenju bukom.
- Pružati letne informacije u usluge uzbunjivanja unutar svog područja odgovornosti.
- Pružati proceduralnu separaciju u slučaju otkaza radarske slike.
- Izvršni kontrolor na sektoru ima odlučujući autoritet nad kontrolorom planerom.
- Ako nema kontrolora planera izvršni kontrolor preuzima sve radne funkcije.
- Monitorirati stanje opreme te upozoriti nadležne ako je došlo do degradacije ili kvara.

2.5.2. Funkcije radarskog oblasnog kontrolora planera

Funkcije planera se sačinjavaju od odrađivanja svih koordinacijskih dužnosti između različitih kontrolnih jedinica, sektora ili radnih pozicija za cjelokupni promet unutar područja odgovornosti njegovog izvršnog kontrolora.

Kao pravilo kontrolor planer će obavljati sljedeće funkcije:

- Nabavljati i prenositi informacije bitne za sigurno obavljanje kontrole zračnog prometa.
- Izdavati ulazna odobrenja za ulaz u njegovu kontrolnu jedinicu.
- Uspostaviti i održati cjelokupnu sliku prometa i po potrebi savjetovati izvršnog kontrolora na bilo kakvo ugrožavanje sigurnosti.
- Asistirati izvršnom kontroloru u uspostavljanju i održavanju proceduralne separacije u slučaju otkaza radarske slike.
- Monitorirati stanje opreme te upozoriti nadležne ako je došlo do degradacije ili kvara.[3]

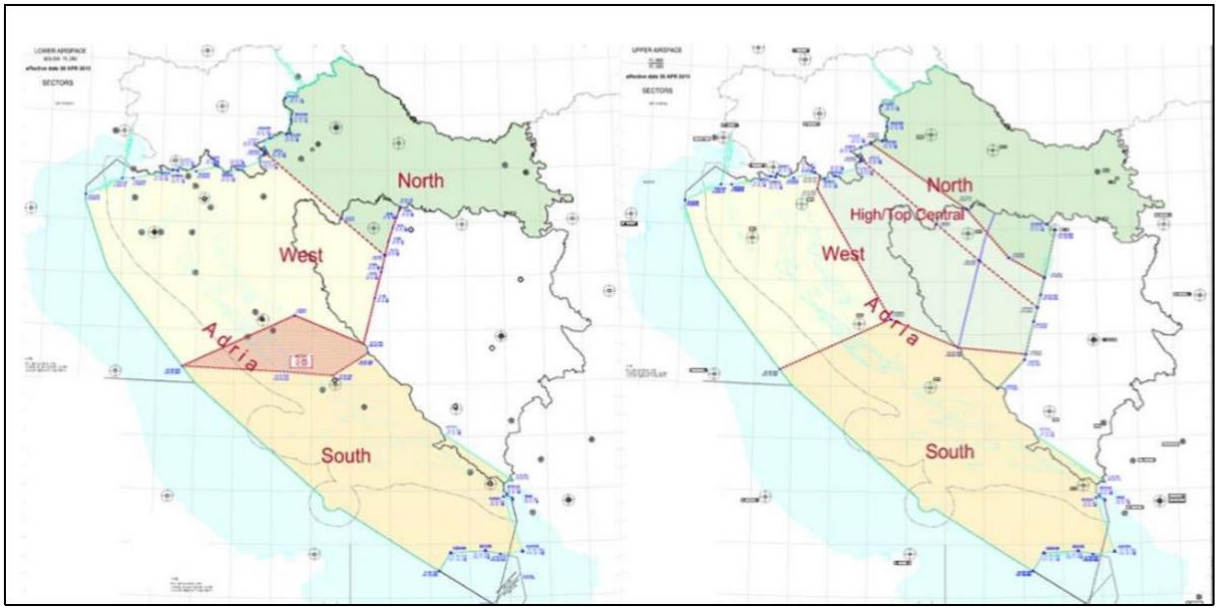
3. SEKTORI I SEKTORSKE KONFIGURACIJE

Područje letnih informacija prostire se i izvan hrvatskog zračnog prostora sve do granica koje su dogovorene i utvrđene međunarodnim ugovorima. Druga država može povjeriti Republici Hrvatskoj ili Republika Hrvatska može povjeriti drugoj državi, odgovornost za uspostavljanje i pružanje operativnih usluga u zračnom prometu unutar svog teritorija. Tako Hrvatska kontrola zračne plovidbe eng.*Croatia Control, Ltd. (HKZP)* ima ovlast nad zračnim prostorom koji obuhvaća sljedeće:

- Područje letnih informacija Zagreb (FIR Zagreb)
- Zapadni dio FIR Sarajevo iznad FL325 (slika 2.) od studenog 2014. godine (prije toga od strane HKZP-a bio kontroliran samo donji zračni prostor FIR Sarajevo od FL100 do FL285 izvan područja nadležnosti prilazne kontrole u Mostaru, Sarajevu, Tuzli i Banja Luci)[4]

Područje letnih informacija Zagreb je zračni prostor određenih dimenzija u kojemu 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.[5]

Zračni prostor FIR Zagreb može se podijeliti na sektore unutar kojeg kontrolori leta HKZP-a pružaju usluge kontrole leta. Jedan sektor predstavlja dio kontroliranog prostora CTA ili područja letnih informacija FIR/UIR. Po definiciji elementarni sektor je volumen zračnog prostora koji se ne može podijeliti na manje sektore, dok je spojeni sektor kombinacija dvaju ili više sektora. Sektorizacija dijeli zračni prostor na više manjih upravljivijih područja gdje se time smanjuje broj zrakoplova na frekvenciji odnosno smanjuje se radno opterećenje jednog kontrolora. U isto vrijeme u jednom sektoru treba biti najviše 15 zrakoplova na frekvenciji kako kontrolor na tom sektoru ne bi bio preopterećen. Kada se predvidi preopterećenje sektora npr. da bi u jednom trenutku bilo 24 aviona u datom sektoru, taj sektor se dijeli na dva nova sektora. Tada će se prometno opterećenje od 24 zrakoplova podijeliti na pola te će svaki kontrolor imati po 12 zrakoplova u datom trenutku što će odgovarati s regulacijom koja propisuje maksimalno 15 zrakoplova u isto vrijeme. Sektorizacija se najčešće vrši 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.

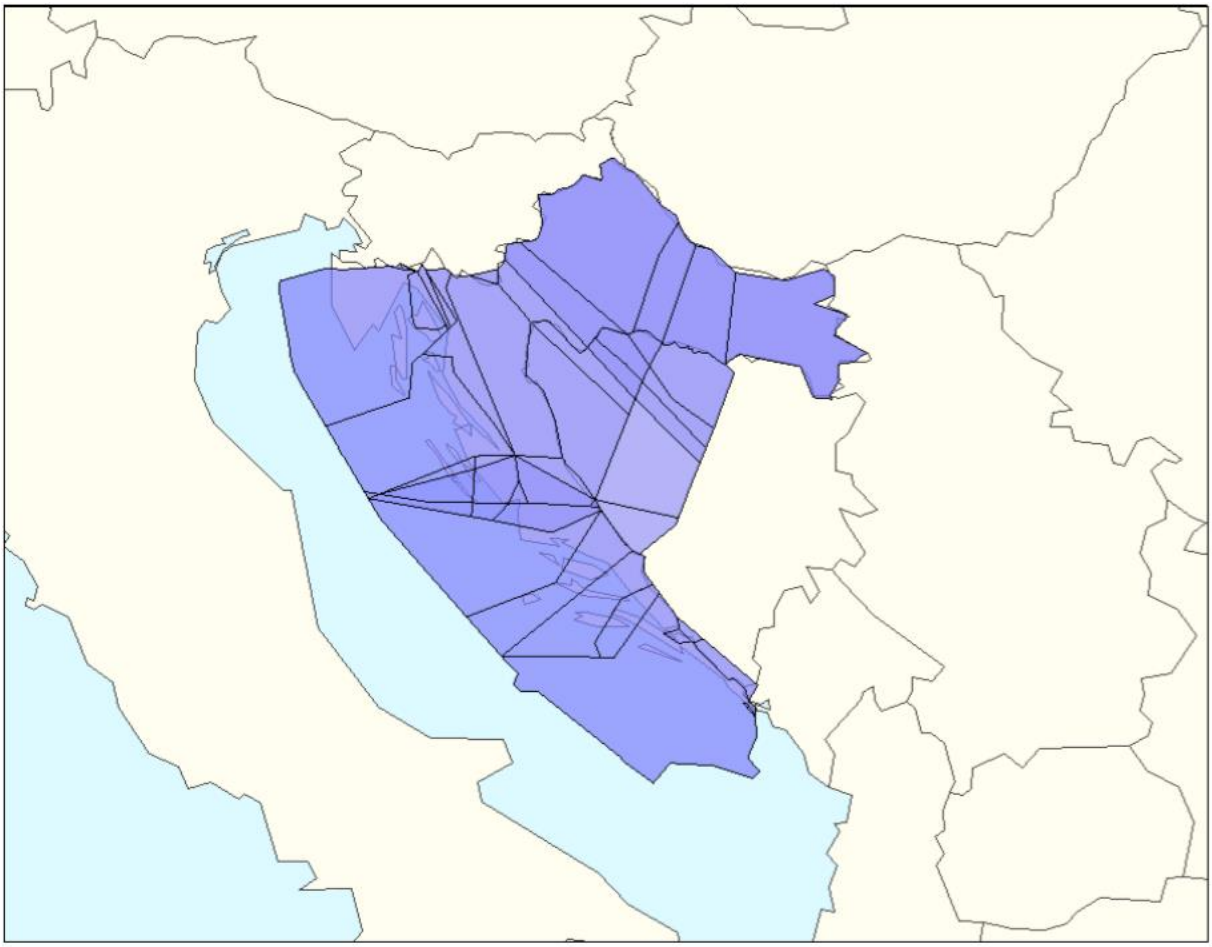


Slika 2. Područje odgovornosti HKZP-a u odnosu na lateralnu podjelu sektora (lijeva strana LOWER zračni prostor, desna strana UPPER zračni prostor)

Izvor: HKZP

Na lijevoj strani slike 2. može se vidjeti područje odgovornosti eng. *Area of responsibility-AoR* za LOWER zračni prostor iznad 9500ft MSL izvan TMA sa iznimkom iznad 1000ft AGL za područje između TMA Zagreb i TMA Osijek i iznad 1000ft AGL iznad TMA Osijek u satima kada TMA Osijek ne radi. Prostor se proteže sve do FL325 sa horizontalnom granicom na KOMAR liniji koja je prikazana na lijevoj strani slike. Na desnoj strani slike je UPPER zračni prostor koji se proteže od FL325 do FL660 te uključuje cijeli prostor istočno od KOMAR linije do BOSNA linije gdje dalje odgovornost preuzima Beograd ACC.

Sektorsku konfiguraciju određuje šef smjene u suradnji sa FMP (flow management position) kontrolorom ovisno o prometnoj potražnji i kompleksnosti prometa. Prometna potražnja na dnevnoj razini je najmanja tijekom noći, tada će biti otvoreno najmanje sektora, što odgovara najmanje kompleksnoj sektorskoj konfiguraciji. Tijekom noći najčešće je otvoren samo jedan ''*Basic*'' sektor osim ako prometna situacije ne zahtijeva drukčije. ''*Basic*'' sektor je otvoren 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu te se on nikada ne zatvara. Tijekom dana taj se sektor kako promet pada i raste dijeli na više elementarnih i spojenih sektora.



Slika 3. Sektorska konfiguracija ''c1''

U HKZP-u sektorska konfiguracija ''c1'' kao što je prikazano na slici 3. sastoji se samo od ''Basic'' sektora koji pokriva cijeli zračni prostor FIR Zagreb. Tijekom noći otvoren je samo jedan sektor sa ''c1'' konfiguracijom te se broj sektora krene povećavati između 05:00h do 07:00h te sve do kasnih predvečernjih sati između 18:00h i 20:00h kada se broj sektora ponovo krene smanjivati sve dok se ne dosegne konfiguracija ''c1''. U Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe u normalnim operacijama moguće je otvoriti maksimalno 12 sektora, osim ako se ne uključi u rad i novi Centralni sektor (prikazan na desnoj strani slike 2.) tada se može otvoriti maksimalno 14 sektora.

3.1. Vertikalna i lateralna podjela sektora

Hrvatski zračni prostor odnosno FIR Zagreb po vertikali se dijeli na nekoliko slojeva. Prvi sloj je sloj slobodnog letenja koji se u Republici Hrvatskoj prostire do visine 1000ft AGL, gdje AGL označava iznad razine zemlje eng. *Above ground level.* U tom zračnom prostoru vrše se isključivo letovi pod vizualnim pravilima leta VFR, eng. *Visual flight rules,* budući da je to nekontrolirani zračni prostor. Sljedeći sloj koji se nastavlja iznad sloja prethodno spomenutog je donji zračni prostor koji se proteže od 1000ft AGL iznad gornjih granica CTR (Control zone) i TMA (Terminal control area) do određene razine leta FL, eng. *Flight level.* Gornja granica donjeg zračnog prostora je FL285 koji je također prostor definiran zračnim rutama. Na taj sloj se nastavlja gornji zračni prostor koji se prostire od gornje granice donjeg zračnog prostora (FL285) do gornje granice FL660 te je taj prostor, prostor slobodnih ruta FRA, eng. *Free route airspace.[6]*

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

- LOWER sektor
    - od površine zemlje do FL325
    - unutar Zagreb FIR izvan područja odgovornosti FIC Zagreb (kada je operativan), izvan područja gdje su usluge zračnog prometa delegirane drugom pružatelju i izvan granica TMA

- UPPER sektor
    - od FL325 do FL355/FL365 (prikazano na slici 6.)
    - izvan područja gdje su usluge zračnog prometa delegirane drugom pružatelju

- HIGH sektor
    - Od FL355 do FL365/FL375 (prikazano na slici 6.)
    - izvan područja gdje su usluge zračnog prometa delegirane drugom pružatelju

- TOP sektor
    - Od FL375 do FL660
    - izvan područja gdje su usluge zračnog prometa delegirane drugom pružatelju

U operativnom smislu, hrvatski kontrolirani zračni prostor se lateralno može podijeliti na sljedeće sektore:

- WEST sektor (W)
- NORTH sektor (N)
- SOUTH sektor (S)
- CENTRAL sektor (C) / NORTHNORTH (NN) / WESTWEST (WW
- izvan područja gdje su usluge zračnog prometa delegirane drugom pružatelju

Tablica 1: Osnovna elementarna sektorizacija

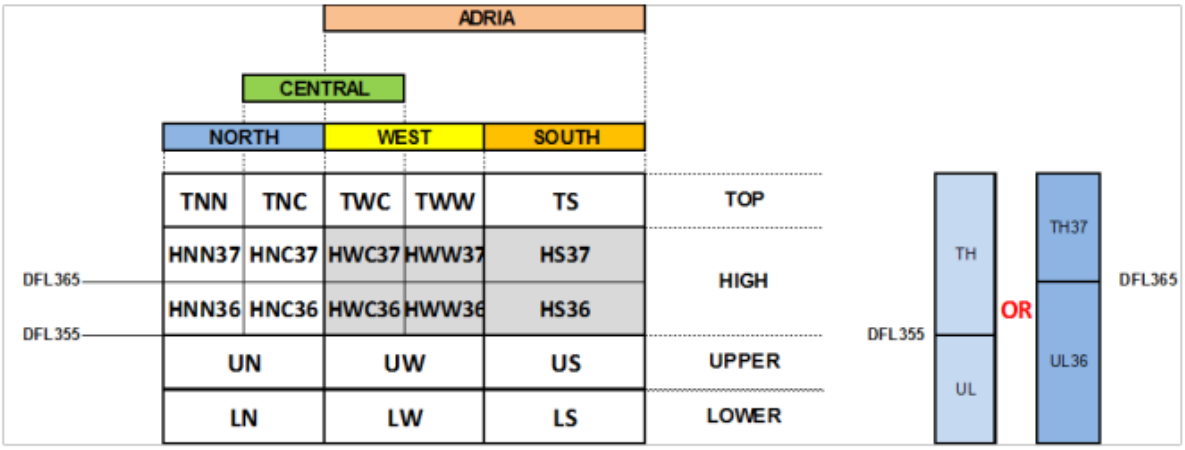
		GEOGRAFSKA PODJELA SEKTORA		
		SOUTH	WEST	NORTH
VERTIKALNA PODJELA SEKTORA	TOP	TS	TW	TN
	HIGH	HS	HW	HN
	UPPER	US	UW	UN
	LOWER	LS	LW	LN

Tablica 1. prikazuje osnovnu elementarnu sektorizaciju hrvatskog zračnog prostora koja se vidljivo iz slike može podijeliti na maksimalno 12 sektora. Sektor NORTH, WEST i SOUTH koji su prikazani na stvarnoj površini Hrvatske na slici 2. se mogu podijeliti na 4 vertikalna dijela te dobijemo konfiguraciju koja je prikazana na slici. Oznake L, U, H, T označavaju LOWER, UPPER, HIGH i TOP sektor respektivno dok W, N, S, C označavaju WEST, NORTH, SOUTH I CENTRAL sektor respektivno.

Tablica 2: *Osnovna sektorizacija sa integriranim Central sektorom*

		GEOGRAFSKA PODJELA SEKTORA			
		SOUTH	WEST	CENTRAL	NORTH
VERTIKALNA PODJELA SEKTORA	TOP			THC	
			THW		THN
		TS	TWW	TC	TNN
	HIGH	HS	HWW	HC	HNN
	UPPER	US	UW		UN
	LOWER	LS	LW		LN

Tablica 2. prikazuje osnovnu sektorizaciju sa integriranim Central sektorom. Kao što je vidljivo na slici u ovoj konfiguraciji moguće je otvoriti do 14 sektora što je 2 više nego u normalnoj konfiguraciji bez Central sektora. Ovaj prikaz sektorizacije možemo vidjeti na stvarnoj površini Republike Hrvatske na desnoj strani slike 2. Efektivno CENTRAL sektor se koristi kada su sektor WEST i sektor NORTH preopterećeni te se njegovim otvaranje smanjuje radno opterećenje na ta dva sektora.



Slika 4. Konfiguracija sektora sa pomaknutom razdjelnom razinom leta DFL eng. *division flight level*

Izvor: ATSOM, HKZP

Na slici 4. je prikazana sektorizacija sa pomaknutom razdjelnom razinom leta. Kontrola nad prometom i opterećenjem sektora se najčešće obavlja otvaranjem i zatvaranjem sektora odnosno resektorizacijom ali sektori s pomaknutim DFL mogu biti od velike pomoći kod sektorizacije i balansiranja opterećenja prometa. Uzet će se za primjer konfiguracija u kojoj je otvoren UL (UPPER LOWER) NORTH (Lower limit – FL355) i TH (TOP HIGH) NORTH (FL355 – FL660). Sektor TH NORTH je preopterećen te ima 18 zrakoplova na svojoj frekvenciji dok je sektor UL NORTH ispod opterećenja te ima 6 zrakoplova na svojoj frekvenciji. Da bi se izbjeglo razdvajanje TH NORTH-a na HIGH i TOP NORTH sektoru UL NORTH će se dodijdeliti DFL FL365 te će se s time sektor UL NORTH prostirati od Lower Limita do FL 365 a TH NORTH od FL365 do FL 660. Efektivno ovim potezom će svi zrakoplovi koji lete na FL360 prijeći iz TH NORTH sektora u UL NORTH sektor. Ako uzmemo da je na FL360 letjelo 4 zrakoplova, sada će obadva sektora biti balansirana s time da će TH NORTH imate 14 zrakoplova a UL NORTH 10 zrakoplova.

3.2. Spajanje i podjela sektora

Spajanje i podjela sektora su zapravo zatvaranje i otvaranje sektora odnosno dijeljenje jednog sektora na dva ili spajanje dva sektora u jedan sektor. Spajanje i podjela sektora su komplicirane radnje te zahtijevaju pridržavanje posebnih procedura za odrađivanje. Zatvaranje i otvaranje sektora se radi timski tako da prije obavljanja radnje obadva tima kontrolora (tim koji radi na trenutnom sektoru i tim koji će krenuti raditi na novo otvorenom sektoru) i nadzornik smjene budu obaviješteni i u potpunosti upoznati sa trenutnom prometnom situacijom.[6]

3.2.1. Procedura podjele sektora

Podjela sektora je pretvaranje jednog postojećeg sektora u dva ili više spojenih sektora. Propisana procedura za podjelu sektora glasi sljedeće:

1. Nadzornik smjene najavljuje podjelu sektora.
2. Kontrolor na sektoru koji je trenutno otvoren potvrđuje početak procedure podjele.
3. Nadzornik smjene podešava cijeli sustav dok kontrolor na sektoru podešava radno mjesto.
4. Kontrolor na sektoru koji se otvara daje znak da je spreman preuzeti promet sa sektora na kojem se obavlja podjela.
5. Kontrolor na sektoru na kojem se vrši podjela daje nadzorniku smjene odobrenje da izvrši podjela.
6. Nadzornik smjene u potpunosti podesi sustav za novu konfiguraciju te izvrši podjelu.
7. Stari sektor na kojem se vršila podjela prebacuje sve zrakoplove koji po novoj konfiguraciji pripadaju spojenom sektoru na predodređenu frekvenciju novog sektora.
8. Kontrolor na novonastalom kolapsiranom sektoru preuzima i identificira sve avione u njegovom području odgovornosti po novoj konfiguraciji.[6]

Ako je sektor koji se podijelio radio sa zdvojenim frekvencijama onda se broj 7. i 8. ne moraju obaviti nego se frekvencije samo odvoje. Kontrolori na obadva sektora moraju potvrditi komunikaciju sa zrakoplovima da bi se utvrdilo da su svi na dobrim frekvencijama.

OPERACIJE SA ZDVOJENIM FREKVENCIJAMA

Operacije sa zdvojenim frekvencijama rade na principu da svaki sektor ima svoju frekvenciju te ako se dva sektora spoje u jedan sektor nije potrebno prebacivati sve avione na frekvenciju jednog sektora nego se dvije frekvencije spoje na isti sektor te će kontrolor na dotičnom sektoru čuti zrakoplove s obadvije frekvencije.

3.2.2. Procedura spajanja sektora

Spajanje sektora je pretvaranje dva sektora u jedan sektor. Propisana procedura za kolaps sektora glasi sljedeće:

1. Nadzornik smjene najavljuje spajanje sektora.
2. Sektor na kojem se vrši spajanje (sektor koji se zatvara) potvrđuje početak procedure spajanja.
3. Nadzornik smjene podešava cijeli sustav dok kontrolor na sektoru podešava radno mjesto.
4. Kontrolor na sektoru na kojem se vrši spajanje prebacuje zrakoplove na frekvenciju sektora kojem ti avioni pripadaju po novoj konfiguraciji.
5. Kontrolor na sektoru koji dobiva zrakoplove identificira zrakoplove pri prvom kontaktu te se ti zrakoplovi tek nakon identifikacije od strane kontrolora smatraju sigurno prebačenima.
6. Kada kontrolor na sektoru na kojem se vrši spajanje i kontrolor na sektoru koji prima zrakoplove imaju sve zrakoplove prebačene tada kontrolor na sektoru koji je primio zrakoplove daje nadzorniku smjene dopuštenje da obavi proceduru spajanja.

U slučaju da sektor koji preuzima avione radi na proceduri zdvojenih frekvencija broj 4. i broj 5. i broj 6. ne trebaju biti obavljeni nego se samo potvrđuje da su svi zrakoplovi na pravoj frekvenciji prije procedure spajanja.

U slučaju da je zrakoplov blizu granice odgovornosti vanjskog kontrolnog centra, taj zrakoplov se može prebaciti na frekvenciju vanjskog centra kontrole leta uz uvjet da se o tome obavijesti sektor koji je trebao primiti taj zrakoplov.

4. PRIMJENA PROGRAMA NEST U ODREĐIVANJU OPTEREĆENJA SEKTORA

Kako bi se odredila prometna opterećenja u određenim volumenima zračnih prostora odnosno sektorima, potrebno je izvršiti detaljne analize koristeći funkcije analitičkih sustava. Analize izvršene pomoću tih sustava pomažu poboljšanju cjelokupnog sustava zračnog prometa. Postoje dnevne i godišnje analize. Dnevne analize rade se za specifični period određenog zračnog volumena te se tako prikazuju opterećenja po satima za pojedine sektore. Jedan takav sustav koji omogućava analizu zračnog prometa te prostornog opterećenja naziva se NEST (*Network Strategic tool).*

NEST je aplikacija razvijena od strane EUROCONTROL-a u u suradnji za raznim pružateljima usluga zračne navigacije (ANSP) iz različitih zemalja članica ECAC zone. Aplikaciju NEST koriste Network Manager (Zaposlenik u NMOC-u) i ANSP za srednjoročno i dugoročno planiranje aktivnosti. Network manager izvršava dugoročne prognoze za zračni promet i planira na koji bi se način taj promet mogao rasporediti preko različitih sektora i tokova kako bi se smanjila vršna opterećenja, broj minuta kašnjenja, broj poduzetih regulacija te povećanje funkcionalnosti i kapaciteta cijelog prostora. ANSP izvršava dugoročne prognoze, koje onda objavljuje EUROCONTROL-u za daljnje planiranje kapaciteta i srednjoročne prognoze kako bi mogli odrediti optimalan dizajn zračnog prostora u smislu kada i koliko će sektora biti otvoreno kako bi kapacitet ostao na optimalnoj razini uz smanjenje vršnog opterećenja kontrolora leta.

Nezavisna aplikacija kao što je NEST kombinira mogućnosti dizajna zračnog prostora s funkcionalnostima analize kapaciteta . NEST se može koristiti na lokalnoj razini (unutar jedne oblasne kontrole ili aerodroma, - FMP) za predviđanje potrebnog kapaciteta ili na globalnoj razini za strateško planiranje cjelokupnog opterećenja svih sektora kroz određeni vremenski period. Pomoću STATFOR (*Eurocontrol statistic and forecast servic*e) prognoza može se predvidjeti očekivana prometna situacija. Svi podatci 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 kojeg se objavljuju sve informacije o poduzetim regulacijama, promjenama i kašnjenju u zračnom prometu u određenom zračnom prostoru.

NEST pruža mnogo opcija kao vizualizaciju podataka pomoću tablica, grafikona i potpune 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. Program nam omogućuje određivanje opterećenja zračnog prostora te njegovih sektora tako što se pomoću njegovih funkcija mogu izdvojiti podatci kao što su: broj zrakoplova u određenom zračnom volumenu, najčešći tip zrakoplova koji prolazi kroz prostor, najučestaliji zračni prijevoznik, minute kašnjenja za određeni sektor, maksimalni broj zrakoplova po satu, minimalni broj zrakoplova po satu u određenom sektoru, i ostale informacije koje služe za određivanje opterećenja zračnog prostora.[7]

5. PROMETNO OPTEREĆENJE SEKTORA ZA LJETNI PERIOD 2018. GODINE

Za potrebe ovog rada napravljena je detaljna analiza prometa tri najprometnija ljetna dana i tri zimska dana s najmanje prometa te je kasnije odabran jedan dan s najvećim prometnim opterećenjem za još detaljniju analizu kako bi se usporedio dan s najvećim i najmanjim opterećenjem u svrhu prikazivanja promjene opsega posla kontrolora leta unutar i izvan turističke sezone. Analizirani dani su odabrani zbog svog jedinstvenog položaja u mjesecu odnosno količine prometa kroz dani period kako bi se mogla prikazati razlika u opterećenju zračnog prostora u ovisnosti o godišnjem dobu pošto je Hrvatski zračni prostor jako ovisan o sezoni.

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.

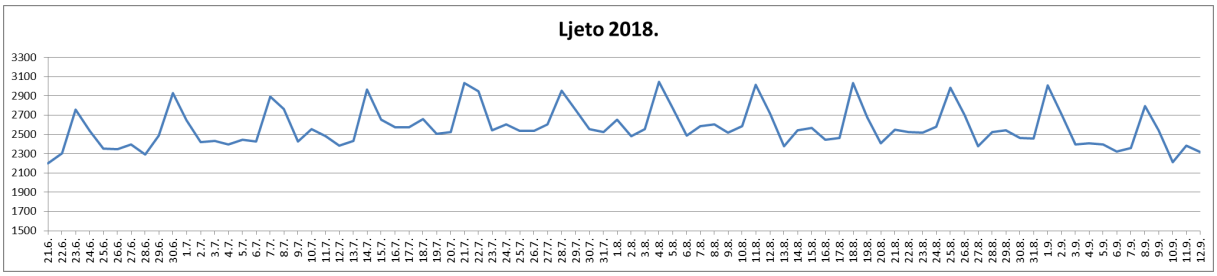
5.1. Analiza opterećenja ACC Zagreb kroz tri AIRAC datuma (21.06. – 12.09.)

Podatci o broju zrakoplova kroz FIR Republike Hrvatske su jako značajni za određivanje broja otvorenih sektora te planiranje nadolazećeg i rastućeg prometa svake godine. Program NEST pomoću svojih opcija nam omogućuje da se izolira svaki dan posebno te odredi njegovo prometno opterećenje. Odabrani AIRAC datumi su najbolji pokazatelji ljetne sezone 2018. godine. Od svih dana unutar tri AIRAC datuma (1807,1808,1809) odabrana su tri dana s najviše prometa te kasnije jedan dan s najviše prometa za detaljnu analizu.

Tablica 3: Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb kroz tri AIRAC ciklusa (21.06. – 12.09.)

DATUM	BROJ ZRAKOPLOVA	DATUM	BROJ ZRAKOPLOVA	DATUM	BROJ ZRAKOPLOVA
21.6.	2199	19.7.	2508	16.8.	2443
22.6.	2304	20.7.	2522	17.8.	2465
23.6.	2759	21.7.	3033	18.8.	3036
24.6.	2540	22.7.	2948	19.8.	2678
25.6.	2354	23.7.	2545	20.8.	2411
26.6.	2345	24.7.	2606	21.8.	2552
27.6.	2397	25.7.	2539	22.8.	2522
28.6.	2291	26.7.	2538	23.8.	2518
29.6.	2490	27.7.	2606	24.8.	2582
30.6.	2930	28.7.	2957	25.8.	2982
1.7.	2650	29.7.	2751	26.8.	2705
2.7.	2419	30.7.	2553	27.8.	2380
3.7.	2430	31.7.	2527	28.8.	2523
4.7.	2396	1.8.	2654	29.8.	2546
5.7.	2443	2.8.	2479	30.8.	2463
6.7.	2424	3.8.	2558	31.8.	2460
7.7.	2894	4.8.	3048	1.9.	3008
8.7.	2763	5.8.	2774	2.9.	2717
9.7.	2428	6.8.	2487	3.9.	2393
10.7.	2556	7.8.	2587	4.9.	2408
11.7.	2482	8.8.	2606	5.9.	2394
12.7.	2386	9.8.	2518	6.9.	2325
13.7.	2431	10.8.	2586	7.9.	2359
14.7.	2969	11.8.	3018	8.9.	2793
15.7.	2655	12.8.	2720	9.9.	2542
16.7.	2575	13.8.	2377	10.9.	2209
17.7.	2572	14.8.	2545	11.9.	2386
18.7.	2661	15.8.	2568	12.9.	2317
UKUPNO	70743	UKUPNO	74158	UKUPNO	71117

U tablici 3. prikazan je broj zrakoplova za svaki dan odabranih AIRAC datuma unutar ZAGREB FIR-a. U tablici su žutom bojom su označena tri najprometnija dana tijekom promatranog razdoblja koji će se u kasnijem poglavlju detaljnije razraditi. Iz tablice se može vidjeti nagli porast prometa svake subote koji prelazi čak 3000 aviona unutar 24h u 5 od promatranih 12 subota. Također se iz tablice može vidjeti da je najopterećenije vrijeme sezone između sredine srpnja i sredine kolovoza odnosno točnije u vremenskom razdoblju između 19.07- 15.08. s porastom od 4.8% u odnosu na vremensko razdoblje od 21.06. – 18.07. te većom količinom prometa od 4.2% u odnosu na vremensko razdoblje od 16.08. – 12.09.



Slika 5. Grafički prikaz prometa kroz tri odabrana ljetna AIRAC datuma 2018. godine

Slika 5. prikazuje promet kroz tri odabrana ljetna AIRAC datuma 2018. godine. Vertikala x os na slici predstavlja broj zrakoplova dok horizontala y os prikazuje datume promatranog perioda. Vidljivi su znatni skokovi u broju zrakoplova u prostoru svaki vikend tijekom promatranog vremenskog perioda te znatni strmi padovi u prometu u prelasku sa nedjelje na ponedjeljak. Uvećani prikaz slike 5. dostupan je u poglavlju ''Dodatci''.

5.2. Najčešći tip zrakoplova i najčešća zrakoplovna kompanija u ACC Zagreb unutar tri najprometnija dana

Analizom prometa o tipovima zrakoplova te zrakoplovnim prijevoznicima koji su prošli kroz promatrani zračni prostor u tri najopterećenija dana dobiveni su podatci prikazani u tablici 4. označeni žutom bojom. U tablici su prikazani samo top pet najučestalijih tipova zrakoplova i prijevoznika. Vidljivo je iz tablice da je najučestaliji tip zrakoplova europski Airbus 320 a najzastupljeniji avio prijevoznik je Easy jet (EZY).

Tablica 4. Najčešći tip zrakoplova i zrakoplovna kompanija u ACC Zagreb za tri najprometnija dana

DATUM	TIP ZRAKOPLOVA	PRIJEVOZNIK
21.7.	A320 (782 letova)	EZY (199)
	B738 (647)	EWG (153)
	A319 (282)	WZZ (149)
	A321 (260)	THY (126)
	B77W (57)	RYR (116)
4.8.	A320 (788 letova)	EZY (205 letova)
	B738 (652)	EWG (156)
	A319 (283)	WZZ (155)
	A321 (261)	RYR (123)
	B77W (57)	THY (96)
11.8.	A320 (784 zrakoplova)	EZY (209 letova)
	B738 (616)	WZZ (158)
	A321 (272)	EWG (145)
	A319 (267)	RYR (125)
	B77W (56)	THY (106)
18.8.	A320 (755 letova)	EZY (205 letova)
	B738 (653)	WZZ (153)
	A321 (276)	EWG (152)
	A319 (276)	RYR (128)
	B77W (52)	THY (117)
25.8.	A320 (737 letova)	EZY (200 letova)
	B738 (666)	WZZ (152)
	A319 (285)	EWG (151)
	A321 (256)	RYR (131)
	B77W (50)	THY (89)
1.9.	A320 (775 letova)	EZY (214 letova)
	B738 (629)	WZZ (163)
	A321 (312)	EWG (151)
	A319 (291)	RYR (133)
	B77W (62)	THY (122)

Drugi najčešći zrakoplov koji prolazi Hrvatskim zračnim prostorom je Boeing 737-800 (B378) te A320 i B738 zajedno čine 44% prometa u promatrana tri dana. Poslije A320 i B738 slijede Airbusovi zrakoplovi A319 i A321 sa brojem operacija manjim od 300 a poslije njih zastupljenost ostalih tipova zrakoplova pada na manje od 100 letova dnevno. A320 i B738 su najzastupljeniji zrakoplovi zbog najboljeg omjera doleta i troškova, jeftinijeg održavanja, široke proizvodnje i dostupnosti tog tipa zrakoplova.

Radi usporedbe analizirana su i tri druga odabrana datuma kako bi se bolje mogla ocijeniti zastupljenost određenih zrakoplova i zrakoplovnih kompanija. Iz tablice se može zaključiti da su tipovi zrakoplova koji su najzastupljeniji uvijek isti kroz sve dane te da im se poredak ne mijenja osim izmjene mjesta A319 i A320 koji su dva jako slična aviona istog proizvođača. Što se tiče zrakoplovnih prijevoznika, situacija je slična kao i s tipovima zrakoplova. Top pet najzastupljenijih zračnih prijevoznika su uvijek isti sa vodećim prijevoznikom EZY (Easy Jet) koji prelazi broj od 200 letova u jednom danu za sve promatrane datume osim subote 21.07. Poredak najzastupljenijih kompanija kroz promatrane dane je uglavnom uvijek isti s iznimkom datuma 21.07. gdje Turkish Airlines (THY) i Ryanair (RYR) zamjene mjesta.

Britanski zrakoplovni prijevoznik Easy Jet je vodeći prijevoznik kroz ACC Zagreb u promatranom ljetnom periodu no zbog izlaska Velike Britanije iz Europske unije Easy jet se dijeli na dvije podružnice. Jedna koja djeluje pod pokroviteljstvom Velike Britanije EZY i druga podružnica koja ostaje pod pokroviteljstvom Europske unije EJU (*Easy Jet Europe*) čiji je pozivni znak Alpine. Zbog ovog razloga sljedećih godina EZY kao prijevoznik se neće naći na listama najzastupljenijih prijevoznika jer se njihove operacije efektivno dijele po pola između EJU i EZY.

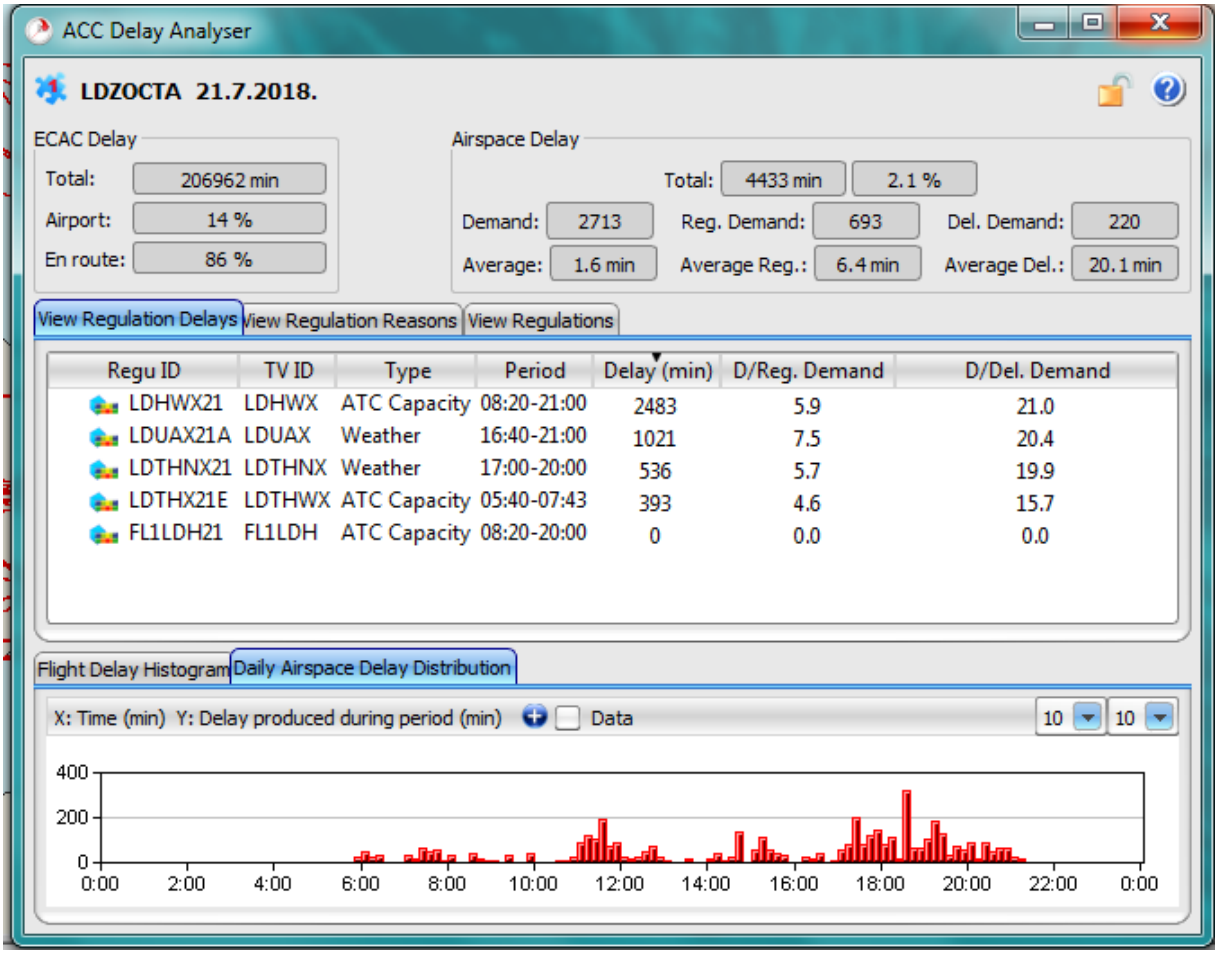
5.3. Kašnjenje letova i preopterećenje sektora

Kašnjenje letova i preopterećenje sektora su usko povezani pojmovi. Svaki put kada se predvidi preopterećenje jednog ili više sektora u pokret se stavljaju određene mjere mitigacije. Te mjere mitigacije su najčešće postavljanje regulacija na sektore za koje je predviđeno preopterećenje. Regulacije za preopterećenje sektora se vrše na način da se zrakoplovima koji su još na zemlji odnosno na aerodromu odgodi vrijeme polijetanja kako bi u proračunatom trenutku izbjegli vršno opterećenje prometa na sektoru kroz koji su trebali proći tijekom svog prolaska kroz ACC Zagreb. Na način opisan prethodno se generira kašnjenje.

Tablica 5. Prikaz kašnjenja letova te područja kašnjenja letova

DATUM	KAŠNJENJE u ACC Zagreb	PODRUČJE (unutar ECAC-a)	
		Aerodromi	En route
21.7.	4433 min	14%	86%
4.8.	3311 min	10%	90%
18.8.	4330 min	25%	75%

Tablica 5. prikazuje kašnjenje letova te područja kašnjenja letova za tri najprometnija dana u promatranom vremenskom periodu. Iz tablice se može vidjeti da je najviše kašnjenja generirano u subotu dana 21.07. sa čak 4433min kašnjenja što je 2.3% više od subote 18.08. i 33.8% više od subote 04.08. usprkos tome što je subota 21.7. imala manje zrakoplova od ostale dvije subote kao što se može vidjeti iz tablice 3. Za ljetni period promatranog vremena prema podatcima dobivenima analizom u NESTU-u većina kašnjenja, između 75% i 90% je generirana na ruti zrakoplova a tek manji postotak između 10% i 25% je generiran na aerodromima. Ovaj podatak će se drastično izmijeniti tijekom zimskog perioda što će se prikazati u daljnjim poglavljima.



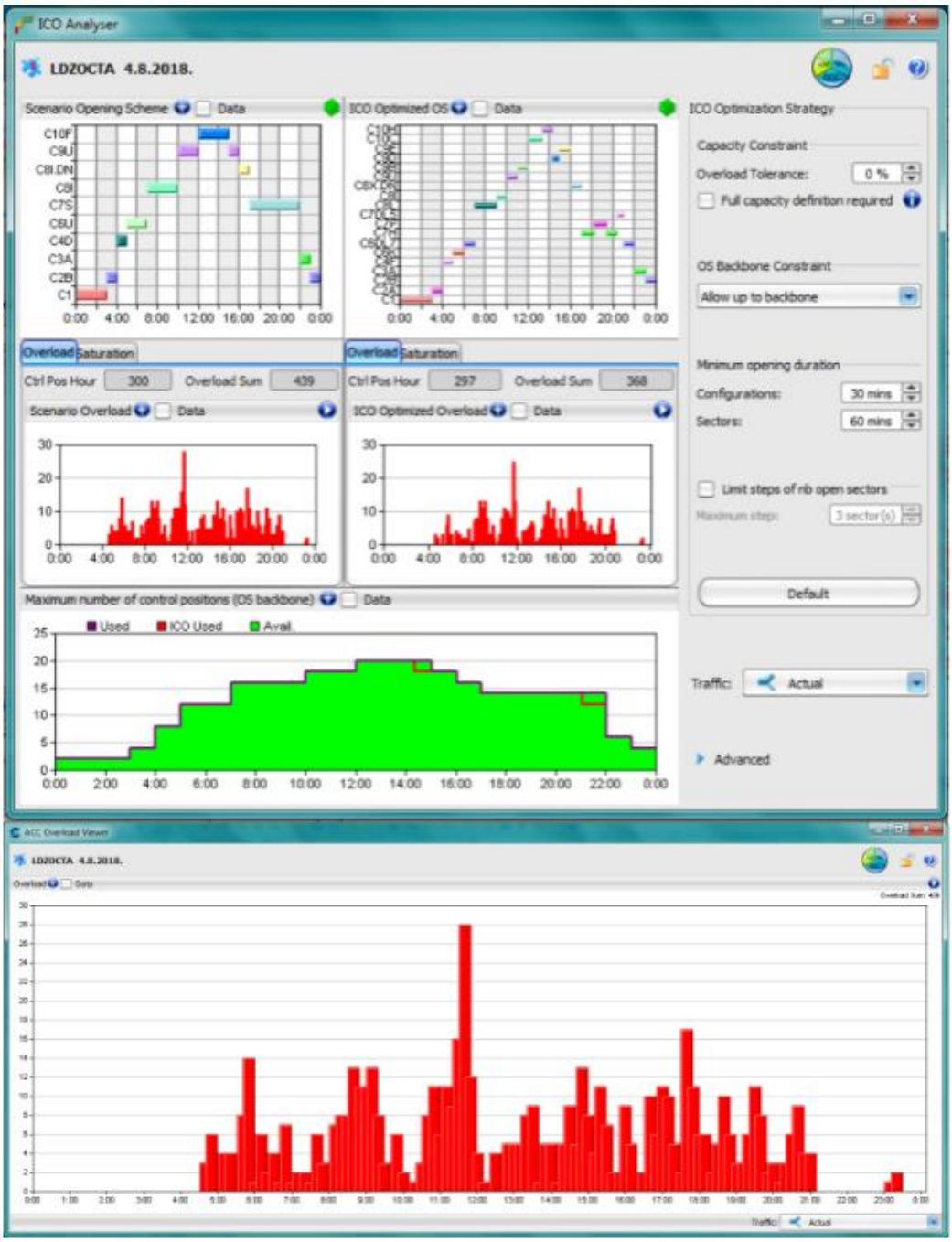
Slika 6. Prikaz kašnjenja u programu NEST

Slika 6. prikazuje kašnjenje kako je prikazano u programu NEST. Iz slike 6. se može zaključiti da je dana 21.07. najviše kašnjenja bilo u vremenskom periodu oko 19:00h sa skoro 300 minuta kašnjenja. Na donjem dijelu slike 6. vidi se graf čija x os predstavlja minute kašnjenja a y os predstavlja vremenski period u danu kada se kašnjenje dogodilo. Pomoću naprednih funkcija NEST programa sa svaki dan i svaki vremenski period u danu može se vidjeti i koji je bio razlog kašnjenja. Razlozi kašnjenja su najčešće nepogodno vrijeme odnosno stvaranje kumulonimbusnih naoblaka kroz koje zrakoplovi ne mogu letjeti, kapacitet kontrolora leta i nedostatak operativnog osoblja.

Kao što je prethodno utvrđeno kašnjenja i preopterećenje sektora su usko povezani. Unatoč svim regulacijama i brojnim minutama kašnjenja do preopterećenja svejedno dolazi. Zato je sve operativno osoblje kontrole leta trenirano tako da može raditi pod preopterećenjem kratki period vremena dok se ono ne ukloni ili vršno opterećenje prođe.

Program NEST također ima funkciju da prati i bilježi sva otvaranja sektora odnosno promjena sektorskih konfiguracija unutar promatranog zračnog prostora kao što je prikazano na slici 7. U gornjem lijevom kutu slike 7. može se vidjeti sekvenca otvaranja sektora unutar ACC Zagreb za datum 04.08. te se može zaključiti da od 24:00h kada je otvorena sektorska konfiguracija ''c1'' odnosnoj jedan sektor, broj sektora raste sve do 16:00h kada se počinje smanjivati i vraćati prema konfiguraciji ''c1''. Sa desne gornje strane slike 8. prikazan je funkcija koja nakon analize dnevnog prometa računa i daje optimalnu sekvencu za otvaranje sektora za dati promet u datom vremenu koja se kao što je vidljivo iz slike uvelike razlikuje od stvarne sekvence otvaranja sektora.

Zeleni diagram unutra slike 7. prikazuje mogućnost iskorištenja operativnog osoblja kontrole leta kako bi se dostigao optimalan kapacitet ACC Zagreb-a. Zelena popunjena polja predstavljaju dostupne kontrolore spremne za rad, ljubičasta crta predstavlja kontrolore koji su iskorišteni u datom trenutku a crvena crta nam pokazuje gdje je došlo do preopterećenja zbog nedostatka operativnog osoblja. Iz slike se može zaključiti sve operativno osoblje bilo iskorišteno u punom kapacitetu te da je vremenu između 14.00h i 15.00h i 21.00h i 22.00h došlo do preopterećenja zbog manjka dostupnog operativnog osoblja.



Slika 7. Prikaz otvaranja sektora, preopterećenja i maksimalnog kapaciteta.

Donji crveni grafikon slike 7. predstavlja prikaz preopterećenja u intervalima od 20 minuta te se može vidjeti da je maksimalni overload u periodu između 11:30h i 11:50h i iznosi 28 aviona što znači da je u tom vremenskom periodu od 20 minuta u cijelom ACC Zagreb bilo 28 zrakoplova više u odnosu na kapacitet sektora.

5.4. Detaljna analiza opterećenja prometa dana 4.8.2018. po sektorima

Za detaljnu analizu prometa po sektorima odabrana je subota datuma 04.08. zbog najveće količine prometa zabilježene u povijesti ACC Zagreb kroz vremenski period od 24h. Kao što je ranije rečeno ACC Zagreb ima mogućnost otvaranja 12 sektora koji se dijele na tri vertikalna sektora, North, West i South uz mogućnost spajanja west i south sektora u sektor pod imenom Adria. Nadalje svi sektori se mogu podijeliti vertikalno na lower, upper, high i top volumski prostor uz mogućnost kombiniranja vertikalnih podjela kao što je prikazano u tablici 1.

Tablica 6. nam prikazuje promet najopterećenijeg dana ikad zabilježenog u povijest ACC Zagreb. Valja napomenuti da ukupni broj zrakoplova u sektoru ne mora odgovarati broju zrakoplova po visinskoj podjeli sektora jer program NEST računa sve vertikalne tranzicije zrakoplova kroz različite volumene prostora zasebno. Ako uzmemo naprimjer sektor North vidi se da je kroz sektor prošlo na promatrani dan 1320 zrakoplova no ako se zbroje svi zrakoplovi iz TOP, HIGH, UPPER, i LOWER sektora taj broj će biti 1854. To je zato što ako zrakoplov leti na FL380 što spada pod TOP sektor te nakon određenog vremenskog perioda spusti na FL360 što spada pod HIGH sektor, program NEST će ga računati u obadva sektora.

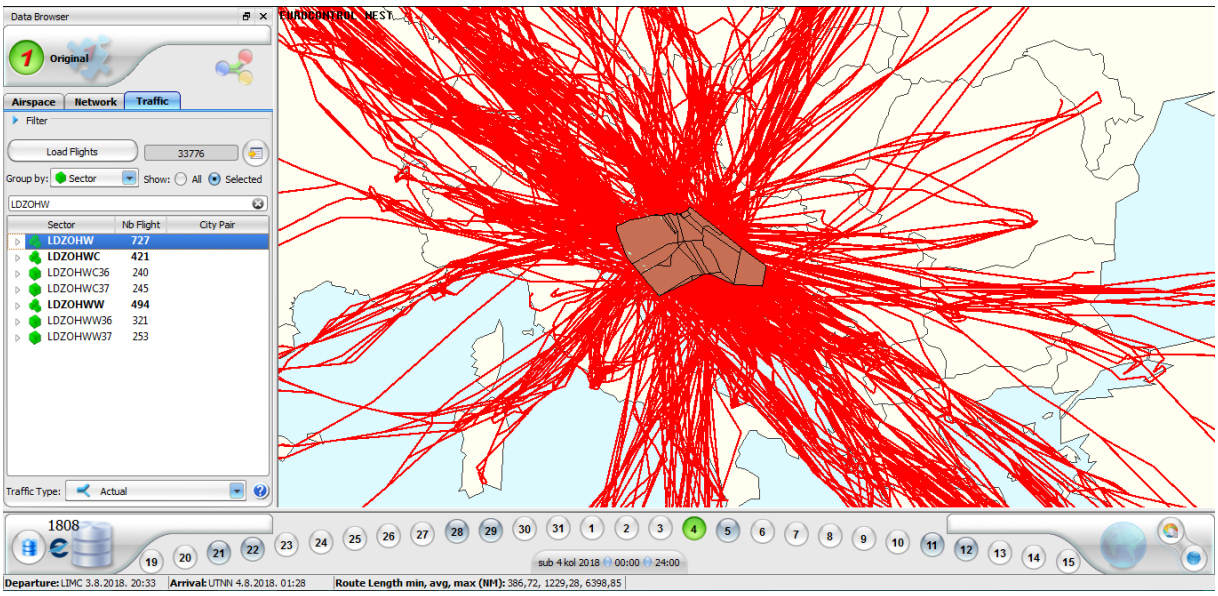
Tablica 6. Detaljni prikaz prometa dana 04.08. po sektorima u ACC Zagreb

SEKTOR		BROJ ZRAKOPLOVA	
		PREMA VERTIKALNOJ PODJELI SEKTORA	UKUPAN BROJ U SEKTORU
NORTH	TOP	312	1320
	HIGH	540	
	UPPER 36	773	
	LOWER	229	
WEST	TOP	409	1946
	HIGH	727	
	UPPER	752	
	LOWER	521	
SOUTH	TOP	291	1256
	HIGH	526	
	UPPER	496	
	LOWER	314	

U tablici 6. se može vidjeti da je sektor West koji je prikazan na slici 9. daleko najopterećeniji sektor sa čak 1946 letova unutar promatranih 24h što je 47.4% veće opterećenje naspram sektora North koji je imao 1320 letova i 54.9% veće opterećenje naspram sektora South koji je imao 1256 letova. Također se može zaključiti da su vertikalne podjele sektora HIGH i UPPER najzastupljenije što se tiče letova u promatranih 24h. U sektoru North, promet HIGH i UPPER dijela čini 1313 letova što je 70.8% ukupnih letova sektora. U sektoru West, promet HIGH i UPPER dijela čini 1479 letova što je 61.3% ukupnih letova sektora. U sektoru South, promet HIGH i UPPER dijela čini 1022 letova što je 62.8% ukupnih letova sektora. Informacija da su UPPER i HIGH sektori najopterećeniji čini još zanimljivijom to da ta dva sektora skupa sadrže samo 5 razina leta po kojima zrakoplovi mogu letjeti dok sektori TOP i LOWER zajedno imaju tri puta više razina leta nego HIGH i UPPER u kombinaciji. Valja napomenuti da je u sektoru North tijekom promatranog dana najčešće bila otvorena kombinacija sa promijenjenom razinom leta kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju i prikazano slikom 6.

5.4.1. Kompleksnost sektora ACC Zagreb u ljetnom periodu

Na slici 8. su prikazane prometne putanje sektora HIGH West u najprometnijoj suboti u godini, datuma 04.08.2018. gdje crvene linije predstavljaju zračne puteve kojima lete zrakoplovi. Iz slike se može zaključiti da je najprometnija os kojom lete zrakoplovi sjeverozapad prema jugoistoku što također objašnjava visoku napučenost sektora. Sektor West se nalazi u takvoj geografskoj poziciji da većina tranzicija sa sjeveroistoka na jugozapad zahvaća baš West sektor ulaskom iz Slovenskom i Talijanskog zračnog prostora te izlaskom prema zračnom prostoru Bosne i Hercegovine te Srbije.



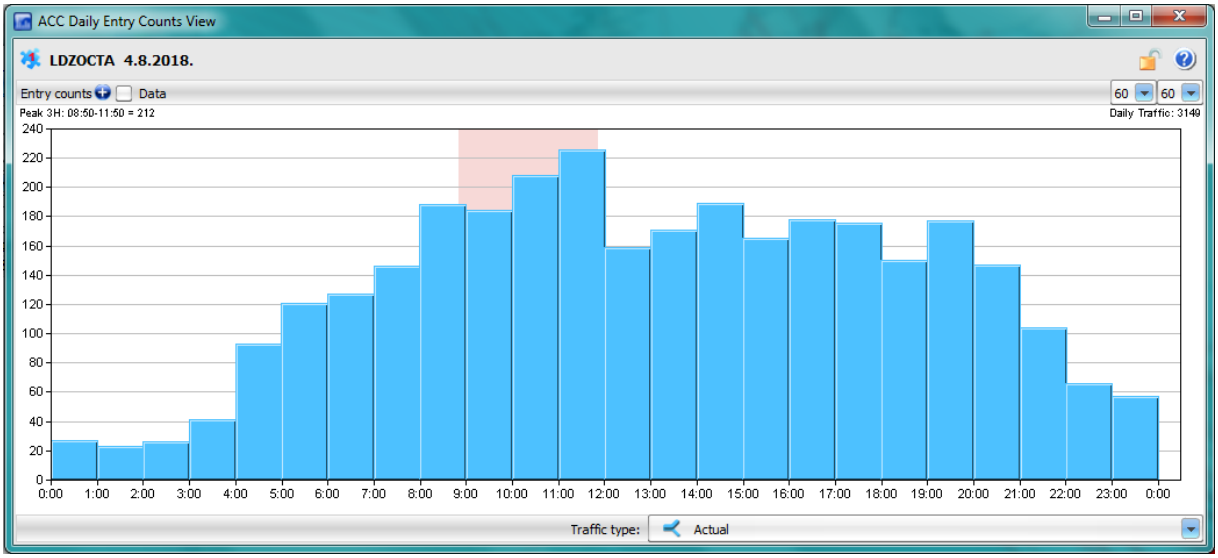
Slika 8 Prikaz putanja prometa koji prolazi kroz sektor HIGH WEST dana 04.08.

Sektor West kao što je prikazan na slici 8. nije samo najopterećeniji sektor nego je i sektor s najvećom kompleksnosti prometa u ljetnom periodu prema iskustvu kontrolora ACC Zagreb tijekom godina. Ta kompleksnost prolazi iz toga da je u West sektoru daleko najveći broj vertikalnih tranzicija zbog mnogo aerodroma koji ga okružuju. Najveći aerodromi koji stvaraju većinu vertikalnih tranzicija u sektoru zbog čestih dolazaka i odlazaka su Ljubljana, Venecija, Treviso, Padova, te naši domaći aerodromi Split i Zadar, Pula i Rijeka. Promet dotičnih okolnih aerodroma je jako ovisan o sezoni te se znatno smanjuje tijekom zimske sezone što će biti prikazano u daljnjim poglavljima.

Sektor HIGH je najprometniji zbog svojih razina leta što su samo FL360 i FL370 što su optimalne razine leta za krstarenje zrakoplovima kao Airbus 320 i Boeing 737-800 koji su ujedno i najčešće zastupljeni zrakoplovi u Hrvatskom zračnom prostoru kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju i prikazano tabličnim prikazom u tablici 4. Kako tehnologija napreduje sve će se više koristiti više razine leta zbog naglog napretka u performansama zrakoplova. Zbog ranije navedenog razloga će se s vremenom sve više pokazivati prelazak prometa preko TOP sektora i sve manje preko nižih sektora što će rasteretiti HIGH sektore.

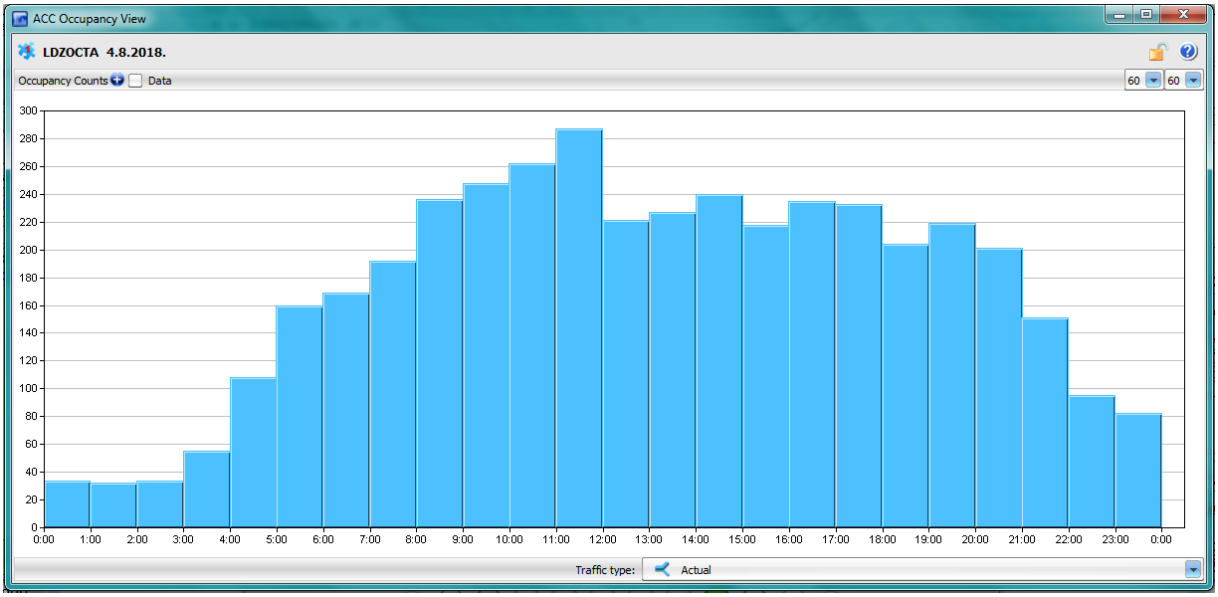
5.4.2. Ulazak zrakoplova i broj zrakoplova u ACC Zagreb

Detaljnom analizom u programu NEST izvučeni su podatci o broju ulazak aviona u ACC Zagreb te broj zrakoplova u intervalima od jednog sata za najprometniji dan u godini, subotu 04.08. Razlika između broja ulazaka zrakoplova u intervalu od jednog sata i broja zrakoplova unutar jednog sata je sljedeća. Ako se uzme u obzir vremenski interval od 09:00h-10:00h, maksimalni broj zrakoplova koji je u tom vremenskom periodu je 250 što je prikazano slikom 10. dok je broj ulazaka zrakoplova za isti vremenski period 180 što je prikazano slikom 9. Razlika je u tome što svi zrakoplovi koji su unutar prostora nadležnosti ACC Zagreb u promatranom vremenu su svrstani pod broj zrakoplova trenutno u sektoru bez obzira na vrijeme njihovog ulaska. U promatranom vremenu od 09:00h do 10:00h zrakoplov koji je ušao prije 09:00h na primjer 08:52h će svejedno biti uzeti u obzir pod broj zrakoplova za vremenski interval od 09:00h do 10:00h dok neće biti brojan pod broj ulazaka zrakoplova za taj isti vremenski period.



Slika 9. Prikaz broja ulazaka aviona u ACC Zagreb u intervalima od sat vremena 04.08.

Slika 9. prikazuje broj ulazaka aviona u ACC Zagreb u intervalima od sat vremena. Iz grafikona je vidljivo da se maksimalni broj ulazaka dogodio u vremenskom intervalu između 11:00h i 12:00h sa 226 ulazaka dok je minimalni broj ulazaka bio u vremenskom intervalu između 01:00h i 02:00h sa brojem ulazaka od 23 aviona. U grafikonu je također vidljivo da se dogodilo preopterećenje u vremenskom intervalu između 09:00h i 12:00h koje je prikazano crvenom bojom iznad maksimalnog broja ulazaka aviona u datom vremenskom intervalu.



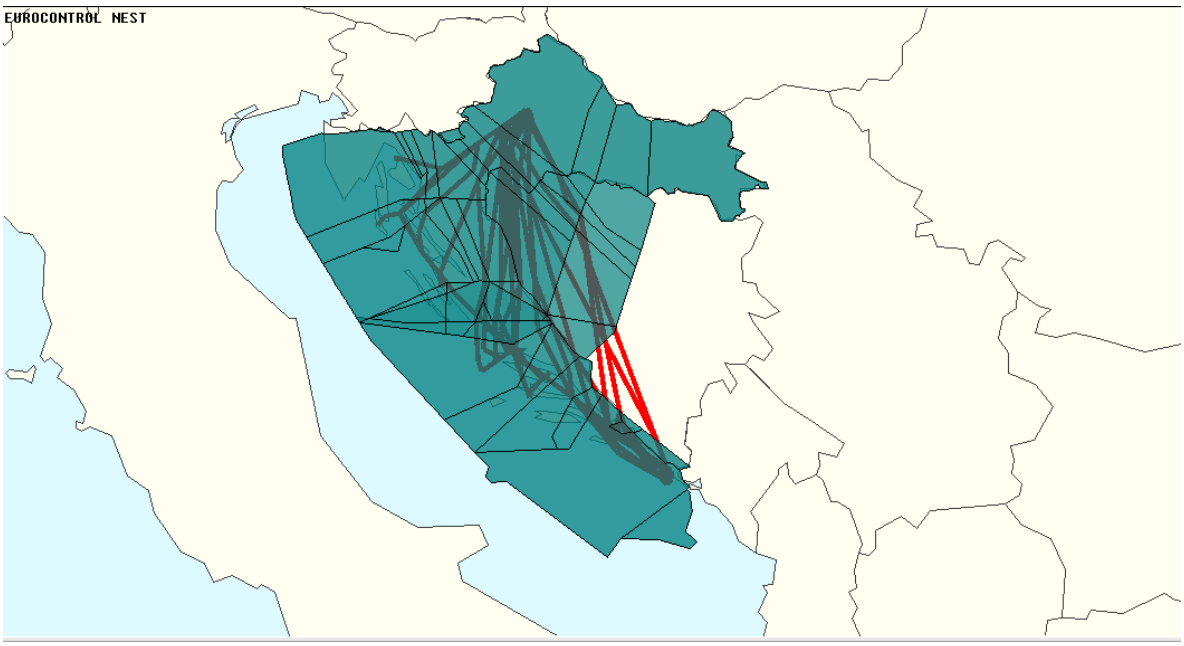
Slika 10. Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb u intervalima od sat vremena 04.08.

Slika 10. prikazuje broj zrakoplova unutar ACC Zagreb u intervalima od jednog sata. Iz grafikona je vidljivo da je maksimalno zrakoplova bilo u vremenskom periodu između 11:00h i 12:00h sa brojem zrakoplova u prostoru koji je dosezao čak 287 zrakoplova dok je minimalni broj bio u vremenskom intervalu između 01:00h i 02:00h sa 28 zrakoplova trenutno u prostoru.

5.4.3. Utjecaj domaćih letova na opterećenje sektora

Domaći letovi su vrsta komercijalnih letova u civilnom zrakoplovstvu gdje se aerodrom polijetanja i aerodrom slijetanja nalaze u istoj državi. Analizom u programu NEST utvrđeno je da je dana 04.08.2018. godine bilo 38 domaćih letova.

Većina domaćih letova odnosno preciznije 68% domaćih letova su letovi koji polijeću sa aerodroma Zagreb ili slijeću na aerodrom Zagreb kao što je vidljivo iz tablice 5. Domaći letovi nemaju velik utjecaj na opterećenje ACC Zagreb zbog same činjenice što ih je jako malo te ne penju na velike visine. Najveći broj prometa domaćih letova se odvija u smjeru Zagreb-Dubrovnik te Zagreb-Split kao što je vidljivo iz slike 11. i tablice 7. Letovi iz Zagreba za Split i obrnuto najčešće penju samo do visina FL250 ili niže što ih samo na kratko stavlja u nadležnost oblasne kontrole Zagreb prije nego se vrate na terminalnu kontrolu. Promet u smjeru Zagreb Dubrovnik i obrnuto još manje uzimaju prostora u oblasnoj kontroli jer većina letova ide rutom sjever- jug koja ih stavlja pod nadležnost ACC Sarajevo kratko nakon polijetanja sa aerodroma Zagreb i odmah nakon polijetanja sa aerodroma Dubrovnik.



Slika 11. Domaći letovi za dan 04.08.2018.

Slika 11. prikazuje putanje domaćih letova u subotu 04.08.2018, godine te je vidljivo da je najgušće prometovana ruta Zagreb – Split i Zagreb – Dubrovnik. Crveni dio rute predstavlja dio rute koji izlazi izvan područja nadležnosti ACC Zagreb premda zbog visine na kojoj domaći letovi lete svi zrakoplovi koji polijeću iz Zagreba za Dubrovnik izlaze iz nadležnosti ACC Zagreb već nakon što prijeđu granicu države zbog razloga opisanih u poglavlju 3. (Sektori i sektorske konfiguracije)

Zbog velikog opterećenja oblasne kontrole tijekom ljetne sezone neizbježno je otvaranje novih sektora i novih sektorizacija. Jedno od najvjerojatnijih rješenja je to da će se terminali koji sada operiraju do visina od FL205 i ispod podići do FL285 u bližoj budućnosti kako bi rasteretili donje sektore oblasne kontrole. To će značiti da će preko 90% domaćih letova ostati pod nadležnosti terminala i nikad ne ući u nadležnost oblasne kontrole Zagreb.

Tablica 7. Prikaz domaćih letova za datum 04.08.2018.

	BROJ LETOVA	TIP ZRAKOPLOVA	PRIJEVOZNIK	RUTA
04.08.	38	A319 (8)	CTN (27)	LDZA – LDDU (6 + 6)
		A320 (3)	ZZZ (5)	LDZA – LDSP (5 + 4)
		C25A (2)	BKV (2)	LDZA – LDZD (2 + 1)
		GLF5 (2)	SLD (2)	LDZA – LDOS (1 + 1)
		L410 (2)	NJE (1)	LDPL – LDZD (1 + 1)
		BE9L (2)	SRK (1)	LDZD – LDSB (2 + 0)
		CRJX (2)		LDZA – LDSB (1 + 1)
		PA44 (1)		LDZA – LDLO (1 + 0)
		E55P (1)		LDZD – LDDU (1 + 1)
		SB20 (1)		LDSP – LDDU (1 + 0)
				LDZA – LDRI (0 + 1)
				LDPL – LDLO (1 + 1)
				LDVA – LDZL (1 + 0)

6. PROMETNO OPTEREĆENJE SEKTORA ZA ZIMSKI PERIOD 2018. GODINE

U poglavlju 6. analizirat će se opterećenje sektora ACC Zagreb za dva odabrana AIRAC datuma(1801,1802) u što će se uključiti najčešći tip zrakoplova koji operira nebom iznad Republike Hrvatske te zračni prijevoznici koji se najčešće pojavljuju u području Zagreb ACC. Daljnje će se obaviti detaljna analiza za dan 07.02.2018. godine koji je odabran zbog svog specifičnog položaja u mjesecu i zbog najmanjeg broja zabilježenih operacija koje će se u kasnijem poglavlju usporediti sa danom 04.08. 2018. godine kako bi se istaknula visoka sezonska razlika u broju prometnih operacija unutar Zagreb ACC.

6.1. Analiza opterećenja ACC Zagreb kroz dva AIRAC datuma (04.01. – 28.02.)

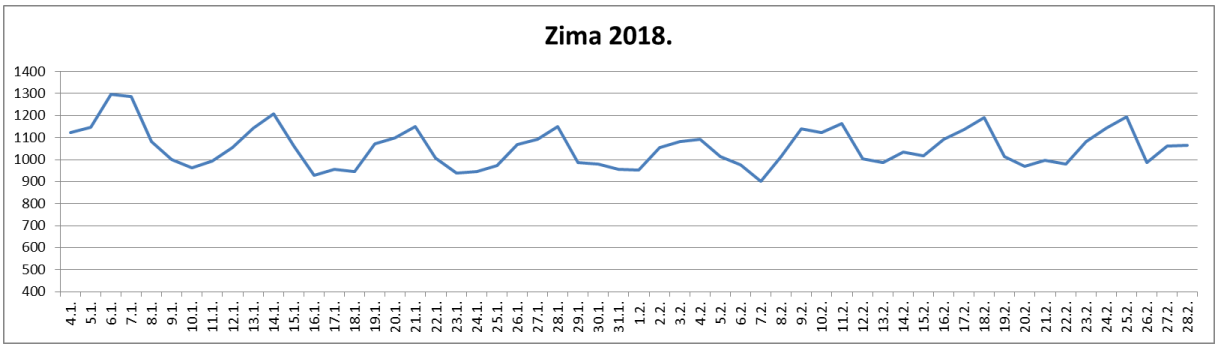
Analizom prometa zimskog perioda utvrđen je broj zrakoplova koji je prošao kroz ACC Zagreb za svaki dan kroz promatrani vremenski period. Istaknuta su tri dana 16.01., 23.01., i 07.02. kao dani s najmanje prometa u promatranom periodu koji će kasnije u poglavlju 7. biti korišteni za usporedbu sa najprometnijim ljetnim danima te će se te određene dane detaljnije analizirati.

Tablica 8. Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb kroz dva AIRAC datuma (04.01. – 28.02.)

DATUM	BROJ ZRAKOPLOVA	DATUM	BROJ ZRAKOPLOVA
4.1.	1124	1.2.	954
5.1.	1148	2.2.	1054
6.1.	1297	3.2.	1082
7.1.	1285	4.2.	1091
8.1.	1083	5.2.	1013
9.1.	1000	6.2.	977
10.1.	964	7.2.	900
11.1.	993	8.2.	1013
12.1.	1053	9.2.	1141
13.1.	1142	10.2.	1124
14.1.	1208	11.2.	1164
15.1.	1063	12.2.	1002
16.1.	930	13.2.	986
17.1.	957	14.2.	1034
18.1.	947	15.2.	1016
19.1.	1070	16.2.	1091
20.1.	1098	17.2.	1137
21.1.	1149	18.2.	1190
22.1.	1008	19.2.	1012
23.1.	937	20.2.	971
24.1.	946	21.2.	996
25.1.	974	22.2.	980
26.1.	1067	23.2.	1082
27.1.	1091	24.2.	1142
28.1.	1149	25.2.	1195
29.1.	985	26.2.	986
30.1.	978	27.2.	1063
31.1.	957	28.2.	1064
UKUPNO	29603	UKUPNO	29460

Tablica 8. prikazuje broj zrakoplova unutar ACC Zagreb za sa sve dane u dva odabrana zimska AIRAC datuma. U tablici su žutom bojom označena tri dana najmanjeg prometa u promatranom vremenskom periodu. Iz tablice se može vidjeti da unutar tjedna, nedjelja najčešće ima najviše prometa. Vidljivo je da promet tijekom zime u promatranom vremenu stagnira, odnosno da nema veliki povećanja niti smanjivana između dva AIRAC datuma. Smanjenje prometa drugog AIRAC datuma (01.02. -28.02.) u odnosu na prvi AIRAC datum (04.01. -31-01.) je zanemarivih 0.4%.

Slika 12. prikazuje promet kroz dva odabrana zimska AIRAC datuma 2018. godine. Vidljivi su skokovi u broju zrakoplova u prostoru svaki vikend tijekom promatranog vremenskog perioda te strmi padovi u prometu u prelasku sa nedjelje na ponedjeljak. Uvećani prikaz slike 12. može se vidjeti u poglavlju ''Dodatci''.



Slika 12. Grafički prikaz prometa kroz dva odabrana zimska AIRAC datuma 2018. godine

6.2. Najčešći tip zrakoplova i zrakoplovna kompanija unutar ACC Zagreb u tri dana s najmanje prometa

Analizom prometa o tipovima zrakoplova te zrakoplovnim prijevoznicima koji su prošli kroz promatrani zračni prostor u tri najmanje opterećena dana dobiveni su podatci prikazani u tablici 9. U tablici su prikazani samo top pet najčešćih tipova zrakoplova i avio prijevoznika. Iz tablice 9. je vidljivo da je najčešći tip zrakoplova europski Airbus 320 (A320) a najzastupljeniji avio prijevoznik Wizzair (WZZ) i Thurkish (THY).

Tablica 9. Najčešći tip zrakoplova i zrakoplovna kompanija u ACC Zagreb za tri najmanje prometna dana

DATUM	TIP ZRAKOPLOVA	PRIJEVOZNIK
16.1.	A320 (215 zrakoplova)	WZZ (113 let)
	B738 (141)	THY (60)
	A321 (92)	RYR (52)
	A319 (60)	QTR (33)
	B77W (29)	DLH (33)
18.1.	A320 (176 zrakoplova)	THY (68 letova)
	B738 (159)	RYR (67)
	A321 (89)	WZZ (51)
	A319 (68)	DLH (33)
	B77W (27)	AEE (32)
23.1.	A320 (207 letova)	WZZ (109 letova)
	B738 (136)	THY (63)
	A321 (88)	RYR (51)
	A319 (70)	QTR (35)
	B77W (36)	CTN (34)
24.1.	A320 (196 letova)	WZZ (89 letova)
	B738 (134)	THY (77)
	A321 (112)	RYR (48)
	A319 (69)	AEE (34)
	B77W (23)	DLH (34)
7.2.	A320 (184 letova)	THY (84 letova)
	B738 (124)	WZZ (80)
	A321 (109)	RYR (42)
	A319 (81)	DLH (35)
	A332 (27)	AEE (30)

U tablici 9. prikazana je analiza prometa za tri najmanje prometna dana te još dva dodatna odabrana dana radi lakše usporedbe i većeg broja informacija za razradu. Iz tablice je vidljivo da je A320 jedini tip zrakoplova koji prelazi 200 operacija dnevno te da je poslije njega najzastupljeniji tip zrakoplova Boeing 737-800 isto kao i u ljetnom periodu. Top pet najčešćih tipova zrakoplova je isti kroz svih pet promatranih dana s iznimkom datuma 07.02. gdje je inače na petom mjestu Boeing 777-300ER (B77W) a sada je Airbus 330-200 (A332). Kroz promatrane dane samo A320 i B738 imaju preko 100 letova gdje svi ostali zrakoplovi u promatranih 24h padaju na manje od 100 letova.

Iz tablice 9. kroz promatrane dane može se zaključiti da je Wizzair (WZZ) najzastupljeniji prijevoznik sa ukupno 442 leta kroz promatranih pet dana. Wizzair i Thurkish se kroz dane izmjenjuju za prvo mjesto kao što je vidljivo iz tablice 9. da je Wizzair datuma 16.01.,23.01.,24.01, na prvom mjestu dok je na datume 18.01. i 07.02. Thurkish na prvom mjestu. Sve ukupno kroz promatrani period Wizzair je imao 25.5% više letova nego Thurkish koji je ukupno ima 352 leta. U top pet se konstantno pojavljuje Njemački avio prijevoznik Lufthansa (DLH), Britanski avio prijevoznik Ryanair (RYR), Grčki avio prijevoznik Aegean (AEE) te se čak datuma 23.01. pojavljuju Hrvatski domaći avio prijevoznik Croatia Airlines (CTN) kao peti najzastupljeniji prijevoznik na taj datum.

6.3. Kašnjenje letova i preopterećenje sektora

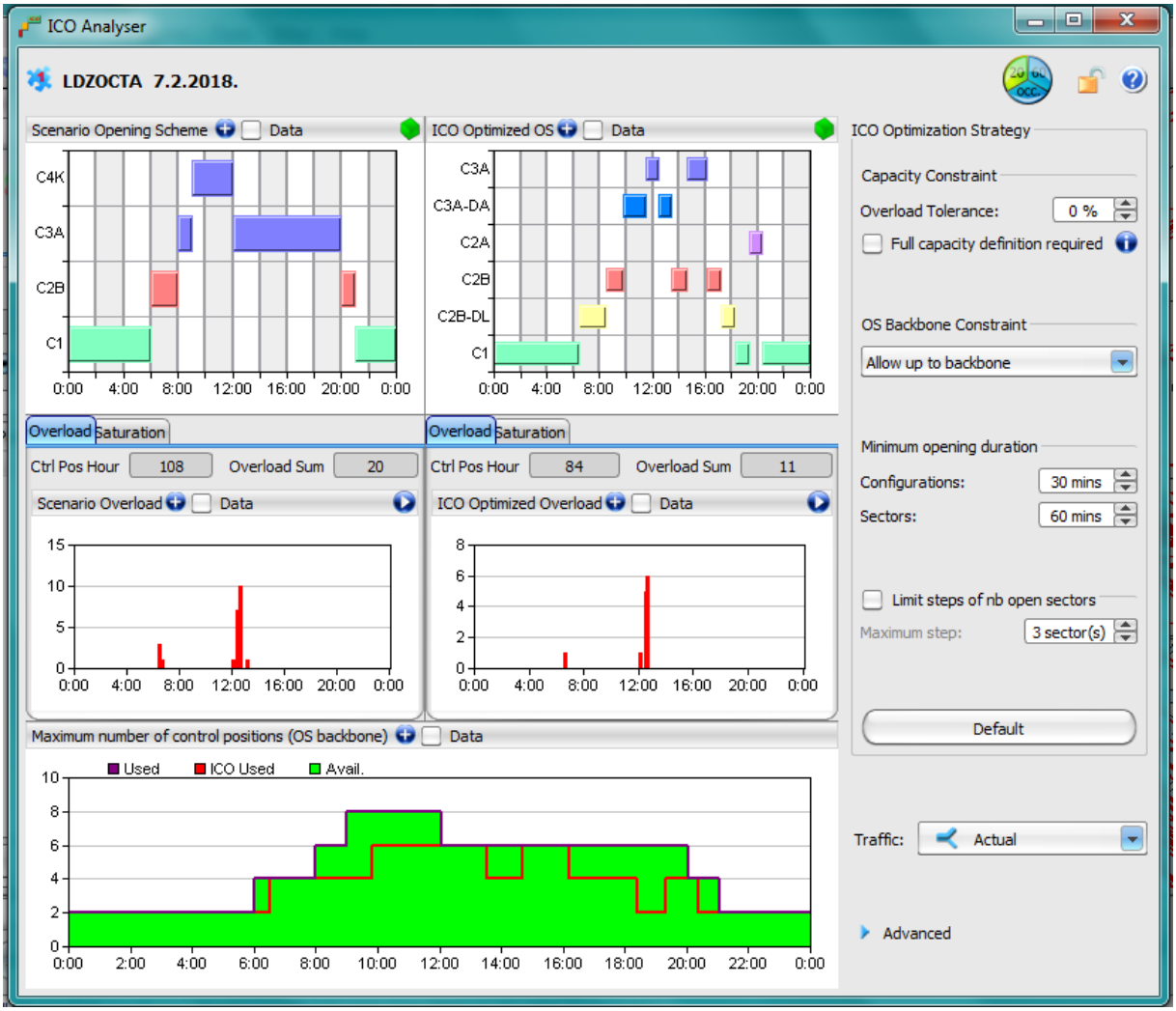
Detaljnom analizom u programu NEST odredile su se minute kašnjenja te preopterećenja sektora za odabrane zimske dane u promatranom vremenskom periodu. Odabrani dani su dani s najmanje prometa tijekom promatranog zimskog perioda radi kasnije usporedbe sa najprometnijim danima tijekom promatranog vremena tijekom ljetne sezone.

Tablica 10. Prikaz kašnjenja letova te područja kašnjenja letova za dane s najmanje prometa

DATUM	KAŠNJENJE u ACC Zagreb	PODRUČJE (unutar ECAC-a)	
		Aerodromi	En route
16.1.	0 min	72%	28%
23.1.	0 min	78%	22%
7.2.	0 min	75%	25%

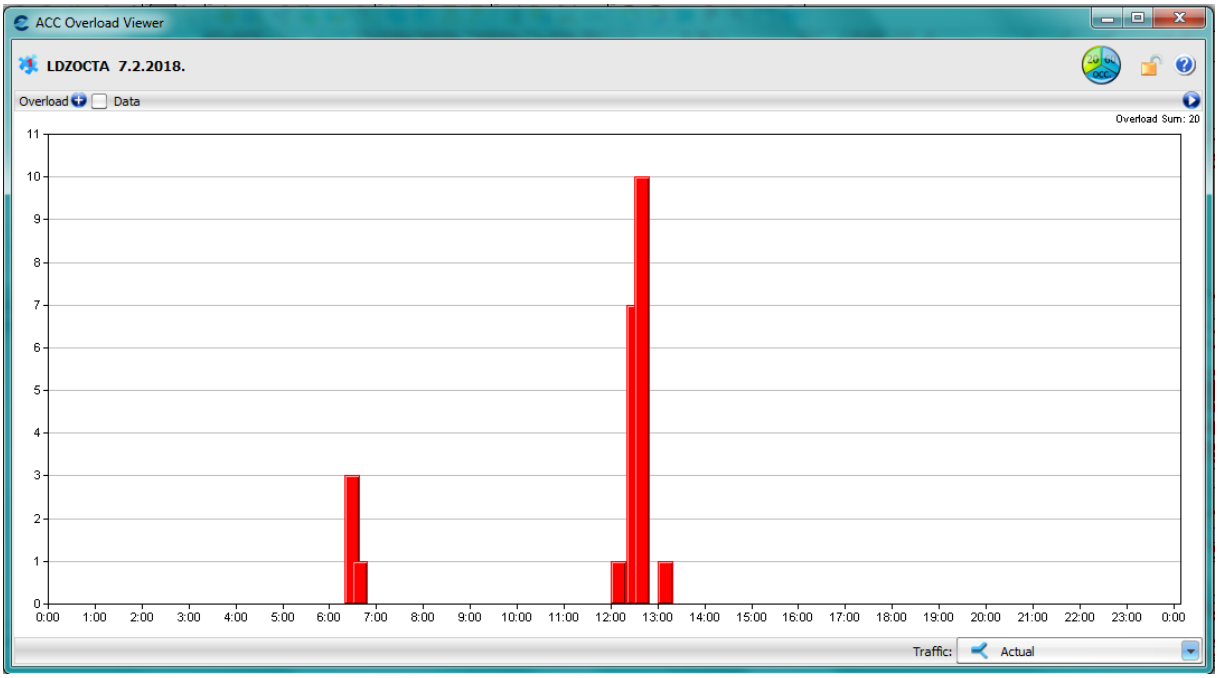
Tablica 10. prikazuje kašnjenje letova te područja kašnjenja za tri najmanje prometna dana u promatranom zimskom vremenskom periodu. Iz tablice se može vidjeti da je broj minuta kašnjenja jednak nuli za sva tri dana najmanjeg prometa. Ovaj podatak nam pokazuje sezonalnost hrvatskog zračnog prostora te naglo smanjenje prometa i kašnjenja zimskog vremenskog perioda u usporedbi s ljetnim. Za zimski period promatranog vremena većina kašnjenja, između 72% i 78% generirana su na aerodromima dok je manji postotak između 22% i 25% generiran na rutama zrakoplova .

Program NEST ima funkciju da prati i bilježi sva otvaranja sektora odnosno promjena sektorskih konfiguracija unutar promatranog zračnog prostora kao što je prije prikazano na slici 7. i sada na slici 13. U gornjem lijevom kutu slike 13. može se vidjeti sekvenca otvaranja sektora unutar ACC Zagreb za datum 07.02. te se može zaključiti da od 24:00h kada je otvorena sektorska konfiguracija ''c1'' odnosnoj jedan sektor, broj sektora raste sve do 12:00h kada se počinje smanjivati i vraćati prema konfiguraciji ''c1''. Sa desne gornje strane slike 13. prikazan je funkcija koja nakon analize dnevnog prometa računa i daje optimalnu sekvencu za otvaranje sektora za dati promet u datom vremenu koja se kao što je vidljivo iz slike uvelike razlikuje od stvarne sekvence otvaranja sektora.



***Slika 13**. Prikaz otvaranja sektora, preopterećenja i maksimalnog kapaciteta za zimski dan*

Zeleni diagram unutra slike 13. prikazuje mogućnost iskorištenja operativnog osoblja kontrole leta kako bi se dostigao optimalan kapacitet ACC Zagreb-a. Zelena popunjena polja predstavljaju dostupne kontrolore spremne za rad, ljubičasta crta predstavlja kontrolore koji su iskorišteni u datom trenutku a crvena crta nam pokazuje gdje je došlo do preopterećenja zbog nedostatka operativnog osoblja. Iz slike se može zaključit da je sve operativno osoblje bilo iskorišteno u punom kapacitetu te da je vremenu između 06.00h i 21.00h i 21.0 došlo do preopterećenja zbog manjka dostupnog operativnog osoblja. Ovo preopterećenje nije nastalo zbog manjka ukupnog osoblja jer kao što se može vidjeti samo je 8 kontrolora bilo dostupno na vrhuncu dana dok je po ljetu taj broj preko 20 kontrolora. Preopterećenje je nastalo zbog toga što zimi operativno osoblje ima rekreacijske i godišnje odmore te je manje ljudi dostupno u danom trenutku no to nikada nije utjecalo u toj mjeri da bi se morala uvesti neka restrikcija ili generiralo bilo kakvo kašnjenje kao što je prikazano u tablici 10.



Slika 14. Prikaz preopterećenja ACC Zagreb za dan 07.02. 2018. godine

Slika 14. predstavlja prikaz preopterećenja u intervalima od 20 minuta te se može vidjeti da je preopterećenja bilo minimalno. Maksimalno preopterećenje je nastalo u periodu između 12:40h i 13:00h te je iznosilo 10 zrakoplova što znači da je u tom periodu od 20 minuta u ACC Zagreb bilo 10 zrakoplova više u odnosu na kapacitet sektora.

6.4. Detaljna analiza opterećenja prometa dana 07.02.2018. po sektorima

Detaljnom analizom prometa srijede datuma 07.02.2018. godine dobiveno je opterećenje odnosno broj zrakoplova po svakom sektoru u odnosu na vertikalnu i horizontalnu podjelu. Iz analize se može zaključiti da je sektor WEST ponovo najzastupljeniji sektor s najvećim brojem zrakoplova i u zimskom periodu 2018. godine.

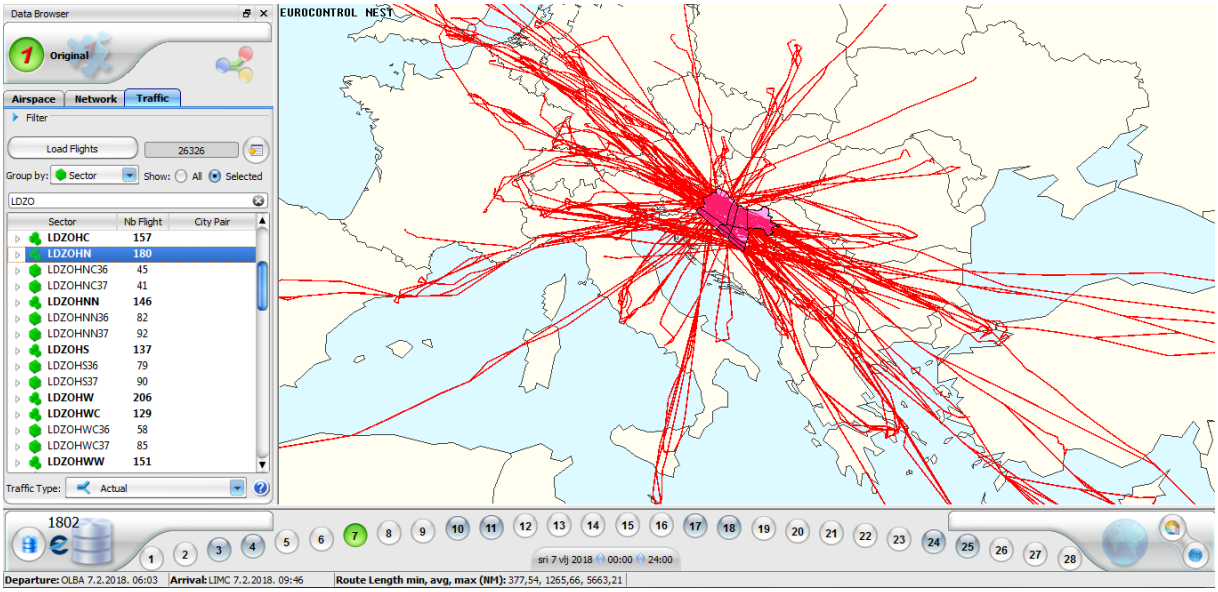
Tablica 11. Detaljni prikaz prometa dana 07.07. po sektorima u ACC Zagreb

SEKTOR		BROJ ZRAKOPLOVA	
		PREMA VERTIKALNOJ PODJELI SEKTORA	UKUPAN BROJ U SEKTORU
NORTH	TOP	134	462
	HIGH	180	
	UPPER 36	220	
	LOWER	90	
WEST	TOP	158	509
	HIGH	206	
	UPPER	190	
	LOWER	67	
SOUTH	TOP	107	335
	HIGH	137	
	UPPER	132	
	LOWER	50	

Tablica 11. prikazuje promet najmanje opterećenog dana u godini unutar ACC Zagreb. Iz tablice se može vidjeti da je sektor West koji je prikazan u prethodnom poglavlju na slici 8. najopterećeniji sektor sa 509 letova unutar promatranih 24h. Opterećenje sektora West je 10.1% veće od opterećenja sektora North koji je ima 462 letova i 51.9% veće od sektora South koji je imao najmanji broj letova 335. Također se može zaključiti da su vertikalne podjele sektora HIGH i UPPER najzastupljenije što se tiče letova u promatranom vremenu. U sektoru North promet HIGH i UPPER dijeli čini 400 letova što je 64.2% ukupnog prometa. U sektoru West promet HIGH i UPPER dijela čini 396 letova što je 63.7% ukupnog prometa. U sektoru South promet HIGH i UPPER dijela čini 269 letova što je 63.1% ukupnog prometa. Valja napomenuti da je u sektoru North tijekom promatranog dana najčešće bila otvorena kombinacija sa promijenjenom razinom leta kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju i prikazano slikom 4.

6.4.1. Kompleksnost sektora ACC Zagreb u Zimskog periodu

U zimskom periodu godine, prometne putanje sektora North ALL prikazane su na slici 15. te je North ALL najčešće otvoren North sektor. North ALL obuhvaća sve vertikalne podjele sektora što su LOWER, UPPER, HIGH i TOP te ih spaja sve u jedan sektor. To je slučaj zato što je promet znatno manji u zimskom periodu nego u ljetnom periodu pa otvaranje vertikalnih sektora nije toliko potrebno. Sektor North preuzima titulu najkompleksnijeg sektora utvrđeno prema iskustvima kontrolora ACC Zagreb , sektoru West iz razloga što su tijekom zime popularnije zimske destinacije koje znatno utječu na North sektor i stvaraju mnoštvo vertikalnih tranzicija te ljetne destinacije imaju znatan pad u prometu. Neke od najčešćih destinacija su Zagreb. Budimpešta, Beč, Bratislava i Brno.

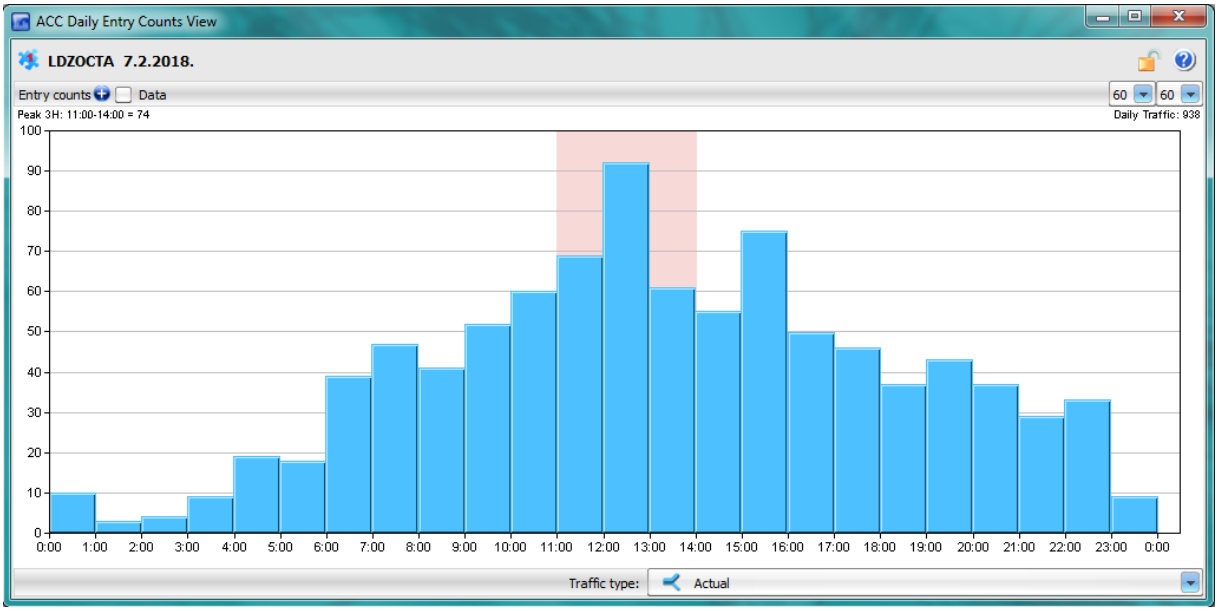


Slika 15. Prikaz putanja prometa koji prolazi kroz sektor North dana 07.02.

Sektor North kao što je prikazan na slici 15. ima najprometniju os kojom lete zrakoplovi sa sjeverozapada prema jugoistoku što većinom čini promet koji ide na destinacije za bliski istok te obrnuto sa jugoistoka prema sjeverozapadu što većinom čini promet koji putuje prema centralnoj Europi.

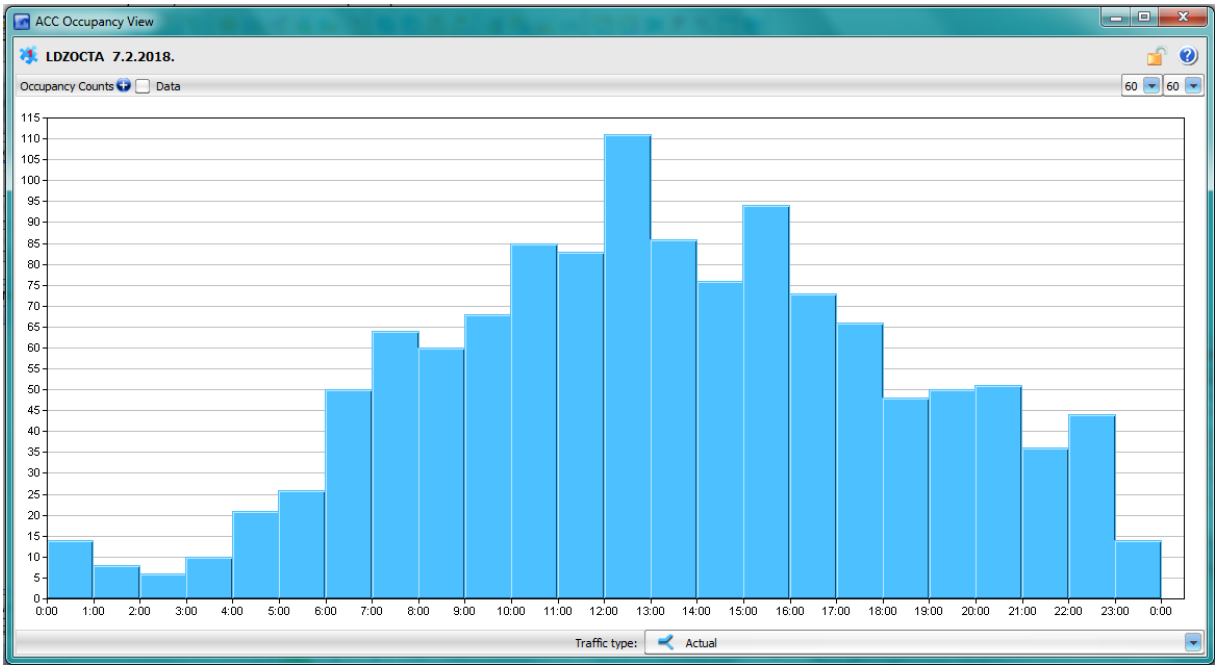
6.4.2. Ulazak zrakoplova i broj zrakoplova ACC Zagreb

Detaljnom analizom u programu NEST izvučeni su podatci o broju ulazak aviona u ACC Zagreb te broj zrakoplova u intervalima od jednog sata za najmanje prometan dan u godini, srijedu 07.02. U prethodnom poglavlju 5.4.2. u dubinu je objašnjena razlika između broja ulazaka zrakoplova i samog broja zrakoplova.



Slika 16. Prikaz broja ulazaka aviona u ACC Zagreb u intervalima od sat vremena 07.02.

Slika 16. prikazuje broj ulazaka zrakoplova u ACC Zagreb u intervalima od sat vremena. Iz slike je vidljivo da se maksimalni broj ulazaka dogodio u vremenskom intervalu između 12:00h i 13:00h sa 92 ulazaka dok je minimalni broj ulazaka bio u vremenskom intervalu između 01:00h i 02:00h sa brojem ulazaka od 2 aviona. Na slici je također vidljivo da se dogodilo preopterećenje u vremenskom intervalu između 11:00h i 14:00h koje je prikazano crvenom bojom iznad maksimalnog broja ulazaka aviona u datom vremenskom intervalu.

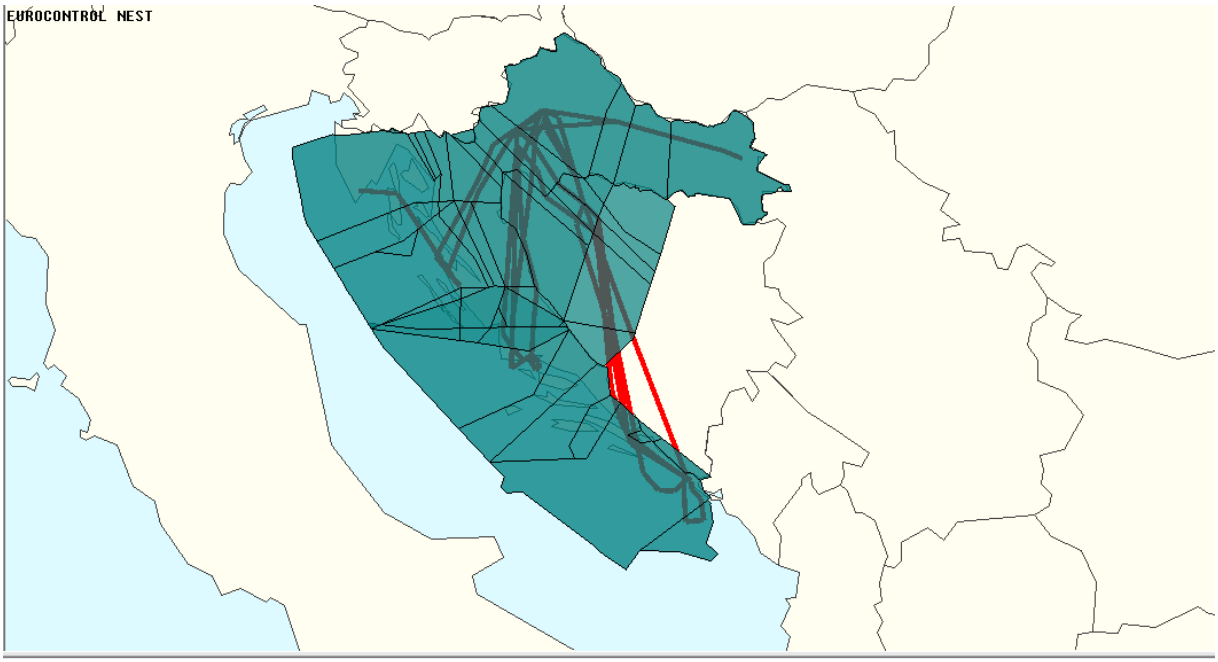


Slika 17. Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb u intervala od sat vremena 07.02.

Slika 17. prikazuje broj zrakoplova unutar ACC Zagreb u intervalima od jednog sata. Iz slike je vidljivo da je maksimalno zrakoplova u prostoru bilo u vremenskom periodu između 12:00h i 13:00h sa brojem zrakoplova u prostoru koji je dosezao 111. Minimalni broj zrakoplova u prostoru bio je u vremenskom intervalu između 02:00h i 03:00h sa 6 zrakoplova u prostoru.

6.4.3. Utjecaj domaćih letova na opterećenje sektora

Kao što je već prije utvrđeno u prethodnom poglavlju 5.4.3. domaći letovi su vrsta komercijalnih letova u civilnom zrakoplovstvu gdje se aerodrom polijetanja i aerodrom slijetanja nalaze u istoj državi. Analizom u programu NEST utvrđeno je da je dana 07.02.2018. godine bilo 17 domaćih letova što je prikazano u tablici 10.



Slika 18. Domaći letovi za dan 07.02. 2018,

Slika 18. prikazuje rute kojima lete domaći letovi za dan 07.02.2018. godine. Iz slike vidljivo je da je najčešća ruta Zagreb – Dubrovnik i Zagreb – Split što se može i potvrditi podatcima iz tablice 12. Crvene linije na slici prikazuju dio rute koja izlazi iz AoR Zagreb ali pošto su aerodrom polijetanja i slijetanja obadvoje u Republici Hrvatskoj let se broji pod domaći let.

Tablica 12. Prikaz domaćih letova za datum 07.02.

	BROJ LETOVA	TIP ZRAKOPLOVA	PRIJEVOZNIK	RUTA
07.02.	17	DH8D (9)	CTN (15)	LDZA – LDDU (3 + 3)
		A319 (6)	TDR (2)	LDZA – LDSP (2 + 3)
		JS32 (2)		LDZA – LDZD (1 + 1)
				LDZA – LDOS (1 + 1)
				LDPL – LDZD (1 + 1)

Tablica 12. prikazuje domaće letove za datum 07.02.2018. godine. Iz tablice vidljivo je da je aerodrom Zagreb najprometniji te da kroz njega prolazi 88% domaćih letova. U tablici pod dio ruta ako uzmemo primjer Zagreb (LDZA) – Dubrovnik (LDDU) imamo oznaku (3+3) što znači da je bilo 3 leta iz Zagreb prema Dubrovniku i 3 leta iz Dubrovnika prema Zagrebu. Isto vrijedi i za sve ostale aerodrome.

Najzastupljeniji avio prijevoznik je Croatia Airlines (CTN) koja odradila 15 od 17 domaćih letova za promatrani dan što čini 88% ukupnih domaćih letova. Jedini drugi prijevoznik je također domaći avio prijevoznik Trade Air (TDR) sa obavljena 2 domaća leta u promatranom periodu. Najčešći zrakoplovi su A319 i Dash 8 Q400 (DH8D) jer to su jedine dvije vrste zrakoplova kojima Croatia Airlines raspolaže uz dva dodatna A321. Treći po redu zrakoplov je Jet Stream 32 kojim operira Trade Air te je to mali turbo prop zrakoplov koji može prevoziti do 19 putnika.

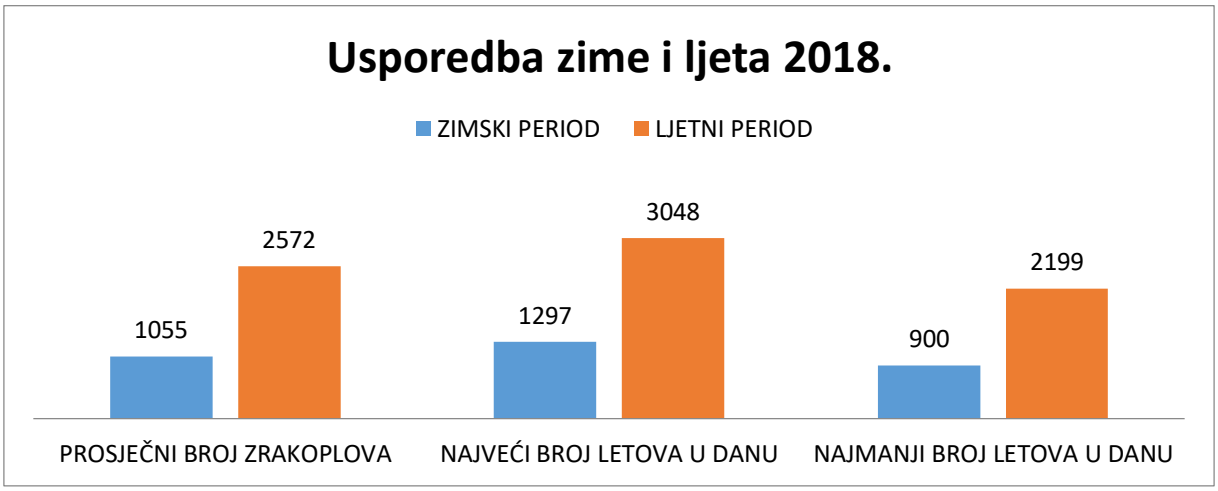
7. USPOREDBA REZULTATA ANALIZE ZA LJETNI I ZIMSKI PERIOD 2018. GODINE

Za potrebe ovog rada napravljena je analiza kompletnog prometa za odabrane AIRAC datume promatranog ljetnog i zimskog perioda. Nadalje napravljena je detaljna analiza odabranog ljetnog dana s najviše prometa, subota 04.08.2018. godine i detaljna analiza odabranog zimskog dana s najmanje prometa, srijeda 07.02.2018. godine. Analize ovih dana su napravljene sa svrhom kako bi se mogao usporediti promet oblasne kontrole Zagreb u vremenu najmanjeg i najvećeg opterećenja.

Svrha usporedbe je doći do zaključka kako se zračni promet mijenja kroz promatrani period. Usporedbom rezultata izvršene analize ljetnog i zimskog perioda može se vidjeti razlika u opterećenju prostora te potrebom za unapređenjem i ograničenjem samih kontrolora sa velikim porastom prometa i kompleksnosti sektora. 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 promjeni opterećenja sektora, promjeni prometnih tokova i trendova prometa, što pruža mogućnost predviđanja prometnih situacija te sprječavanje zagušenosti, konflikata i kašnjenja.

7.1. Usporedba rezultata analize ukupnog prometa za zimski i ljetni period 2018. godine.

Usporedba analize prometa ljetnog i zimskog perioda pokazat će razlike u odvijanju zračnog prometa kao što je broj operacija u promatranom zračnom prostoru, opterećenje pojedinih sektora prostora, kašnjenje, minimalan i maksimalan broj ulazaka zrakoplova te preopterećenje. Takve razlike nastaju zbog različitog perioda godine. Ljetni period je značajan zbog turističke sezone te je u tom periodu promet znatno pojačan, što se vidi iz rezultata analize. Zbog ovog razloga za analizu se uzeo cijeli ljetni period i kasnije za detaljnu analizu najopterećeniji da u promatranom periodu, subota 04.08. 2018. godine. Međutim zimski period nalazi se izvan perioda turističke sezone kada je intenzitet prometa manji. Zbog ovog razloga za analizu se također uzeo cijeli zimski period i kasnije za detaljnu analizu jedan dan s najmanje prometa, srijeda 07.02.2018.godine.



Grafikon 1. Usporedba prometa u ljetnom i zimskom periodu 2018. godine

Na grafikonu 1. prikazana je razlika u prosječnom broju zrakoplova, najvećem broju letova u danu i najmanjem broju letova u danu zimskog i ljetnog turističkog perioda godine. Primjer tome je da je tijekom ljetnog perioda prosječan broj zrakoplova u danu bio 2572 što je povećanje od 143% u odnosno na prosječni broj zrakoplova zimi koji je dosegao maksimum od 1055. Isti trend se prati i sa najvećim i najmanjim brojem letova u danu gdje je najveći broj letova u ljetnom periodu 3048 što je povećanje od 135% u odnosu na zimski period u kojem je bilo najviše 1297 letova u danu. Najmanji broj letova u ljetnom periodu je bio 2199 letova što je povećanje od 144% u odnosu na zimski period gdje je minimalan broj letova bio 900.

Tablica 13. Usporedba rezultata analize ukupnog prometa

	ZIMA	LJETO	RAZLIKA LJETO-ZIMA	% POVEĆANJA
PROSJEČNI BROJ ZRAKOPLOVA	1055	2572	1517	143%
NAJVEĆI BROJ LETOVA U DANU	1297 (6.1.)	3048 (4.8.)	1751	135%
NAJMANJI BROJ LETOVA U DANU	900 (7.2.)	2199 (21.6.)	1299	144%
	7.2.	4.8.		
KAŠNJENJE	25163 min	218602 min	193439 min	769%
MAKSIMALNI BROJ ULASKA ZRAKOPLOVA PO SATU	92	226	134	146%
MINIMALNI BROJ ULASKA ZRAKOPLOVA PO SATU	3	23	20	666%
MAKSIMALNI BROJ ZRAKOPLOVA U PROSTORU PO SATU	111	287	176	159%
MINIMALNI BROJ ZRAKOPLOVA U PROSTORU PO SATU	6	32	26	433%
MAKSIMALNI OVERLOAD	10	28	18	180%
DOMAĆI LETOVI	15	29	14	93%

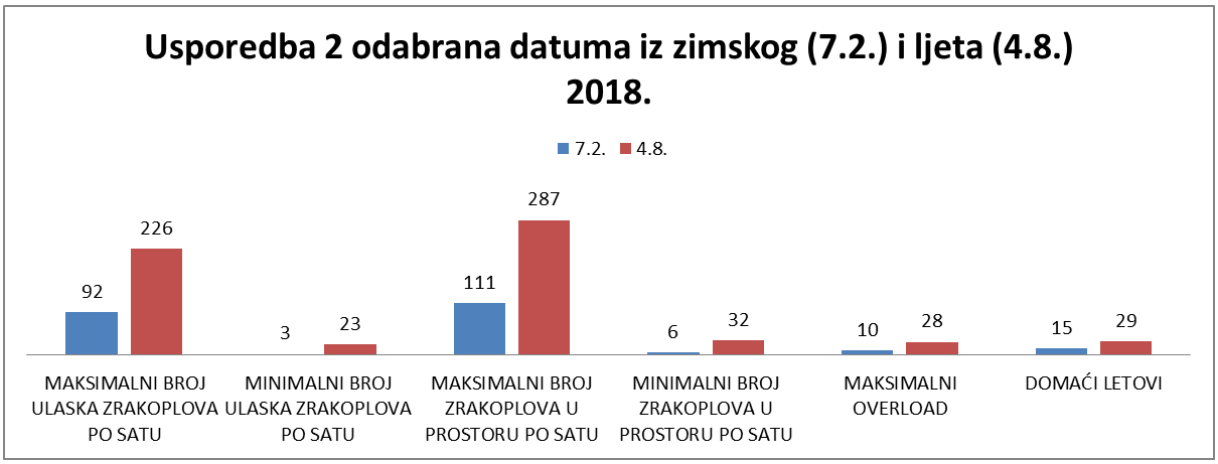
U tablici 13. prikazana je usporedba analize ukupnog prometa za ljetni i zimski period po prosječnom broju zrakoplova, najvećem broju letova u danu, najmanjem broju letova po danu, kašnjenju , maksimalnom broju ulazaka zrakoplova po satu, minimalnom broju ulazaka zrakoplova po satu, maksimalnom broju zrakoplova u prostoru po satu, minimalnom broju zrakoplova u prostoru po satu, maksimalnom preopterećenju i domaćim letovima. Iz tablice su vidljivi svi navedeni podatci za zimski i ljetni period te njihovo povećanje tijekom promjene sezone. U tablici 13. vidljiv je ljetni da, subota 04.08. kao dan s najviše prometa, te zimski dan, srijeda 07.02. kao dan s najmanje prometa te će se ti dani u sljedećem poglavlju uzeti za detaljnu usporedbu analize prometa po sektorima.

Treba istaknuti da je iz tablice vidljivo više nego dvostruko povećanje prometa ljetnog perioda u odnosu na zimski period. Povećanjem prometa povećavaju se i kašnjenja ali se mijenjaju područja kašnjenja gdje je vidljivo da se zimi većina kašnjenja događa na aerodromima a ljeti na rutama kojima zrakoplovi lete.

7.2. Usporedba rezultata analize odabranog datuma iz zimskog perioda (07.02.) i ljetnog perioda (04.08.) 2018. godine

Detaljnom analizom u programu NEST dobiveni su podatci o odabranom ljetnom (04.08.) i zimskom (07.02.) danu radi usporedbe najopterećenijih 24h i najmanje opterećenih 24h unutar ACC Zagreb.

Na grafikonu 2. je prikazana usporedba maksimalnog broja ulazaka po satu te minimalnog broja ulazaka po satu za dva odabrana dana. Iz grafikona vidimo da je dana 04.08. maksimalno bilo 226 a minimalno 23 ulazaka što je 145% veći broj ulazaka maksimalnih ulazaka i 666% veći broj minimalnih ulazaka. Iz grafikona možemo vidjeti da je maksimalni broj zrakoplova u prostoru dana 04.08 bio 158% veći nego dana 07.02. te da je minimalni broj zrakoplova u prostoru 433% veći za ljetni dan u odnosu na zimski. Također se može vidjeti maksimalno preopterećenje i broj domaćih letova koji su za ljetni dan veći 180% i 93% respektivno u odnosu na zimski dan.



Grafikon 2. Usporedba dva odabrana datuma iz zimskog i ljetnog perioda 2018.

7.2.1. Usporedba analize kašnjenja po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum

Usporedbom analize kašnjenja po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum primjećuje se velika razlika u broju minuta kašnjenja ovisno u periodu. Gledano općenito po cijelom Zagreb FiR-u kašnjenja nema u zimskom periodu te u ljetnom periodu kašnjenje varira između 3000 minuta do 4000 minuta a ponekad i više svaki dan. Važno je naznačiti da se tijekom ljetnog perioda većina kašnjenja generira tijekom rute zrakoplova zbog stvaranja olujnih oblaka a tijekom zime većina kašnjenja ako ga uopće ima se generira na površinama aerodroma.

Tablica 14. Usporedba analize kašnjenja po sektorima za odabrani zimski i ljetni datum

SEKTOR	PERIOD	KAŠNJENJE
North	Zima (7.2.2018.)	0 min
	Ljeto (4.8.2018.)	302 min
West	Zima (7.2.2018.)	0 min
	Ljeto (4.8.2018.)	296 min
South	Zima (7.2.2018.)	0 min
	Ljeto (4.8.2018.)	218 min

Tablica 14. prikazuje usporedbu analize kašnjenja po sektorima za odabrani ljetni i zimski dan. Iz tablice se može vidjeti da u promatranom danu 07.02. nije bilo nikakvih kašnjenja u nijednom sektoru te da je u ljetnom danu 04.08. kašnjenje generirano u North sektoru gdje se generiralo 302 minute kašnjenja što je 2% više minuta kašnjenja od West sektora koji je generirao 296 min i 38% više od South sektora koji je generirao 218 min.

7.2.2. Usporedba analize maksimalnog i minimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum

Usporedbom analize maksimalnog i minimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima može se vidjeti znatan porast u prometu između zimskog i ljetnog dana te da se najveći porast i pad u prometu dogodio u sektoru WEST. Najmanja promjena u maksimalnom broju ulazaka dogodila se u sektoru North dok se najmanja promjena u minimalnim ulascima zrakoplova dogodila u sektoru South.

Tablica 15. Usporedba maksimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima

SEKTOR	PERIOD	MAKSIMALNI BROJ ULASKA ZRAKOPLOVA PO SATU	RAZLIKA LJETO-ZIMA	% POVEĆANJA
North	Zima (7.2.2018.)	52	58	112%
	Ljeto (4.8.2018.)	110		
West	Zima (7.2.2018.)	49	79	161%
	Ljeto (4.8.2018.)	128		
South	Zima (7.2.2018.)	33	48	145%
	Ljeto (4.8.2018.)	81		

Iz tablice 15. može se vidjeti da je sektor West imao najveći broj ulazaka u promatranom danu u ljetnom periodu sa 128 ulazaka unutar jednog sata što je 16% veći broj ulazaka od sektora North koji je imao 110 ulazaka i 58% veći broj ulazaka od sektora South koji je imao 81 ulazak. U drugu ruku tijekom zimskog perioda sektor North je imao najveći broj ulazaka tijekom jednog sata sa brojem ulazaka od 52 što je 6% veći broj ulazaka od sektora West koji je imao 49 ulazaka i 57% veći broj ulazaka od sektora South koji je imao 33 ulazaka. Porasti prometa sa dana najmanjeg opterećenja na dan najvećeg opterećenja za svaki sektor prikazani su u tablici u stupcu PORAST.

Tablica 16. Usporedba minimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima

SEKTOR	PERIOD	MINIMALNI BROJ ULASKA ZRAKOPLOVA PO SATU	RAZLIKA LJETO-ZIMA
North	Zima (7.2.2018.)	1	9
	Ljeto (4.8.2018.)	10	
West	Zima (7.2.2018.)	0	10
	Ljeto (4.8.2018.)	10	
South	Zima (7.2.2018.)	2	7
	Ljeto (4.8.2018.)	9	

Tablica 16. prikazuje usporedbu minimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima unutar ACC Zagreb. Iz tablice se može vidjeti da su sektor West i North imali podjednak minimalni broj ulazaka tijekom ljetnog perioda koji je iznosio 10 zrakoplova u periodu od sat vremena. Sektor North i West su imali 11% veći broj minimalnih ulazaka od sektora South koji je imao 9 ulazaka. Tijekom zimskog perioda sektor South ima najveći broj minimalnih ulazaka u periodu od jednog sata koji iznosi 2 zrakoplova po satu što je 100% veće od sektora North koji je minimalno imao samo 1 ulazak u sat vremena. Minimalni broj ulazaka u sektor West u zimskom periodu se ne može usporediti s postotcima iz razloga što je minimalni broj ulazaka jednak 0 odnosno u jednom promatranom satu niti jedan zrakoplov nije ušao u volumski prostor sektora West. Porasti prometa sa dana najmanjeg opterećenja na dan najvećeg opterećenja za svaki sektor prikazani su u tablici u stupcu PORAST.

7.2.3. Usporedba analize maksimalnog i minimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum

Usporedbom analize maksimalnog i minimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima može se vidjeti veliki porast u broju aviona u svim sektorima u odabranom vremenskom periodu. Analizom se saznalo da sektor West ima najveći promet u ljetnom i zimskom razdoblju sa 157 i 56 aviona respektivno te da je porast prometa također najveći u sektoru West.

Tablica 17. Usporedba maksimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima

SEKTOR	PERIOD	MAKSIMALNI BROJ ZRAKOPLOVA U PROSTORU PO SATU	RAZLIKA LJETO-ZIMA	% POVEĆANJA
North	Zima (7.2.2018.)	55	72	131%
	Ljeto (4.8.2018.)	127		
West	Zima (7.2.2018.)	56	101	180%
	Ljeto (4.8.2018.)	157		
South	Zima (7.2.2018.)	41	54	132%
	Ljeto (4.8.2018.)	95		

Tablica 17. prikazuje usporedbu maksimalnog broja zrakoplova u prostoru te se iz nje može vidjeti da je sektor West najopterećeniji sa 157 zrakoplova u prostoru unutar sat vremena što je 23.6% više od zrakoplova u sektoru North koji je maksimalno imao 127 zrakoplova. Sektor West ima 65% veće opterećenje od sektora South koji je maksimalno imao 95 zrakoplova u prostoru unutar promatranog vremena od jednog sata za vrijeme ljetnog perioda. Tijekom promatranog zimskog dana sektori North i West su skoro izjednačeni maksimalnim brojem zrakoplova od 55 i 56 respektivno te je njihovo opterećenje 36.5% veće od opterećenja sektora South za promatrani zimski dan. Porasti prometa sa dana najmanjeg opterećenja na dan najvećeg opterećenja za svaki sektor prikazani su u tablici u stupcu PORAST

Tablica 18. Usporedba minimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima

SEKTOR	PERIOD	MINIMALNI BROJ ZRAKOPLOVA U PROSTORU PO SATU	RAZLIKA LJETO-ZIMA	% POVEĆANJA
North	Zima (7.2.2018.)	1	10	1000%
	Ljeto (4.8.2018.)	11		
West	Zima (7.2.2018.)	2	15	750%
	Ljeto (4.8.2018.)	17		
South	Zima (7.2.2018.)	3	7	233%
	Ljeto (4.8.2018.)	10		

Tablica 18. prikazuje usporedbu minimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima gledano u periodu od jednog sata. Iz tablice je vidljivo da je minimalno zrakoplova u sektoru West tijekom ljetnog izabranog dana u periodu od jednog sata bilo 17 što je 54% više zrakoplova od sektora North koji je imao minimalno 11 zrakoplova i 70% više od sektora South koji je minimalno imao 10 zrakoplova. Za odabrani zimski dan sektor South je minimalno imao 3 zrakoplova u prostoru u jednom satu što je 50% više od sektora West koji je minimalno imao 2 zrakoplova i 200% više od sektora North koji je imao minimalno 1 zrakoplov. Porasti prometa sa dana najmanjeg opterećenja na dan najvećeg opterećenja za svaki sektor prikazani su u tablici u stupcu PORAST.

7.2.4. Usporedba maksimalnog preopterećenja po sektorima za odabrani ljetni i zimski datum

Usporedbom maksimalnog preopterećenja po sektorima može se zaključiti da se većina preopterećenja dešava u ljetnom razdoblju zbog velike količine prometa te tek manji dio u zimskom periodu zbog nedostatka operativnog osoblja. Tijekom usporedbe se pokazalo kako je sektor West, sektor u kojem se dešava većina preopterećenja tijekom ljetnog perioda.

Tablica 19. Usporedba maksimalnog opterećenja po sektorima

SEKTOR	PERIOD	MAKSIMALNO PREOPTEREĆENJE	RAZLIKA LJETO-ZIMA	% POVEĆANJA
North	Zima (7.2.2018.)	5	15	300%
	Ljeto (4.8.2018.)	20		
West	Zima (7.2.2018.)	8	30	375%
	Ljeto (4.8.2018.)	38		
South	Zima (7.2.2018.)	0	0	0%
	Ljeto (4.8.2018.)	0		

Tablica 19. prikazuje usporedbu maksimalnog opterećenja za odabrani ljetni dan, subota 04.08. i odabrani zimski dan, srijeda 07.02. Iz tablice možemo zaključiti da se najviše preopterećenja dogodilo u sektoru West u vrijeme ljetnog promatranog dana sa čak 38 zrakoplova više nego što je trebalo biti po propisima kapaciteta unutar ACC Zagreb. Maksimalno preopterećenje sektora West za ljetni period je 90% veće od preopterećenja sektora North koji je imao 20 zrakoplova više dok sektor South uopće nije imao kašnjenja. Preopterećenje tijekom zimskog odabranog dana pokazuje znatno manji promet sa maksimalnim opterećenjem u sektoru West od 8 zrakoplova što je 60% veće preopterećenje od sektora North koji je imao samo 5 zrakoplova viška. Porasti preopterećenja sa dana najmanjeg opterećenja na dan najvećeg opterećenja za svaki sektor prikazani su u tablici u stupcu PORAST.

8. ZAKLJUČAK

Usporedbom rezultata dobivenih analizom ljetnih i zimskih AIRAC datuma te posebno odabranih ljetnih i zimskih dana zaključuje se da je tijekom promatranog zimskog perioda i promatranog zimskog dana promet znatno manji sukladno godišnjem dobu i prestanku turističke sezone. Zabilježeno je čak i do 60% manje prometa unutar promatranog prostora. Najopterećeniji sektori odnosno dijelovi zračnog prostora za vrijeme promatranog ljetnog dana su ostali najopterećeniji i u zimskog promatranom danu. Zabilježen je snažan pad operacija zrakoplova uključujući polijetanja i slijetanja sa i na domaće zračne luke kao i broj operacija domaćeg prijevoznika. Ovaj podatak je dokaz da je tijekom zimskog perioda izvan turističke sezone potražnja za zračnim prometom unutar Republike Hrvatske značajno manja. Razlika u količini prometa između ljetnog i zimskog perioda godine predstavlja prepreku za organizaciju kontrole zračnog prometa sa aspekta broja operativnog osoblja, održavanja kompetentnosti operativnog osoblja tijekom zimskih mjeseci sa malo prometa i strukture zračnog prostora.

Dnevni prosječni porast zračnog prometa u 2018. godini za ljetni period iznosi maksimalnih 143% u odnosu na zimski period. Porast broja zrakoplova ljetnog promatranog dana s najvećim opterećenjem je velikih 238% u odnosu na promatrani zimski dan s najmanjim opterećenjem. Iz ove informacije se može zaključiti koliko je posao kontrole zračnog prometa različit u vremenu turističke sezone ljeti i vremenu izvan turističke sezone zimi. Za vrijeme turističke sezone odnosno u promatranom ljetnom danu za optimalan rad ACC Zagreb potrebno je da minimalno 20 kontrolora leta bude dostupno u bilo koje dano vrijeme dok u zimskom periodu za optimalan rad je potrebno manje od 10 kontrolora dnevno. Unatoč činjenici da pri ljetnom periodu radi dvostruko više kontrolora u isto vrijeme nego zimi, ljeti se generira većina kašnjenja i najveća preopterećenja.

Republika Hrvatska je relativno mala u odnosu na druge države Europe ali se nalazi na takvom geografskom položaju da povezuje jugoistočni dio Europe sa središnjim i zapadnim dijelom kontinenta, koji je u prometnom smislu puno jači od istočnog dijela. Zbog toga je potrebno kontinuirano raditi analize, ispitivanja i istraživanja cjelokupnog sustava kako bi sustav kontrole zračnog prometa mogao pratiti nagli trend povećanja samog prometa odnosno kako bi se promet mogao i dalje odvijati na siguran, efikasan način.

LITERATURA

[1] Hrvatska kontrola zračne plovidbe, http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=25 (pristupljeno: kolovoz 2019. godine.)

[2] EUROCONTROL, https://www.eurocontrol.int (pristupljeno kolovoz 2019. godine.)

[3] Priručnik za pružanje operativnih usluga u zračnom prometu ATSOM (*eng. Air traffic services operations manual*)

[4] EUROCONTROL, 2015. Local Single Sky Implementation (LSSIP) CROATIA – year 2015 – Level 1, Edition April 2016. Brussels, Belgium

[5] ''Zakon o zračnom prometu'', dio sedmi: ''Upravljanje zračnim prometom i usluge u račnoj plovidbi'', Narodne novine (2014. godina.)

[6] ATCC Zagreb Local operations manual, LOM

[7] NEST User Manual

Popis slika

Slika 1. Dostupnost radara ATCC Zagreb……..6.

Slika 4. Područje odgovornosti HKZP-a u odnosu na lateralnu podjelu sektora (lijeva strana LOWER zračni prostor, desna strana UPPER zračni prostor)……..17.

Slika 5. Sektorska konfiguracija ''c1''……..19.

Slika 4. Konfiguracija sektora sa pomaknutom razdjelnom razinom leta DFL eng. *division flight level*……*22.*

Slika 5. Grafički prikaz prometa kroz tri odabrana ljetna AIRAC datuma 2018. godine……31.

Slika 6. Prikaz kašnjenja u programu NEST……35.

Slika 7. Prikaz otvaranja sektora, preopterećenja i maksimalnog kapaciteta……*37.*

Slika 8. Prikaz putanja prometa koji prolazi kroz sektor HIGH WEST dana 04.08……40.

Slika 9. Prikaz broja ulazaka aviona u ACC Zagreb u intervalima od sat vremena 04.08……41.

Slika 10. Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb u intervalima od sat vremena 04.08……42.

Slika 11. Domaći letovi za dan 04.08.2018……43.

Slika 12. Grafički prikaz prometa kroz dva odabrana zimska AIRAC datuma 2018. godine……47.

***Slika 13**. Prikaz otvaranja sektora, preopterećenja i maksimalnog kapaciteta za zimski dan……51.*

Slika 14. Prikaz preopterećenja ACC Zagreb za dan 07.02. 2018. godine……52.

Slika 15. Prikaz putanja prometa koji prolazi kroz sektor North dana 07.02……54.

Slika 16. Prikaz broja ulazaka aviona u ACC Zagreb u intervalima od sat vremena 07.02……55.

Slika 17. Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb u intervala od sat vremena 07.02……56.

Slika 18. Domaći letovi za dan 07.02. 2018,……57.

Popis tablica

Tablica 1: Osnovna elementarna sektorizacija……21.

Tablica 2: *Osnovna sektorizacija sa integriranim Central sektorom……..22.*

Tablica 3: Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb kroz tri AIRAC ciklusa (21.06. – 12.09.)…….30.

Tablica 4. Najčešći tip zrakoplova i zrakoplovna kompanija u ACC Zagreb za tri najprometnija dana.32.

Tablica 5. Prikaz kašnjenja letova te područja kašnjenja letova……34.

Tablica 6. Detaljni prikaz prometa dana 04.08. po sektorima u ACC Zagreb……38.

Tablica 7. Prikaz domaćih letova za datum 04.08.2018……44.

Tablica 8. Prikaz broja zrakoplova unutar ACC Zagreb kroz dva AIRAC datuma (04.01. – 28.02.)……..46.

Tablica 9. Najčešći tip zrakoplova i zrakoplovna kompanija u ACC Zagreb za tri najmanje prometna dana……48.

Tablica 10. Prikaz kašnjenja letova te područja kašnjenja letova za dane s najmanje prometa……..50.

Tablica 11. Detaljni prikaz prometa dana 07.07. po sektorima u ACC Zagreb ……53.

Tablica 12. Prikaz domaćih letova za datum 07.02……58.

Tablica 13. Usporedba rezultata analize ukupnog prometa……61.

Tablica 14. Usporedba analize kašnjenja po sektorima za odabrani zimski i ljetni datum……..64.

Tablica 15. Usporedba maksimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima……..65.

Tablica 16. Usporedba minimalnog broja ulazaka zrakoplova po sektorima……66.

Tablica 17. Usporedba maksimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima……67.

Tablica 18. Usporedba minimalnog broja zrakoplova u prostoru po sektorima……68.

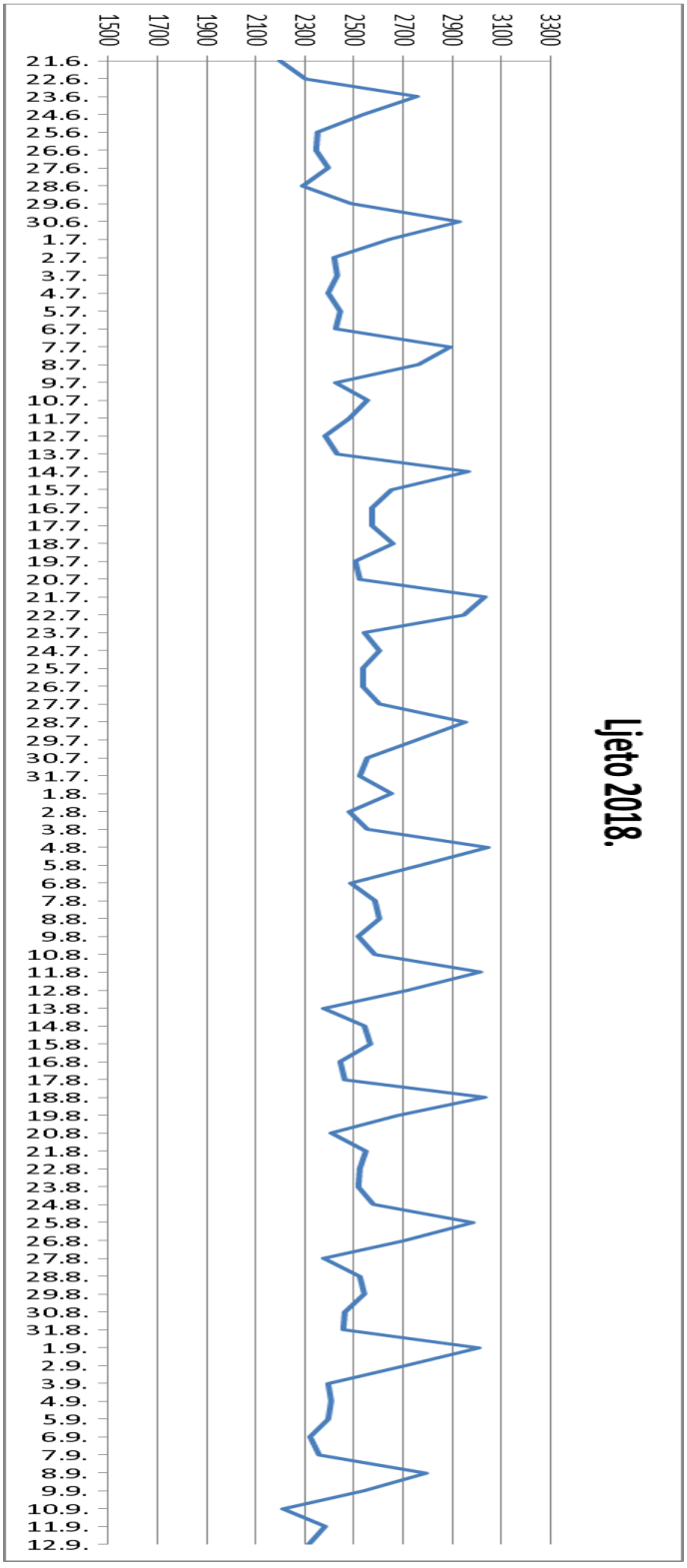
Tablica 19. Usporedba maksimalnog opterećenja po sektorima……69.

Popis grafikona

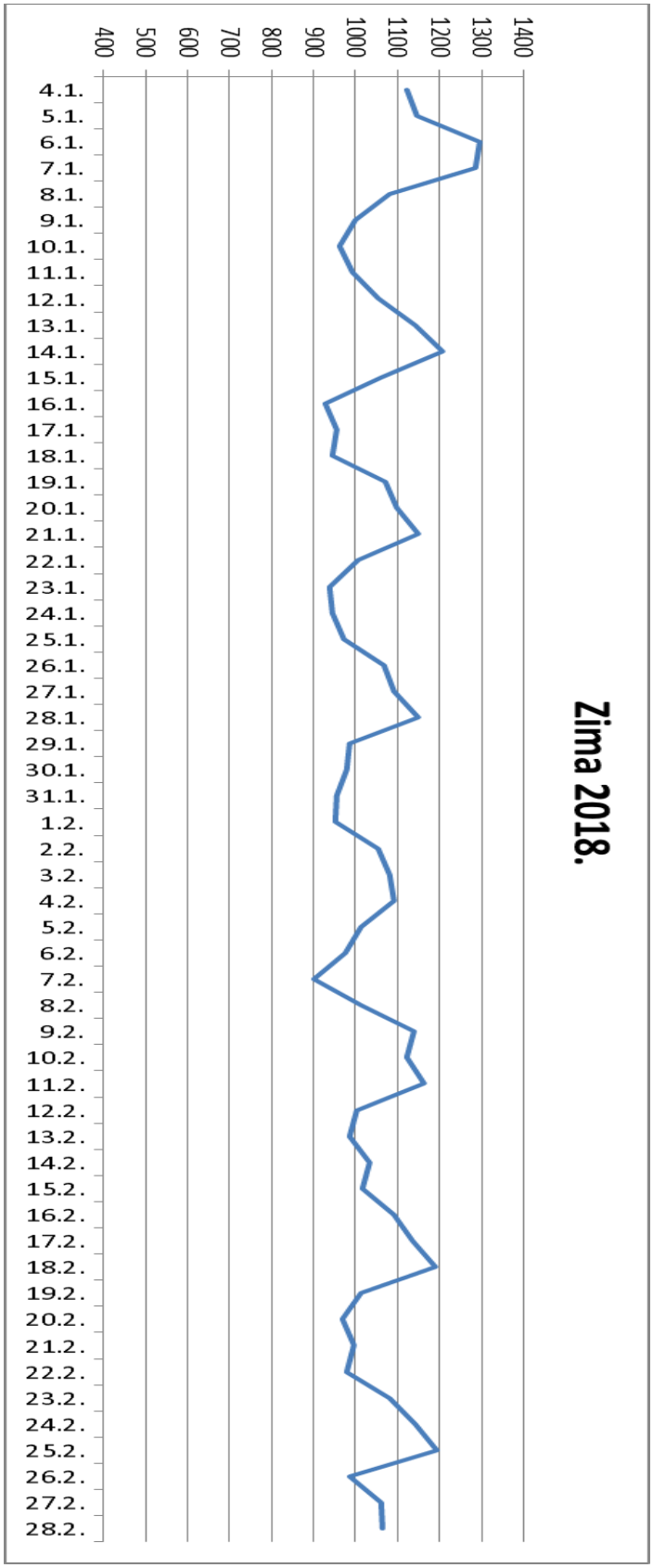
Grafikon 1. Usporedba prometa u ljetnom i zimskom periodu 2018. godine ….....……..60.

Grafikon 2. Usporedba dva odabrana datuma iz zimskog i ljetnog perioda 2018……..……..63.

Dodatci



Uvećani prikaz slike 5.



Uvećani prikaz slike 12.

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 **Usporedba zračnog prometa centra oblasne kontrole Zagreb za ljetni i zimski period 2018.godine** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 5.9.2019

(potpis)