

Simulacija spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo

Petrović, Matej

Master's thesis / Diplomski 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:119:028459>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-14**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matej Petrović

**SIMULACIJA SPAJANJA ZRAČNIH PROSTORA MAKEDONIJE,
ALBANIJE I KOSOVA SA ZRAČNIM PROSTOROM SLOBODNIH
RUTA INICIJATIVE ZA ZAJEDNIČKO JUGOISTOČNO NEBO**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 23. studenoga 2018.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4968

Pristupnik: **Matej Petrović (0135232043)**
Studij: **Aeronautika**

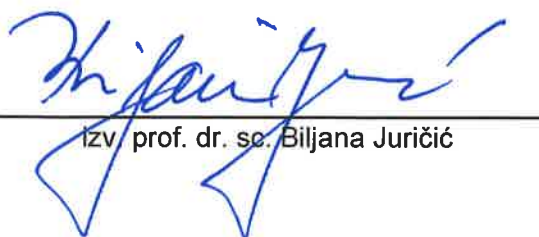
Zadatak: **Simulacija spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo**

Opis zadatka:

Uvodno navesti cilj, teze i djelokrug istraživanja. Analizirati i objasniti koncept zračnog prostora slobodnih ruta. Analizirati i obraditi podatke o prometu i strukturi zračnog prostora slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo . Analizirati promet i strukturu zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova. Koristiti program NEST radi simuliranja spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo u zajednički prostor slobodnih ruta. Nakon simulacije, analizirati promet, duljinu putanja, potrošnje goriva i utjecaja na okoliš nakon spajanja. Dati zaključna razmatranja.

Zadatak uručen pristupniku: 12. studenoga 2018.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Biljana Jurić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**SIMULACIJA SPAJANJA ZRAČNIH PROSTORA MAKEDONIJE,
ALBANIJE I KOSOVA SA ZRAČNIM PROSTOROM SLOBODNIH
RUTA INICIJATIVE ZA ZAJEDNIČKO JUGOISTOČNO NEBO
SIMULATION OF MERGING AIRSPACES OF MACEDONIA,
ALBANIA AND KOSOVO WITH SOUTH EAST COMMON SKY
INITIATIVE FREE ROUTE AIRSPACE**

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

Student: Matej Petrović

JMBAG: 0135232043

Zagreb, ožujak 2019.

SAŽETAK

Jedan od glavnih ciljeva inicijative Jedinog europskog neba je smanjenje fragmentacije zračnog prostora u Europi i stvaranje ujedinjenog prostora u kojem će zrakoplovni operatori moći jednostavnije i efikasnije planirati letove uz odabir kraćih ruta te na taj način ostvariti značajne uštede goriva i operativnih troškova i omogućiti bolju zaštitu okoliša. Jedan od načina postizanja ovog cilja je uporaba koncepta slobodnih ruta u kojemu ne postoji fiksna mreža ruta, već se korisnici slobodno kreću između ulazno-izlaznih točaka. U ovom radu provedena je analiza učinkovitosti spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova s postojećim zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo. Analizirane su promjene u prometnim tokovima i prikazan je utjecaj na prometne pokazatelje u pogledu duljine leta, potrošnje goriva i emisije štetnih plinova.

KLJUČNE RIJEČI: prostor slobodnih ruta, NEST, simulacija zračnog prometa, analiza prometa

SUMMARY

One of the main goals of the Single European Sky initiative is to reduce the fragmentation of airspace in Europe and to create a unified airspace in which aircraft operators can plan their flights in simpler and more efficient manner along with the selection of shorter air routes, thus achieving significant fuel and operational costs savings and better environmental protection. One way of achieving this goal is to use the Free Route Airspace concept in which there is no fixed route network, but airspace users are free to move between entry and exit points. This paper analyses the efficiency of merging airspaces of Macedonia, Albania and Kosovo with existing South East Common Sky Initiative Free Route Airspace. Changes in traffic flows have been analyzed and display of impact on traffic indicators regarding flight length, fuel consumption and harmful gases emissions has been shown.

KEYWORDS: Free Route Airspace, NEST, air traffic simulation, traffic analysis

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Koncept zračnog prostora slobodnih ruta	3
2.1. Jedinstveno europsko nebo	3
2.2. Koncept slobodnih ruta.....	7
3. Analiza prometa i strukture zračnog prostora slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo	12
3.1. Promet i struktura zračnog prostora Austrije	14
3.2. Promet i struktura zračnog prostora Slovenije	17
3.3. Promet i struktura zračnog prostora Hrvatske	22
3.4. Promet i struktura zračnog prostora Bosne i Hercegovine.....	26
3.5. Promet i struktura zračnog prostora Srbije i Crne gore	29
4. Analiza prometa i strukture zračnog prostora Makedonije, Albanije i Kosova	32
4.1. Promet i struktura zračnog prostora Makedonije	35
4.2. Promet i struktura zračnog prostora Albanije	37
4.3. Promet i struktura zračnog prostora Kosova	40
5. Simulacija spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo koristeći program NEST u zajednički prostor slobodnih ruta.....	42
5.1. Općenito o NEST-u	42
5.2. Kreiranje zajedničkog prostora SECSIMAK.....	43
5.3. Simulacija putanja prije uvođenja zajedničkog prostora slobodnih ruta	46
5.4. Simulacija putanja nakon uvođenja zajedničkog prostora slobodnih ruta.....	49
6. Analiza prometa, duljine putovanja, potrošnje goriva i utjecaja na okoliš nakon spajanja	51
6.1. Analiza prometnih tokova nakon spajanja u zajednički prostor	51
6.1.1. Analiza prometnih tokova za SECSI FRA.....	52
6.1.2. Analiza prometnih tokova za Makedoniju	52
6.1.3. Analiza prometnih tokova za Albaniju	53
6.1.4. Analiza prometnih tokova za Kosovo.....	54
6.2. Analiza prometnih pokazatelja i pokazatelja učinkovitosti sustava upravljanja zračnim prometom	54
7. Zaključak.....	56
Popis literature.....	57
Popis kratica	59
Popis slika.....	61
Popis tablica	63
Prilog 1. ICAO klasifikacija zračnog prostora.....	64
Prilog 2. Točke zračnog prostora slobodnih ruta SECSIMAK.....	65

1. Uvod

Koncept slobodnih ruta proizašao je iz inicijative Jedininstvenog europskog neba kako bi se povećala učinkovitost zračnog prometa. Međusobnom integracijom prekograničnih zračnih prostora između više država postiže se ujedinjenost i singularnost, smanjuje se rascjepkanost prostora koja stvara zagušenja, a korisnicima zračnog prostora omogućena je fleksibilna uporaba zračnog prostora, smanjenje potrošnje goriva i troškova leta, sve to uz smanjen utjecaj na okoliš. Korištenjem simulacija moguće je predvidjeti kakav će utjecaj imati uvođenje prostora slobodnih ruta na prometne pokazatelje u odnosu na trenutno stanje. Dosadašnje implementacije zračnih prostora slobodnih ruta pokazale su se pozitivnim za povećanje kapaciteta, bolje očuvanje okoliša te povećanje učinkovitosti leta zbog smanjenja potrošnje goriva, prijedene udaljenosti i trajanja leta.

Svrha ovog rada je pokazati kako će spajanje zračnog prostora slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo i zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova utjecati na prometne pokazatelje u smislu duljine leta, potrošnje goriva i utjecaja na okoliš. Koristeći programski alat NEST izvest će se simulacija spajanja spomenutih zračnih prostora, a potom provesti analiza učinkovitosti novog, spojenog zračnog prostora slobodnih ruta, s naglaskom na ponašanje prometnih tokova i utjecaja na prometne pokazatelje, usporedbom podataka prije i poslije izvedene simulacije.

Rad je podijeljen u 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Koncept zračnog prostora slobodnih ruta
3. Analiza prometa i strukture zračnog prostora slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo
4. Analiza prometa i strukture zračnog prostora Makedonije, Albanije i Kosova
5. Simulacija spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo koristeći program NEST u zajednički prostor slobodnih ruta
6. Analiza prometa, duljine putovanja, potrošnje goriva i utjecaja na okoliš nakon spajanja
7. Zaključak

U drugom poglavlju opisani su ciljevi inicijative Jedininstvenog europskog neba, mjere legislativnih paketa te SESAR program kao tehnološki aspekt inicijative. Opisan je koncept slobodnih ruta te njegovi preduvjeti implementacije, klasifikacija, ograničenja, granice, rezervacije, sektorizacija, upravljanje zračnim prostorom i planiranje leta unutar takvog prostora. Prikazana je dosadašnja implementacija prostora slobodnih ruta u Europi te plan provedbe za budućnost.

U trećem i četvrtom poglavlju opisana je struktura zračnih prostora Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo u koje spada zračni prostor Austrije, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Srbije i Crne gore te država Makedonije, Albanije i Kosova. Opisana je klasifikacija i sektorizacija prostora i navedene su jedinice kontrole zračnog prometa i interesne strane u upravljanju zračnim prometom po državama. Također je analiziran dosadašnji IFR promet i prognoze do 2023. godine.

U petom poglavlju opisana je obavljena simulacija spajanja zajedničkog prostora slobodnih ruta u programskom alatu NEST. Detaljno je opisan proces stvaranja zajedničkog prostora i provedbe simulacije sadašnjeg stanja te stanja nakon implementacije zajedničkog prostora. Simulirane su putanje letova prije i poslije implementacije novog prostora.

U šestom poglavlju provedena je usporedba dobivenih podataka o prometnim tokovima i prometnim pokazateljima sadašnjeg stanja prometa i stanja nakon integracije u zajednički prostor. Analizirane su promjene prometnih tokova po državama i prikazan je utjecaj spajanja na duljinu i trajanje letova, potrošnju goriva i emisije štetnih plinova.

2. Koncept zračnog prostora slobodnih ruta

Kraj 20. stoljeća obilježio je trend porasta zračnog prometa uzrokovan procesima liberalizacije zračnog prijevoza, generalnim ekonomskim razvojem te porastom turizma i poslovnih putovanja. Ovaj porast je kao posljedicu imao zagušenje zračnog prometa u Europi nastalo uslijed ograničenog kapaciteta i fiksne mreže ruta koju su koristili svi zrakoplovi. U žarištu problema bilo je upravljanje zračnim prometom, kao jedna od 4 temeljne usluge u zračnoj plovidbi, te se morao postaviti cilj poboljšanja svih grana ove usluge na europskom nivou. Kako bi usluga ATM¹-a bila efikasna, mora se postaviti na području cijele Europe i biti kompatibilna između svih pružatelja usluga u zračnoj plovidbi. Također mora postojati suradnja i koordinacija ANSP²-ova kako na regionalnom, tako i na europskom nivou. Potrebna je i koherentnost između različitih zahtjeva GAT³ i OAT⁴ prometa. [1]

Kako su prognoze pokazivale daljnji kontinuirani rast zračnog prometa, bilo je jasno da se moraju poduzeti određene mjere u cijeloj Europi s ciljem smanjenja kašnjenja i zagušenosti zračnih prostora i manevarskih površina aerodroma. Veliki problem je predstavljala različita organizacija zračnog prostora između europskih država što je onemogućavalo optimalan dizajn zračnog prostora i dovelo do neoptimalnih ruta i sektora gdje su se pojavljivala uska grla. Velik dio prostora koristio se i u vojne svrhe, te se pokazala potreba za fleksibilnošću upotrebe za obje skupine korisnika. Razne nedosljednosti između različitih ANSP-ova, naročito susjednih, uzrokovala su manjak interoperabilnosti i smanjenje efektivnosti zračnog prijevoza. Fragmentirani sustav ATM-a zahtijevao je reformu kako bi se mogao nositi sa povećanom potražnjom.

2.1. Jedinstveno europsko nebo

Na temelju ATM 2000+ strategije [2] koju je razvio EUROCONTROL⁵ na zahtjev ECAC⁶-a krajem 90-tih godina prošlog stoljeća i koja je usvojena na nacionalnim razinama zemalja članica, razvijen je program Europske komisije pod nazivom Jedinstveno europsko nebo (Single European Sky). Inicijativa SES⁷ pokrenuta je 1999. godine s ciljem restrukturiranja europskog zračnog prostora u svrhu bolje protočnosti zračnog prometa, stvaranja dodatnih kapaciteta te povećanja ukupne učinkovitosti sustava ATM-a. Europska komisija poslala je Uputu Europskom vijeću i parlamentu o kreiranju SES-a pod nazivom COM(1999) 614 final/2 koja je sadržavala paket tehnoloških i operativnih mjera. [3]

¹ ATM - eng. Air Traffic Management - hrv. upravljanje zračnim prometom

² ANSP - eng. Air Navigation Service Provider - hrv. pružatelj usluga u zračnoj plovidbi

³ GAT - eng. General Air Traffic - hrv. opći zračni promet

⁴ OAT - eng. Operational Air Traffic - hrv. operativni zračni promet

⁵ EUROCONTROL - eng. European Organisation for the Safety of Air Navigation - hrv. Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe

⁶ ECAC - eng. European Civil Aviation Conference - hrv. Europska konferencija civilnog zrakoplovstva

⁷ SES - eng. Single European Sky - hrv. Jedinstveno europsko nebo

Temeljni ciljevi SES Inicijative su:

- povećanje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom
- smanjenje rascjepkanosti europskog zračnog prostora
- povećanje sigurnosti i efikasnosti europskog zračnog prometa
- modernizacija ATM infrastrukture
- uspostava fleksibilnosti korištenja zračnog prostora za civilne i vojne korisnike
- nova sektorizacija prostora neovisno o nacionalnim granicama gdje se europski zračni prostor smatra jednim kontinuumom
- razvoj koherentnog ATM sustava diljem Europe s istim načelima i pravilima
- promocija kulture sigurnosti
- smanjenje kašnjenja i zagušenosti prostora koristeći postojeće zračne resurse
- povećanje postojećih sigurnosnih standarada
- definiranje osnovnih zahtjeva za interoperabilnost i poticanje suradnje ANSP-ova na regionalnom i europskom nivou korištenjem kompatibilnih procedura
- smanjenje cijena usluga za sve korisnike zračnog prostora. [1]

Prvu skupinu zajedničkih zahtjeva kojima se uspostavlja Jedinostveno europsko nebo usvojili su Europski parlament i vijeće 2004. godine. Legislativni paket pod nazivom SES 1 sadrži 4 glavne regulacije:

- okvirna uredba (EC No 549/2004) o utvrđivanju okvira za stvaranje Jedinostvenog europskog neba
- uredba o pružanju usluga (EC No 550/2004) u zračnoj plovidbi u Jedinostvenom europskom nebu
- uredba o zračnom prostoru (EC No 551/2004) o organizaciji i korištenju zračnog prostora u Jedinostvenom europskom nebu
- uredba o interoperabilnosti (EC No 552/2004) europske mreže za upravljanje zračnim prometom. [4]

Krajem 2007. godine objavljen je prvi izvještaj implementacije SES 1 paketa mjera. Postignuto je partnerstvo država članica, Europske komisije, EUROCONTROLA, zrakoplovnih operatora i vojnih vlasti s ciljem postizanja zadanih ciljeva. Uspostavljeni su NSA⁸-ovi u državama članicama kao neovisna tijela za certifikaciju i sigurnosni nadzor rada ANSP-ova. Poboljšana je fleksibilna upotreba zračnog prostora između civilnih i vojnih korisnika, kao i interoperabilnost tehničkih sustava na regionalnoj razini. [5]

Iako je napredak postojao, neke mjere su bile još u fazi implementacije ili nisu bile ispunjene. Uspostavljanje EUIR⁹-a još nije bilo dovršeno, kao ni podjela zračnog prostora u funkcionalne blokove, tzv. FAB¹⁰-ove. To je dovelo do drugog paketa SES mjera 2008. godine.

⁸ NSA - eng. National Supervisory Authority - hrv. nacionalna nadzorna vlast

⁹ EUIR - eng. European Upper Flight Information Region - hrv. europsko gornje područje letnih informacija

¹⁰ FAB - eng. Functional Airspace Block - hrv. funkcionalni blok zračnog prostora

Drugi paket mjera, kao revizija prvog paketa SES 1, donesen je uredbom Europske komisije COM(2008) 389 final te je uključivao je sljedeća rješenja:

- uvođenje okvira za praćenje performansi europskog ATM sustava definirajući mjerljive ciljeve u određenim područjima
- stvaranje jedinstvenog sigurnosnog okvira koji omogućuje usklađeni razvoj sigurnosnih regulacija i njihova efektivna implementacija kroz EASA¹¹-u
- razvoj i implementacija novih tehnologija i operativnih koncepata kroz projekt SESAR¹² (Single European Sky ATM Research)
- unaprjeđenje upravljanja kapaciteta zračnih luka. [6]

Mjere regulacije izvedbe paketa SES 2 uključuju olakšavanje integracije pružanja usluga kroz uspostavu FAB-ova. Uslijedila je nadopuna i izmjena uredbi iz programskog paketa SES 1 nazvana EC No 1070/2009 koja je donesena radi poboljšanja izvedbe i održivosti europskog zrakoplovnog sustava. Ova uredba je temelj osnutka FAB-ova koji su ključni za unaprjeđenje suradnje između pružatelja usluga u zračnoj plovidbi kako bi se poboljšala izvedba i stvorila međusobna sinergija. Organizacija zračnog prostora unutar istog FAB-a trebala bi se temeljiti na zajedničkim načelima i pravilima. Države članice moraju međusobno surađivati, a po potrebi i sa trećim zemljama. [7]

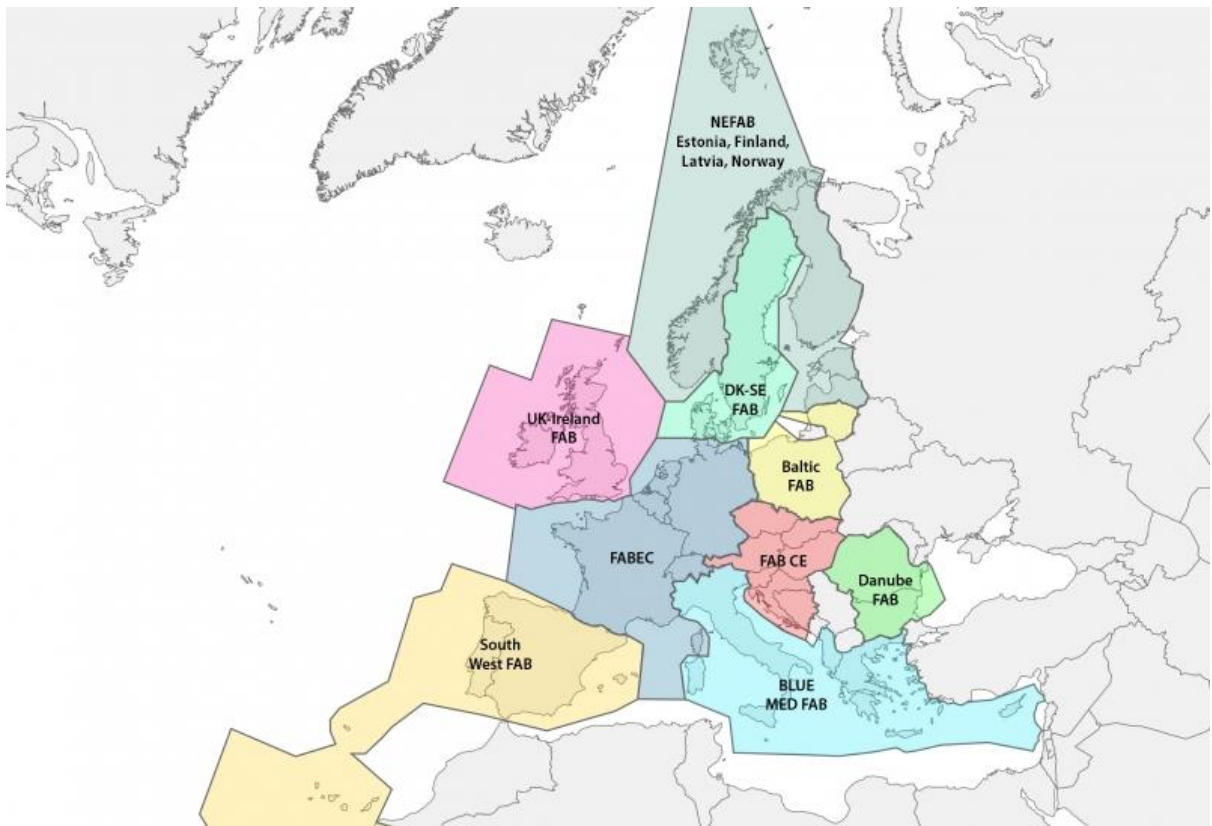
Do danas je uspostavljeno 9 FAB-ova:

- North European FAB: Estonija, Finska, Latvija, Norveška
- Danish-Swedish FAB: Danska, Švedska
- BALTIC FAB: Poljska, Litva
- FAB Europe Central: Francuska, Njemačka, Belgija, Nizozemska, Luksemburg, Švicarska
- FAB Central Europe: Češka, Slovačka, Austrija, Mađarska, Hrvatska, Slovenija, Bosna i Hercegovina
- DANUBE: Bugarska, Rumunjska
- BLUE MED: Italija, Malta, Grčka, Cipar
- UK-IRELAND FAB: Ujedinjeno Kraljevstvo, Irska
- South West FAB: Portugal, Španjolska. [8]

Na slici 1. prikazani su navedeni europski FAB-ovi.

¹¹ EASA - eng. European Aviation Safety Agency - hrv. Europska agencija za sigurnost zračnog prometa

¹² SESAR - eng. Single European Sky ATM Research - hrv. projekt tehnološke modernizacije sustava upravljanja zračnim prometom u Europi



Slika 1. Europski FAB-ovi [8]

Drugi važan aspekt SES 2 paketa bilo je postizanje tehnološke modernizacije kroz razvijanje novih tehnologija i poboljšanje dosadašnjih ATM sustava kako bi se zadovoljili zadani ciljevi. Inicijativa Europske komisije EC No 219/2007 pokrenula je program zvan SESAR Joint Undertaking 2007. godine kao tehnološki aspekt SES-a. U ovaj program bile su uključene interesne skupine s cijelog ATM područja: EUROCONTROL, civilni i vojni pružatelji usluga u zračnoj plovidbi i korisnici zračnog prostora, zračne luke, proizvodna industrija, kao i znanstvene ustanove i istraživački centri. [9]

Faze provedbe SESAR-a su:

- faza definiranja plana razvoja (2005.-2007.): nastaje dokument ATM Mater Plan koji definira tehnološke i operativne ciljeve, prioritete i vremenske okvire
- faza razvoja (2008.-2013.): omogućuje razvoj osnovnih tehnologija koje će poduprijeti uvođenje nove generacije ATM sustava
- faza primjene (2014.-2020.): instaliranje novih ATM sustava i široka primjena funkcija sustava

Područja primjene programa SESAR su sigurnost, zaštita, ekonomičnost, kapacitet, operativna učinkovitost i ekologija. Konkretni ciljevi su utrostručenje kapaciteta, smanjenje troškova po letu i štetnih emisija za 50% i desetostruko povećanje faktora sigurnosti.

2.2. Koncept slobodnih ruta

EUROCONTROL je 2008. godine pokrenuo koordinirani razvoj i implementaciju FRA¹³ koncepta u sklopu Flight Efficiency Plana kojeg su razvili IATA¹⁴, CANSO¹⁵ i EUROCONTROL. Cjelokupna koordinacija uključena je u dokument ARN Version-7 u kontekstu RNDSG¹⁶-a. Članovi RNDSG-a kroz kooperaciju i partnerstvo zajednički razvijaju civilne i vojne strukture zračnog prostora kao i poboljšane europske ATS¹⁷ mreže ruta, uključujući EUROCONTROL, zemlje članice ECAC-a i njezine pružatelje usluga u zračnoj plovidbi, civilne i vojne korisnike zračnog prostora te ostale relevantne internacionalne organizacije i tijela. [10]

Prostor slobodnih ruta definiran je kao određeni zračni prostor unutar kojeg korisnici mogu slobodno planirati putanje između definiranih ulaznih i izlaznih točaka, s mogućnošću odabira objavljenih ili neobjavljenih međutočaka, bez korištenja fiksne mreže ruta, pod uvjetom da je zračni prostor koji se namjerava koristiti slobodan i dostupan za planiranje. Svi letovi unutar FRA prostora i dalje su podložni kontroli zračnog prometa. [11]

Svrha FRA koncepta je stvaranje zakonodavnog okvira za usklađeno implementiranje zračnog prostora slobodnih ruta u Europi u slučaju da se bilo koja država članica, FAB ili ANSP odluči za implementaciju ovakvog uređenja zračnog prostora. Koncept je dužan ispuniti zadane sigurnosne ciljeve i mora biti kompatibilan s postojećim operacijama te održiv kroz budući razvoj. Također mora omogućiti proširivanje na susjedne prostore odnosno povezivanje sa postojećim FRA prostorima i drugim regijama unutar SES-a. [11]

Prije implementacije FRA na nekom prostoru, potrebno je imati:

- prikladan sustav podrške (poboljšanja u planiranju leta i sustavu ATFCM¹⁸)
- unaprjeđene procedure za operacije unutar FRA
- prilagodbu prema strukturama zračnog prostora
- prilagodbu prema procedurama upravljanja zračnim prostorom
- modifikacije sustava za planiranje leta kako bi se iskoristile sve prednosti FRA. [11]

Cjelokupni zračni prostor slobodnih ruta pripada u pravilu klasi C zračnog prostora uz određene dogovorene iznimke. FLOS¹⁹ koji će biti korišten u određenom prostoru FRA objavljuje se u relevantnoj nacionalnoj AIS²⁰ publikaciji. [11]

¹³ FRA - eng. Free Route Airspace - hrv. zračni prostor slobodnih ruta

¹⁴ IATA - eng. International Air Transport Association - hrv. Međunarodna udruga za zračni prijevoz

¹⁵ CANSO - eng. Civil Air Navigation Services Organization - hrv. Međunarodna organizacija civilnih pružatelja usluga u zračnoj plovidbi

¹⁶ RNDSG - eng. Route Network Development Sub-Group - hrv. radna skupina za razvoj rutne mreže

¹⁷ ATS - eng. Air Traffic Services - hrv. operativne usluge u zračnom prometu

¹⁸ ATFCM - eng. Air Traffic Flow and Capacity Management - hrv. upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa

¹⁹ FLOS - eng. Flight Level Orientation Scheme - hrv. shema dodjela visine leta prema orijentaciji

²⁰ AIS - eng. Aeronautical Information Service - hrv. usluga zrakoplovnog informiranja

Ograničenja prostora slobodnih ruta mogu biti vremenska i strukturalna. Vremenski ograničen FRA karakterističan je za ranu implementaciju te omogućuje lakšu prilagodbu novim procedurama i sustavima. Potrebno je dakako ustanoviti procedure za prijelaz između korištenja FRA i fiksne mreže ruta. Strukturalno ograničen FRA pogodan je za implementaciju u kompleksnim zračnim prostorima gdje bi potpuna implementacija FRA imala negativan utjecaj na kapacitet zračnog prostora. Moguće je ograničiti dostupne ulazne/izlazne točke za određene tokove prometa kako bi se povećala predvidljivost prometa i smanjio broj potencijalnih konflikata. [11]

Vertikalne granice FRA moraju se objaviti u nacionalnoj AIS publikaciji. Donja vertikalna granica ne smije biti u konfliktu sa susjednim prostorima gdje FRA nije implementiran ili je ograničen te mora biti koordinirana na europskoj razini. Donja granica bi trebala biti što je moguće niža visina uzimajući u obzir kompleksnost zračnog prostora i prometnu potražnju. Horizontalne granice FRA također se objavljuju u nacionalnoj AIS publikaciji. Poželjno da se baziraju na operativnim zahtjevima, a ne nužno na granicama FIR²¹-a odnosno UIR²²-a ili na granicama ATC²³ jedinice, pogotovo u slučaju gdje bi direktna ruta zahtijevala da zrakoplov na kratko vrijeme napusti prostor FRA. U takvim je situacijama potrebna koordinacija sa susjednim ATC jedinicama i moraju postojati jasno definirane horizontalne ulazne i izlazne točke koje osiguravaju nesmetani prijelaz između FRA prostora i fiksne mreže ruta. [11]

U prostoru slobodnih ruta rezervacije i dalje postoje te su definirane kao zračni prostor određenih dimenzija koji se koristi isključivo za potrebe pojedinih korisnika, civilnih ili vojnih. Unutar FRA uspostavljen je koncept FUA²⁴ (Flexible Use of Airspace) koji kroz civilno-vojnu koordinaciju minimizira odvajanje prostora za određene korisnike, već se ta odvajanja vrše samo pod određenim uvjetima i u specificiranim vremenskim periodima. U slučajevima kada se u određeni zračni prostor ne smije ulaziti određuju se FRA međutočke, objavljene u nacionalnim AIS publikacijama, kako bi se omogućilo planiranje leta oko rezervacije prostora i osigurala dovoljna separacija zrakoplova od tog prostora. Rezervacije mogu biti stalno ili privremeno aktivne i dijele se na: [11]

- TRA (Temporary Reserved Area): privremeno rezervirano područje
- TSA (Temporary Segregated Area): privremeno odvojeno područje
- CBA (Cross-Border Area): prekogranično područje
- D (Danger Area): opasno područje
- R (Restricted Area): ograničeno područje
- P (Prohibited Area): zabranjeno područje. [11]

²¹ FIR - eng. Flight Information Region - hrv. područje letnih informacija

²² UIR - eng. Upper Flight Information Region - hrv. gornje područje letnih informacija

²³ ATC - eng. Air Traffic Control Services - hrv. usluge kontrole zračnog prometa

²⁴ FUA - eng. Flexible Use of Airspace - hrv. fleksibilna uporaba zračnog prostora

Prije implementacije FRA u neki prostor, trenutna sektorizacija zračnog prostora mora biti prilagođena novim uvjetima kako bi se uskladio FRA i donji prostor fiksne mreže ruta. Protok zračnog prometa unutar FRA raširit će se na područje cijelog sektora, dok u prostoru fiksnih mreža ruta taj promet je određen na točno definiranim pravicima i točkama križanja. FRA sektori moraju biti fleksibilni za rekonfiguraciju kako bi se prilagodili prometnoj potražnji. Lokalni FMP²⁵-ovi moraju imati proaktivnu ulogu pri odabiru optimalne konfiguracije sektora koja mora biti koordinirana u stvarnom vremenu s NMOC²⁶-om. Dizajn novih FRA sektora mora uzeti u obzir:

- glavne prometne tokove i orijentaciju prometa
- minimiziranje kratkih prijelaza između sektora
- minimiziranje ponovnih ulazaka u sektor ili ACC²⁷
- pozicije rezervacija zračnog prostora
- koherentnost sa susjednim sektorima fiksnih mreža ruta
- civilno-vojnu koordinaciju. [11]

Upravljanje zračnim prostorom unutar FRA razlikuje se od onog u fiksnoj mreži ruta po tome što operatori zrakoplova imaju podatak o dostupnom prostoru, a ne o dostupnim rutama. Zrakoplovi moraju imati sve informacije o aktivnosti rezervacija u nekom FRA području u kojem borave. Potrebna je kontinuirana razmjena informacija između ATC jedinica, odgovarajućih vojnih vlasti, korisnika zračnog prostora i Network Managera. Bilateralni sporazumi između država trebali bi se korigirati zbog specifičnosti FRA kao što su transferne točke, fleksibilne promjene sektorizacije, veze sa fiksnim mrežama ruta, fluktuacije prometnih tokova te mogućnosti izlaska i ulaska u prostor na nasumičnim točkama. [11]

Planiranje leta unutar FRA mora biti koherentno sa procedurama planiranja leta unutar fiksne mreže ruta kako bi se očuvala jednostavnost. Standardni ICAO²⁸-ov format plana leta vrijedi i za planiranje leta u FRA prostoru. Planovi leta GAT prometa moraju se predati u IFPS²⁹ unutar zadanog vremenskog perioda prije početka leta. Postoje dva modela prostora slobodnih ruta ovisno o mogućnostima planiranja leta definirana unutar CACD³⁰-a (Central Airspace and Capacity Database): potpuni FRA model i model FRA s međutočkama. U potpunom FRA modelu kao međutočke mogu se koristiti sve objavljene točke, kao i neobjavljene točke definirane geografskim koordinatama. U modelu FRA s međutočkama mogu se koristiti samo objavljene međutočke za planiranje leta. Planirana ruta će se odbiti ako ne poštuje objavljene FRA horizontalne ulazne ili izlazne točke odnosno međutočke, ako krši rezervaciju prostora ili vremenske parametre FRA (kod vremenski ograničenih FRA). [11]

²⁵ FMP - eng. Flow Management Position - hrv. pozicija upravljanja protokom zračnog prometa

²⁶ NMOC - eng. Network Manager Operations Centre - hrv. operativni centar upravitelja mreže

²⁷ ACC - eng. Area Control Centre - hrv. centar oblasne kontrole zračnog prometa

²⁸ ICAO - eng. International Civil Aviation Organization - hrv. Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva

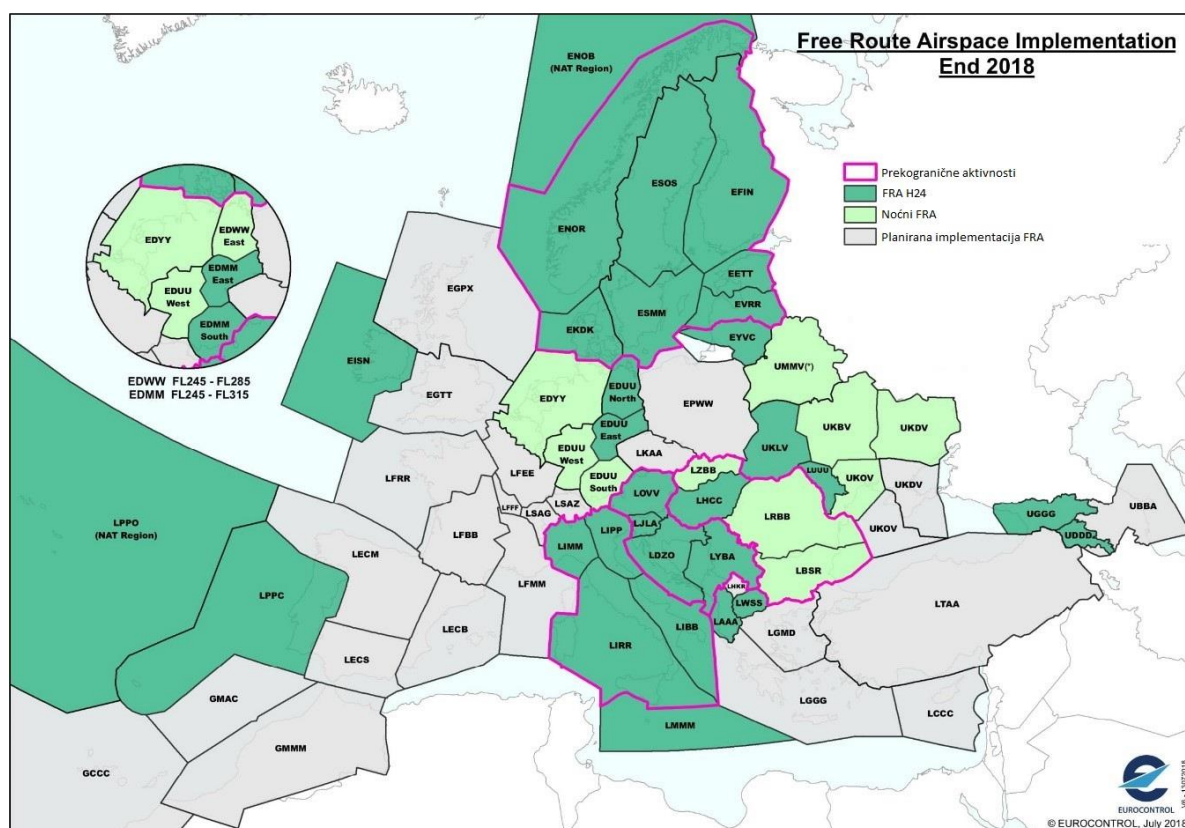
²⁹ IFPS - eng. Integrated Initial Flight Plan Processing System - hrv. integrirani sustav obrade početnog plana leta

³⁰ CACD - eng. Central Airspace and Capacity Database - hrv. Centralna baza podataka o zračnom prostoru i ACC kapacitetima

Implementacija FRA vrši se u 4 koraka:

1. Operativna validacija sa NM³¹ (barem 5 AIRAC³² ciklusa prije implementacije); uključuje organizaciju zračnog prostora, procedure, restrikcije, aspekte planiranja leta, opis vojnog zračnog prostora i civilno-vojne procedure.
2. Uključivanje susjednih država, FAB-ova ili ANSP-ova u operativnu validaciju (barem 5 AIRAC ciklusa prije implementacije); definiranje transfernih točaka, ažuriranje bilateralnih sporazuma, opisivanje restrikcija i aspekata planiranja leta te opis vojnog zračnog prostora i civilno-vojnih procedura.
3. Omogućavanje dostupnosti AIS publikacija i osiguravanje kontinuirane isporuke sljedećih informacija o karakteristikama FRA: lateralne granice, vertikalne granice, ulazne i izlazne točke, međutočke, vrijeme primjenjivosti te vojni zračni prostor.
4. Promjena određenih podataka nakon validacije (barem 2 AIRAC ciklusa prije implementacije); ukoliko postoji potreba za izmjenom informacija. [12]

Do kraja 2017. godine 51 jedinica kontrole zračnog prometa je u potpunosti ili djelomično implementirala FRA operacije, čime je nadmašen prvotni cilj od 35 ACC-ova postavljen u Network Manager Performance Planu. Na slici 2. prikazana je implementacija FRA u Europi do kraja 2018. godine.



Slika 2. Implementacija FRA u Europi do kraja 2018. godine [13]

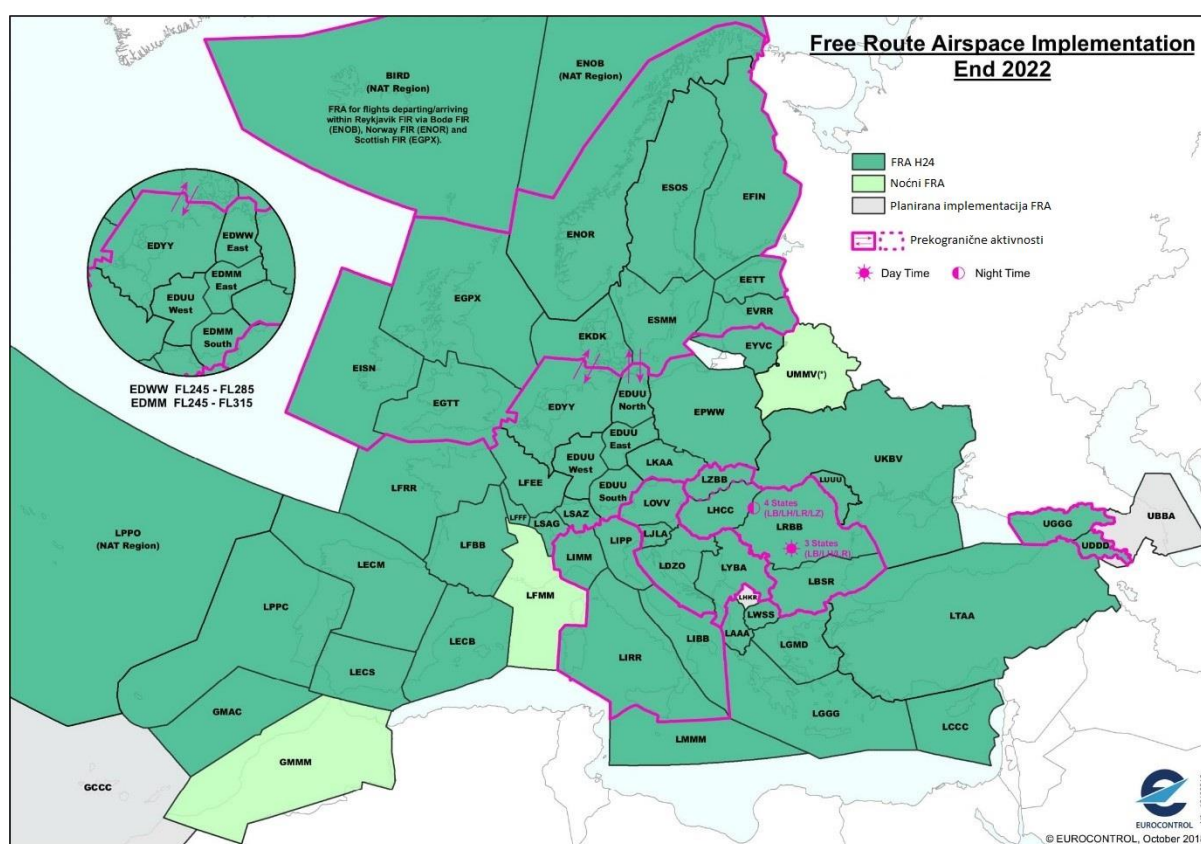
³¹ NM - eng. Network Manager - hrv. upravitelj mreže

³² AIRAC - eng. Aeronautical Information Regulation And Control - hrv. regulativa i kontrola zrakoplovnih informacija

Prekogranična implementacija FRA završena je ili u zadnjoj fazi u sljedećim državama:

- SECSI FRA (Austrija, Slovenija, Hrvatska, Srbija, Bosna i Hercegovina)
- SEENFRA (Rumunjska, Mađarska, Bugarska)
- NEFRA (Estonija, Latvija, Finska, Švedska, Danska, Norveška)
- Malta, Italija.

Zbog dosadašnje bliske suradnje između Network Managera, ANSP-ova, vojnih vlasti i korisnika zračnog prostora, predviđa se da će do kraja 2019. godine većina europskog zračnog prostora imati implementiranu neku vrstu FRA, a do 2022. godine će sav europski zračni prostor imati FRA operacije. Na slici 3. prikazan je plan implementacije FRA u Europi do kraja 2022. godine.



Slika 3. Plan implementacije FRA u Europi do kraja 2022. godine [13]

3. Analiza prometa i strukture zračnog prostora slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo

Predstavnicima pet ANSP-ova (Austrije, Slovenije, Hrvatske, Srbije te Bosne i Hercegovine) potpisali su 8. ožujka 2017. na Svjetskom sajmu industrije upravljanja zračnim prometom u Madridu memorandum o suradnji za uspostavu zajedničkog zračnog prostora jugoistočne Europe. Cilj je bio spojiti dva zračna prostora slobodnih ruta SAXFRA³³ i SEAFRA³⁴. Ova dva prekogranična prostora slobodnih ruta doprinijela su učinkovitom protoku zračnog prometa duž jugoistočne prometne osi, a njihovim spajanjem se očekuje još veća korist.

Krajem 2016. godine SAXFRA je uspješno implementiran između Austrije i Slovenije. To je bio prvi prekogranični prostor slobodnih ruta u Europi bez ikakvih vremenskih i strukturalnih ograničenja. Dotadašnja fiksna mreža ruta u području nadležnosti austrijskog i slovenskog ANSP-a prestala je biti važeća. Mjesec dana kasnije implementira se SEAFRA prostor između Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije i Crne gore iznad FL325³⁵. Ovo je prvi prekogranični prostor slobodnih ruta u Europi između 4 države, što dokazuje da je takva suradnja moguća. Već sredinom 2015. godine SEAFRA je zaživio kao noćni koncept slobodnih ruta, a daljnjom prilagodbom i suradnjom svih država ukinuta su vremenska ograničenja. Procijenjena ušteda goriva za ove prostore je oko 13 tona u SAXFRA, odnosno 9 tona u SEAFRA prostoru po danu sa smanjenjem emisija štetnih plinova za oko 43 tona u SAFRA, odnosno 30 tona u SEAFRA prostoru dnevno. [14]

Inicijativa za zajedničko jugoistočno nebo (SECSI³⁶) ojačat će jugoistočnu os kroz mogućnost izbora najkraće rute između središnje i južne Europe, uključujući tok prometa prema Turskoj i dalje prema Bliskom istoku. Ova inicijativa ne samo da pridonosi ostvarenju ciljeva Europske komisije u pogledu uspostave zračnog prostora slobodnih ruta diljem Europe nego i ispunjava zahtjeve korisnika zračnog prostora vezano uz mogućnost izbora više ruta prema istim odredištima. Spajanje SAXFRA i SEAFRA stvorit će jedan od najvećih prekograničnih zračnih prostora slobodnih ruta u Europi u kojem će zrakoplovni operatori moći jednostavnije i efikasnije planirati letove kroz zemlje jugoistočne osi te na taj način ostvariti velike uštede goriva i smanjiti utjecaj na okoliš. [15]

SECSI FRA pušten je u operativnu uporabu 1. veljače 2018. u suradnji s upraviteljem mreže. Ovaj prostor predstavlja ogroman korak ka postizanju europskog zračnog prostora bez diskontinuiteta. Potencijalne uštede goriva u jednom danu iznose 8 tona goriva uz smanjenje štetnih emisija od oko 26 tona. [16]

³³ SAXFRA - eng. Slovenian Austrian Cross-border Free Route Airspace - hrv. Slovensko-austrijski prekogranični zračni prostor slobodnih ruta

³⁴ SEAFRA - eng. South-East Axis Free Route Airspace - hrv. Zračni prostor slobodnih ruta na Jugoistočnoj prometnoj osi

³⁵ FL - eng. flight level - hrv. razina leta

³⁶ SECSI - eng. South East Common Sky Initiative - hrv. Inicijativa za zajedničko jugoistočno nebo

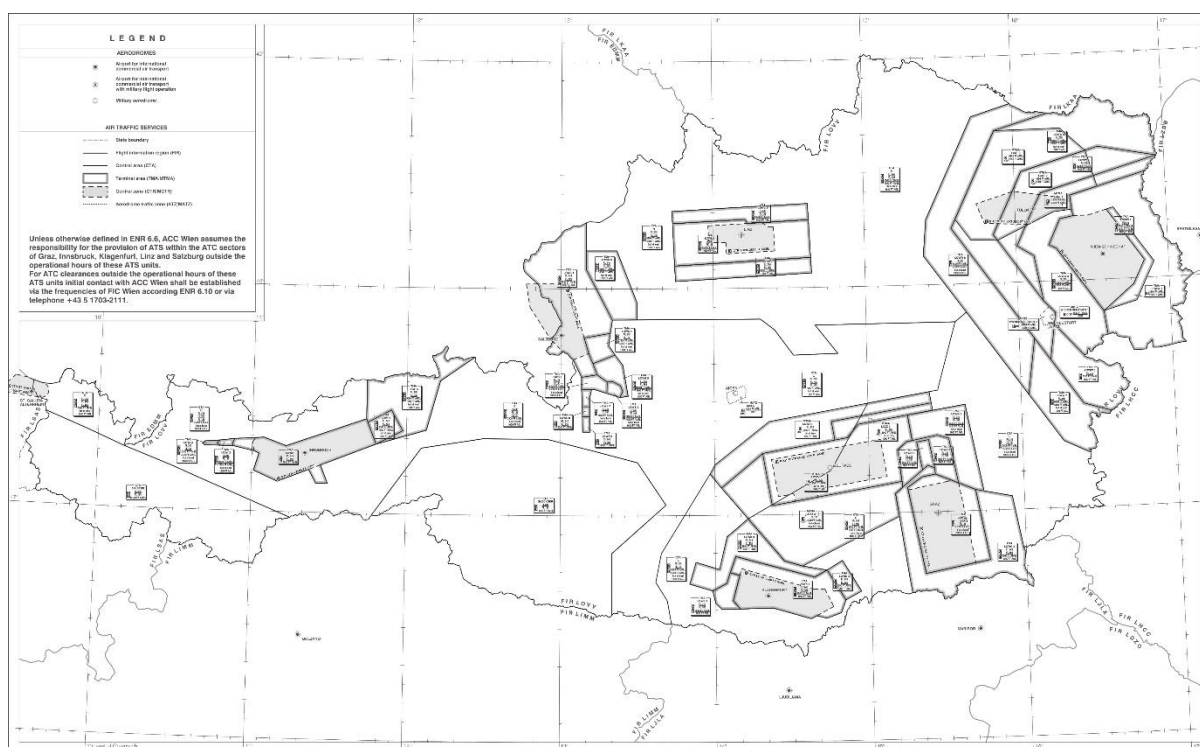
[illegible]

13

3.1. Promet i struktura zračnog prostora Austrije

Glavni sudionici u upravljanju zračnim prometom u Austriji su Ministarstvo transporta, inovacija i tehnologije koje ima ulogu NSA-a, a u sklopu njega djeluje i Vrhovna agencija za civilno zrakoplovstvo koja ima ulogu regulatornog tijela te nezavisni Odbor za istraživanje nesreća. Nacionalni pružatelj usluga zračne plovidbe je Austro Control kao jedini ANSP koji je zadužen i za ATCO³⁷ licenciranje gdje ima ulogu NSA-a. Austro Control pruža uslugu oblasne, prilazne i toranjske kontrole zračnog prometa, uslugu zrakoplovnog informiranja, podršku u sigurnosti zračnog prometa, meteorološku uslugu i nadzire telekomunikacije zračnog prometa, a također je zadužen za davanje usluga zračnog prometa za 10 regionalnih njemačkih aerodroma. Ministarstvo obrane djeluje kroz Ratno zrakoplovstvo koje je ogranak Zapovjedništva zajedničkih snaga. [17]

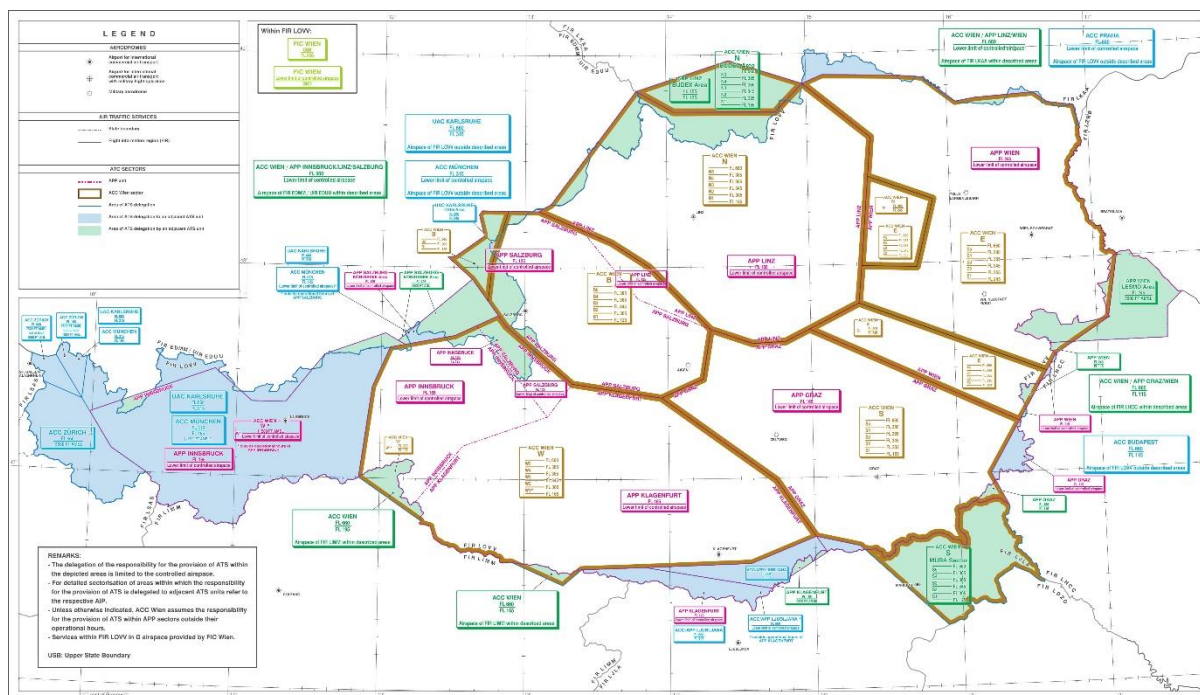
Austrija je članica ICAO-a od 1948., ECAC-a od 1955., EUROCONTROL-a od 1993., Europske Unije od 1995. i EASA-e od 2003. godine. Zračni prostor cijele Austrije spada pod FIR Wien te je podijeljen u 4 ICAO klase, C, D E i G (prilog 1.). Na slici 5. prikazan je zračni prostor Austrije.



Slika 5. Zračni prostor Austrije [18]

³⁷ ATCO - eng. Air Traffic Control Officer - hrv. kontrolor zračnog prometa

ACC Wien podijeljen je na 5 glavnih sektora (WEST, SOUTH, BASE, NORTH, EAST) koji se dalje dijele na 5 elementarnih po visini (LOW, MID, UPPER, HIGH, TOP). Na slici 6. prikazana je sektorizacija zračnog prostora Austrije.



Slika 6. Sektorizacija zračnog prostora Austrije [18]

Zapadni dio Austrije od 15 500 ft AMSL³⁸ do FL600 je pod nadležnošću ACC Münchena i ACC Züricha. Kako bi se spriječili nepotrebni prijelazi granice, granični dijelovi mogu biti pod nadležnošću susjednih ANSP-ova i obratno. Neki od slučajeva su ACC München, Praha, Budapest i Ljubljana koji kontroliraju austrijski granični zračni prostor, kao što ACC Wien također kontrolira granični zračni prostor Njemačke, Češke, Mađarske i Italije. Vertikalne granice glavnih sektora su:

- WEST FL165 – FL660
- SOUTH FL165 – FL660
- BASE FL125 – FL660
- NORTH FL165 – FL660
- EAST FL245 – FL660

TMA³⁹ prostori u Austriji su Graz, Innsbruck, Klagenfurt, Linz, Salzburg i Wien. Svaki od ovih prostora ima lokalnu APP⁴⁰ jedinicu koja pruža uslugu prilazne kontrole zračnog prometa u tom prostoru. Neke jedinice prilaza pružaju usluge za susjedne sektore na određenim visinama, a također mogu pružati usluge prilaza za prekogranične TMA prostore i obrnuto, susjedna prekogranična APP može pružati usluge za dijelove Austrije. [18]

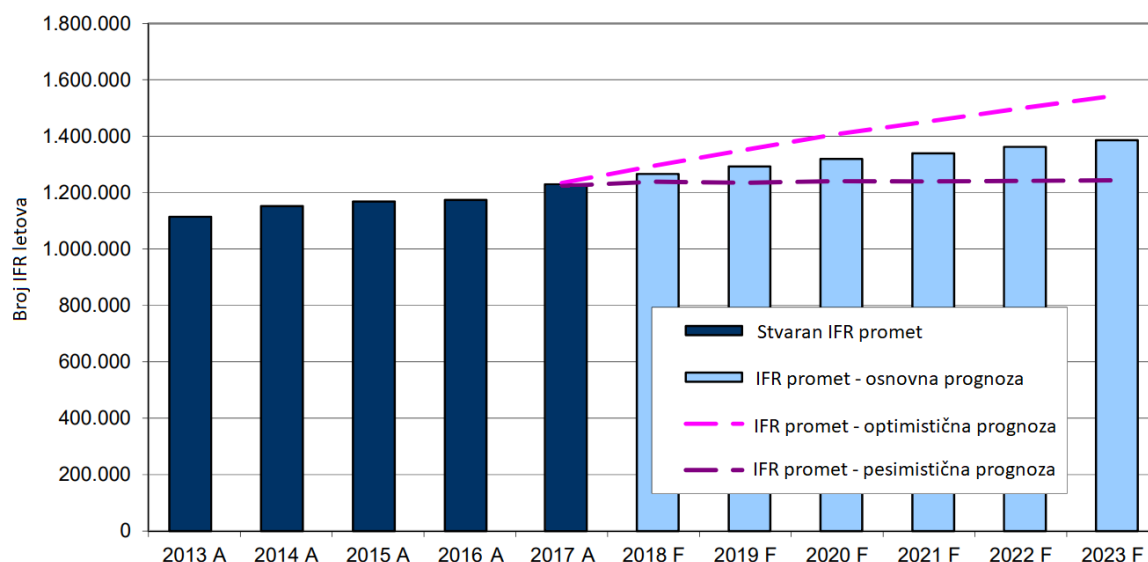
³⁸ AMSL - eng. Above Mean Sea Level - hrv. iznad srednje razine mora

³⁹ TMA - eng. Terminal Control Area - hrv. završno kontrolirano područje

⁴⁰ APP - eng. Approach Control Service Unit - hrv. jedinica prilazne kontrole zračnog prometa

Postoje 6 međunarodnih zračnih luka u Austriji. To su Graz (LOWG), Innsbruck (LOWI), Klagenfurt (LOWK), Linz (LOWL), Salzburg (LOWS) i Beč (LOWW). Beč je najprometnija i najveća zračna luka u Austriji sa više od 24 milijuna putnika i 220 tisuća operacija zrakoplova u 2017. godini. [19]

Na slici 7. prikazan je godišnji IFR⁴¹ promet Austrije od 2013. do 2017. godine, kao i STATFOR⁴²-ove prognoze prometa do 2023. godine.



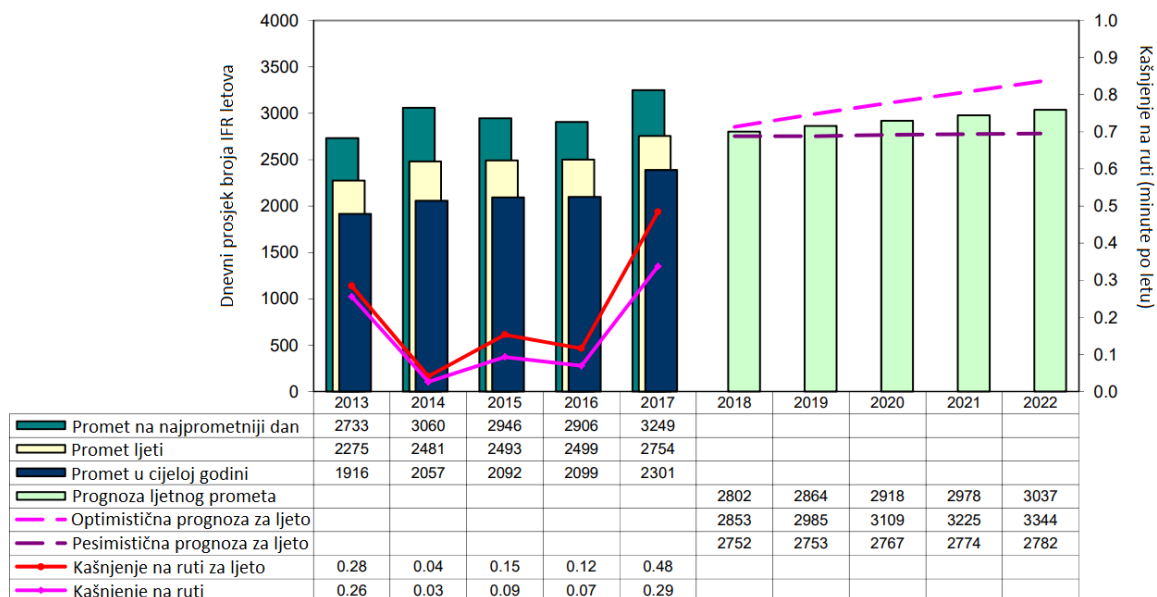
Slika 7. Godišnji IFR promet Austrije [19]

Vidljiv je stalan trend povećanja IFR prometa do 2017. godine, a prognoze predviđaju da će promet i dalje rasti sa godišnjom stopom rasta od 2,8%. U optimističnom scenariju stopa rasta je 4,1% i u tom slučaju broj IFR letova 2022. godine prešao bi 1,5 milijuna letova, a u pesimističnom scenariju promet bi porastao za 1,5% do 2023. godine. [20]

Na slici 8. prikazani su dnevni prosjeci broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine za razdoblje od 2013. do 2022. godine za ACC Wien. Promet najprometnijeg dana u 2017. godini porastao je gotovo 12% u odnosu na prošlu, a promet tokom cijele godine porastao je za 14%. Predviđeno je da će se 2022. godine promet tijekom ljeta povećati za 10% u odnosu na 2017. godinu. Također su prikazana kašnjenja na ruti ljeti i tijekom cijele godine za isto razdoblje. Prosječno kašnjenje na ruti tijekom ljeta povećalo se čak 4 puta, sa 0,12 minuta 2016. na 0,48 minuta 2017. godine, a u odnosu na cijelu godinu povećanje je gotovo peterostruko, sa 0,07 minuta na 0,34 minute. Velika kašnjenja u 2017. godini prouzročena su vremenskim neprilikama. [21]

⁴¹ IFR - eng. Instrument Flight Rules - hrv. pravila instrumentalnog letenja

⁴² STATFOR - eng. STATistics and FORecasts - hrv. statistike i prognoze



Slika 8. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Wien [21]

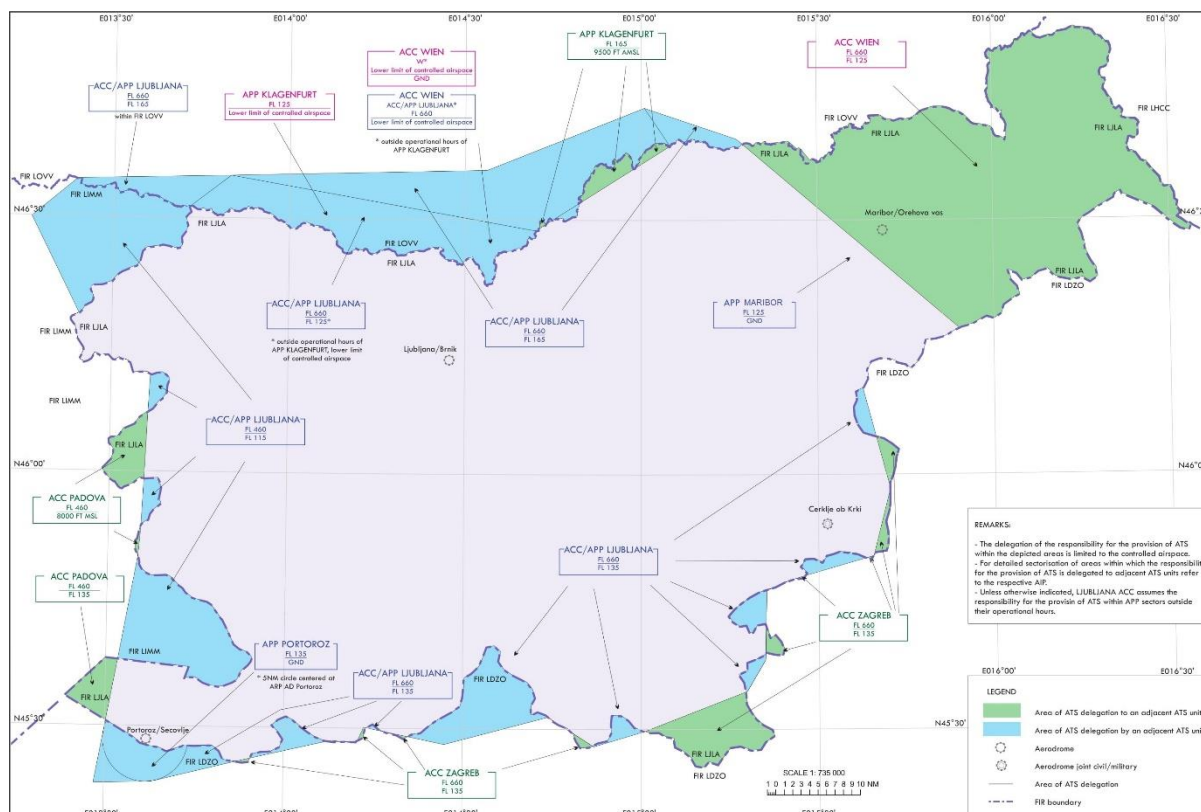
3.2. Promet i struktura zračnog prostora Slovenije

Za upravljanje zračnim prometom u Sloveniji nadležni su Ministarstvo infrastrukture koje je regulatorno tijelo, Služba za istraživanje zrakoplovnih nesreća i incidenata, Javna agencija za civilno zrakoplovstvo Republike Slovenije u ulozi NSA-a i koordinatora SAR⁴³-a, Fraport Slovenija (aerodromski operator najveće zračne luke Ljubljana), Ministarstvo obrane i dva pružatelja usluga u zračnoj plovodbi, Ministarstvo za okoliš i prostorno planiranje (pruža meteorološku uslugu) te Slovenia Control (pruža usluge kontrole zračnog prometa, zrakoplovnog informiranja te CNS⁴⁴-a). Slovenia Control također predstavlja organizaciju za osposobljavanje i certificiranje. [22]

Slovenija je članica ICAO-a i ECAC-a od 1992., EUROCONTROL-a od 1995. te Europske Unije i EASA-e od 2004. godine. Zračni prostor cijele Slovenije spada pod FIR Ljubljana te je podijeljen u 4 ICAO klase, C, D E i G (prilog 1.). Na slici 9. prikazan je Zračni prostor Slovenije.

⁴³ SAR - eng. Search And Rescue - hrv. potraga i spašavanje zrakoplova

⁴⁴ CNS - eng. Communication, Navigation and Surveillance - hrv. komunikacijske, navigacijske i nadzorne usluge



Slika 10. Područja odgovornosti ATC jedinica za zračni prostor Slovenije [23]

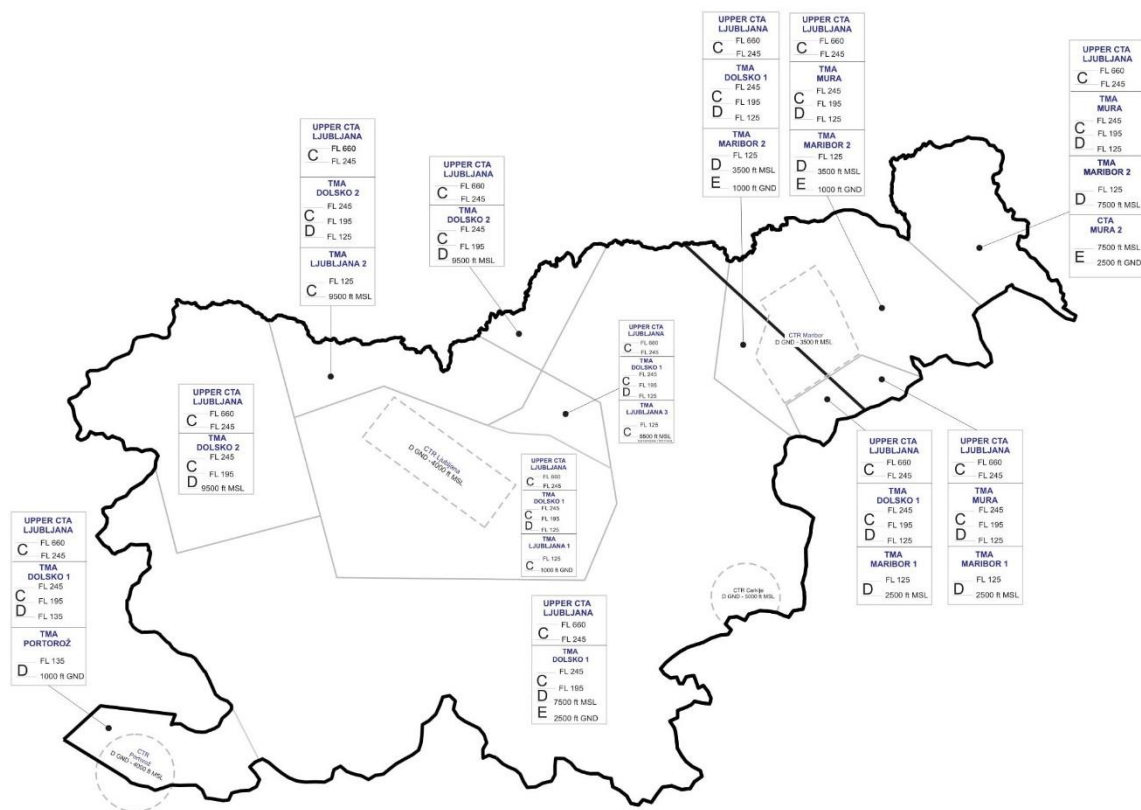
Gornji dio prostora Slovenije je CTA⁴⁵ Ljubljana i proteže se od FL245 do FL660. Postoje 5 TMA prostora: Dolsko, Mura, Ljubljana, Maribor i Portorož. Klasifikacija zračnog prostora Slavonije provedena je kroz 4 ICAO klase:

- C klasa CTA Ljubljana, TMA Dolsko, TMA Mura, TMA Ljubljana
- D klasa TMA Dolsko, TMA Mura, TMA Maribor, TMA Portorož, svi CTR⁴⁶-ovi
- E klasa TMA Dolsko, TMA Mura, TMA Maribor
- G klasa sav prostor ispod svih TMA, osim ako je CTR

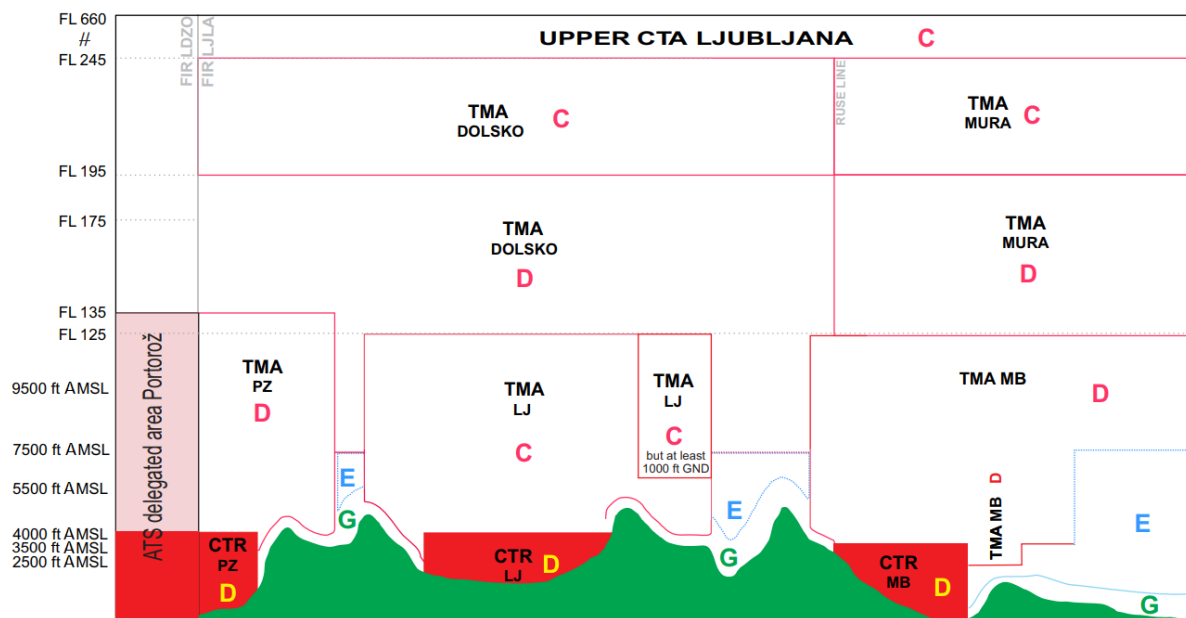
Slika 11. prikazuje navedenu klasifikaciju, a slika 12. vertikalni profil klasa zračnog prostora Slovenije.

⁴⁵ CTA - eng. Control Area - hrv. kontrolirano područje

⁴⁶ CTR - eng. Control Zone - hrv. kontrolirana zona



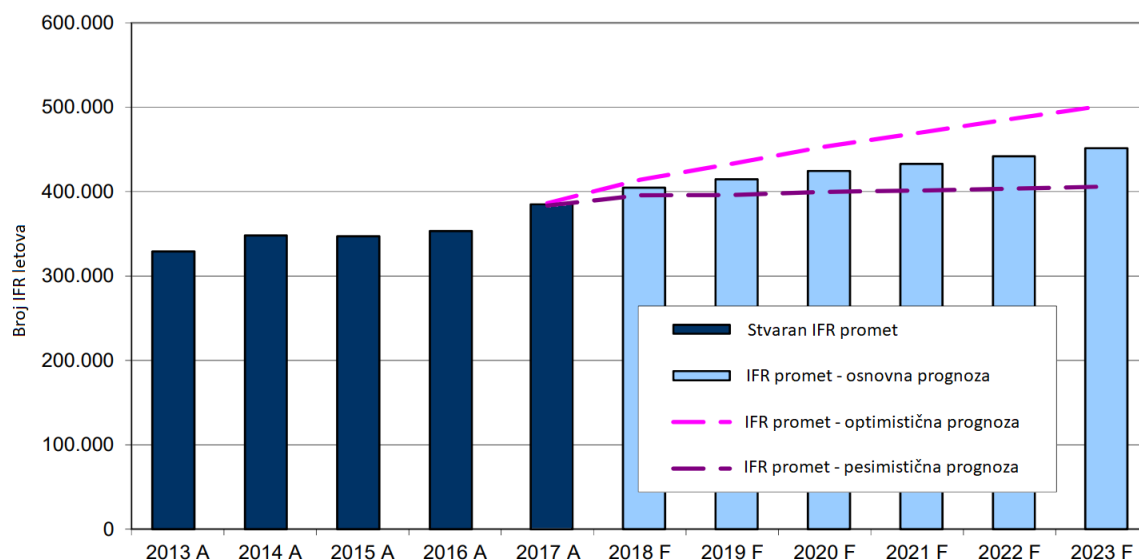
Slika 11. Klasifikacija zračnog prostora Slovenije [23]



Slika 12. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Slovenije [23]

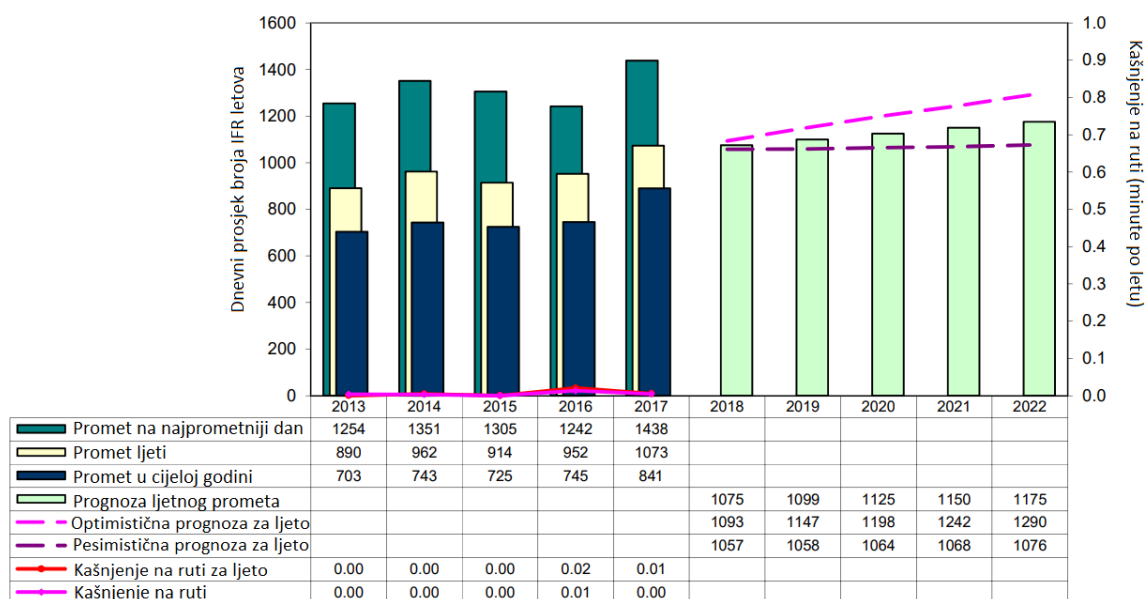
IFR promet Slovenije 2017. godine povećao se za čak 9,3% u odnosu na prošlu. Predviđa se daljnje povećanje od 9,5% za iduću godinu te bi broj IFR letova mogao premašiti 400 tisuća. Daljnje povećanje nešto će se smanjiti sa prosječnom godišnjom stopom rasta od 4,4%. Ukoliko se pak ostvari optimistični scenarij, 2023. godine broj IFR letova mogao bi doseći pola milijuna. [20]

Slika 13. prikazuje godišnji IFR promet Slovenije do 2017. i prognoze do 2023. godine.



Slika 13. Godišnji IFR promet Slovenije [24]

Na slici 14. prikazani su dnevni prosjeci broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine te kašnjenja na ruti za razdoblje od 2013. do 2022. godine za ACC Ljubljana. Promet ljeti u 2017. godini porastao je gotovo 12% u odnosu na prošlu, a promet tokom cijele godine porastao je za 13%. Prosječno kašnjenje na ruti tijekom ljeta smanjilo se sa 0,02 minute 2016. na 0,01 minutu 2017.godine. [21]



Slika 14. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Ljubljana [21]

3.3. Promet i struktura zračnog prostora Hrvatske

Zračni promet Republike Hrvatske je pod nadležnošću Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture, sektor zračnog prometa u sklopu Uprave zračnog prometa, elektroničkih komunikacija i pošte. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo je nacionalno nadzorno tijelo (NSA) i obavlja upravne i stručne poslove koji se odnose na certifikaciju pružatelja usluga u zračnoj plovidbi i organizacija za osposobljavanje te nadzor i inspekciju u područjima operativnih usluga u zračnom prometu, upravljanja zračnim prometom i protokom zračnog prometa, zrakoplovnog informiranja i zrakoplovne meteorologije te komunikacije, navigacije i nadzora. Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu osnovana je kao nezavisno tijelo za istraživanje nesreća koje potpuno autonomno provodi sigurnosne istrage s ciljem i zadatkom utvrđivanja uzroka nesreća te davanja sigurnosnih preporuka radi njihovog sprječavanja u budućnosti. Hrvatsko ratno zrakoplovstvo i protuzračna obrana djeluje u sklopu Ministarstva obrane Republike Hrvatske, a njegova osnovna zadaća je osiguranje suverenosti zračnog prostora Republike Hrvatske te pružanje zrakoplovne potpore drugim granama u provedbi njihovih zadaća u združenim operacijama. Ulogu ANSP-a ima Hrvatska kontrola zračne plovidbe koja je odgovorna za davanje ATS, CNS, AIS i MET⁴⁷ usluga te školovanje i certificiranje kontrolora zračnog prometa. Također pruža civilno-vojnu koordinaciju i upravlja sigurnošću, a zadatak joj je i koordinacija s upraviteljem mreže. [25]

Hrvatska je članica ICAO-a i ECAC-a od 1992., EUROCONTROL-a od 1997. te Europske Unije i EASA-e od 2013. godine. Zračni prostor Hrvatske spada pod FIR Zagreb te je podijeljen u 3 ICAO klase, C, D i G (prilog 1.). Zračni prostor Republike Hrvatske prikazan je na slici 15.

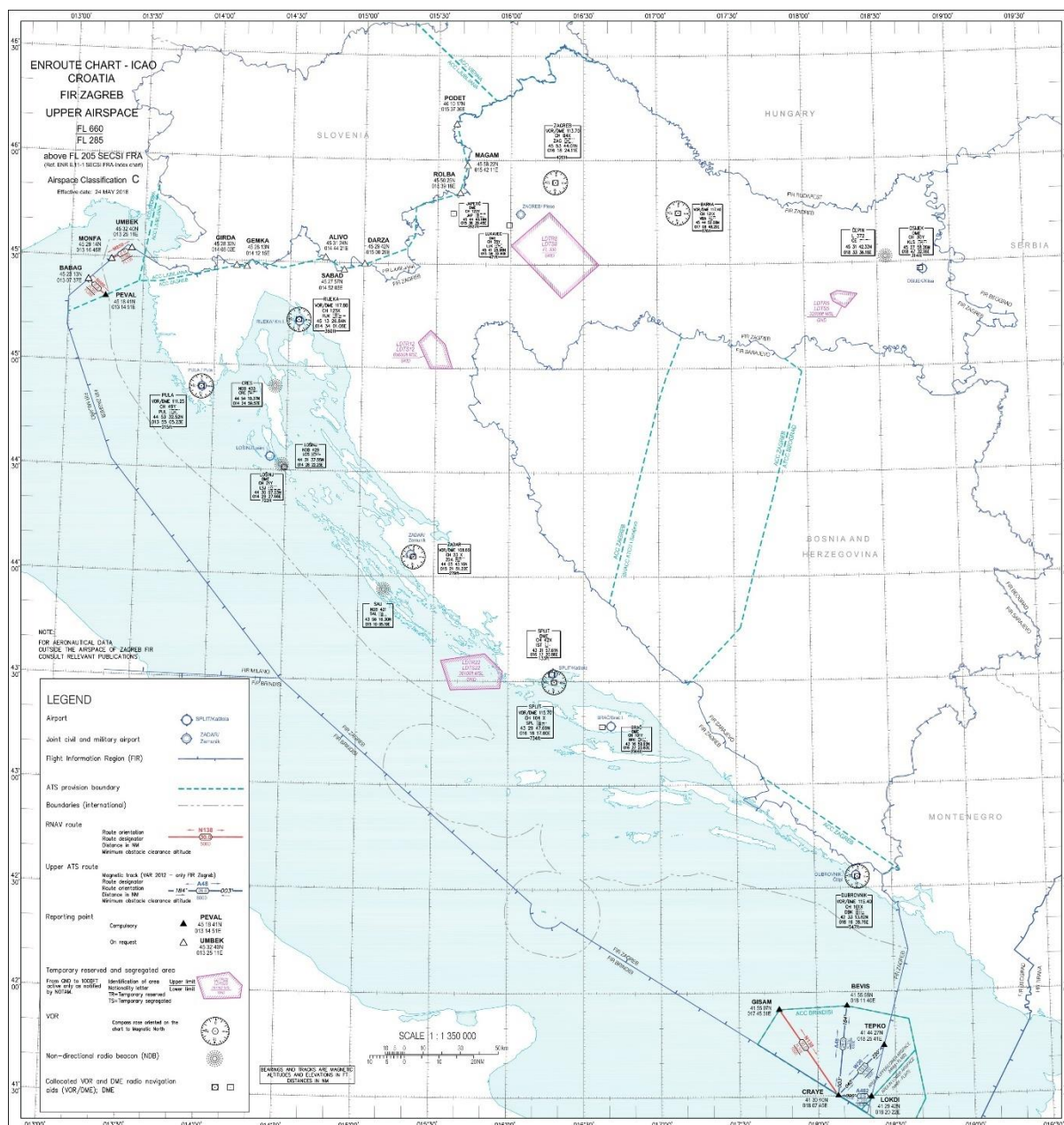
ACC Zagreb pruža uslugu ATS-a na području cijelog FIR Zagreba, a delegiran je i za zapadne dijelove Bosne i Hercegovine, odnosno FIR Sarajeva i to iznad 9500 ft AMSL do FL325 prikazano na slici 16. lijevo, te od FL325 do FL660 prikazano na slici 16. desno. CTA Zagreb dijeli se na 3 glavna sektora, NORTH, WEST i SOUTH (WEST i SOUTH se mogu smatrati jednim sektorom ADRIA) koji se dalje po visini dijele na:

- LOWER GND⁴⁸ – FL325
- UPPER FL325 – FL355
- HIGH FL355 – FL375
- TOP FL375 – FL660

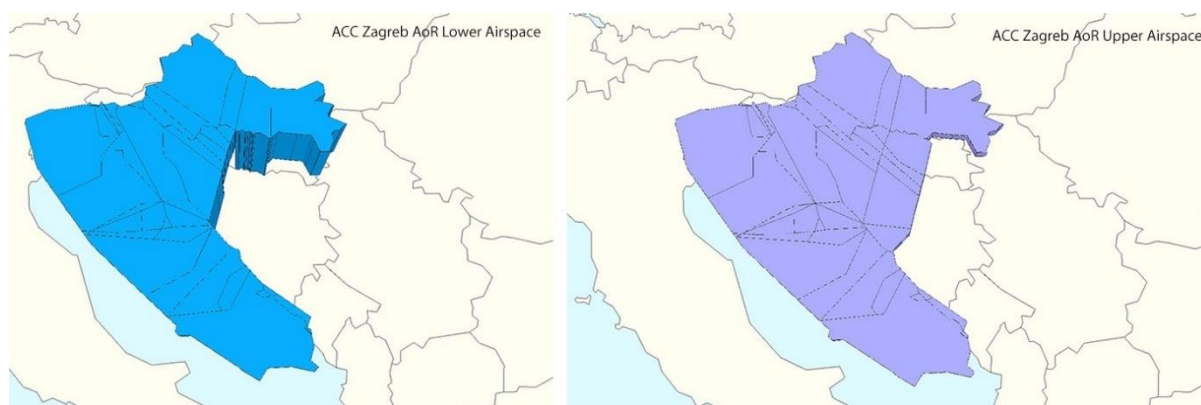
Postoje 6 TMA prostora oko glavnih zračnih luka, a to su TMA Zagreb, Split, Dubrovnik, Pula, Zadar i Osijek. [26]

⁴⁷ MET - eng. Aeronautical Meteorological Service - hrv. usluge zrakoplovne meteorologije

⁴⁸ GND - eng. Ground - hrv. tlo

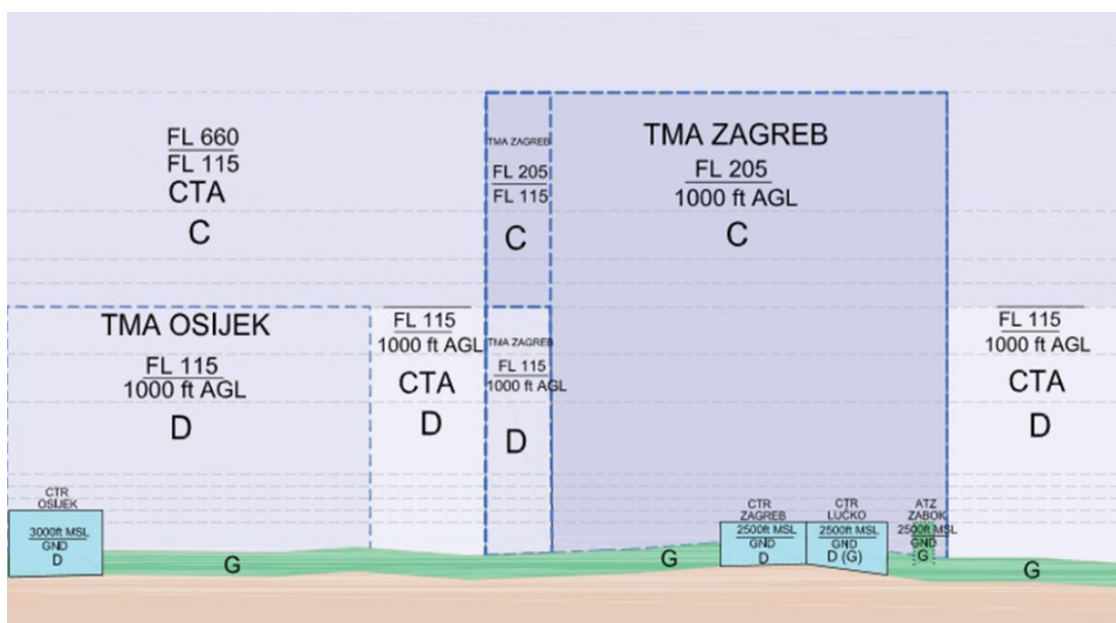


Slika 15. Zračni prostor Republike Hrvatske [26]

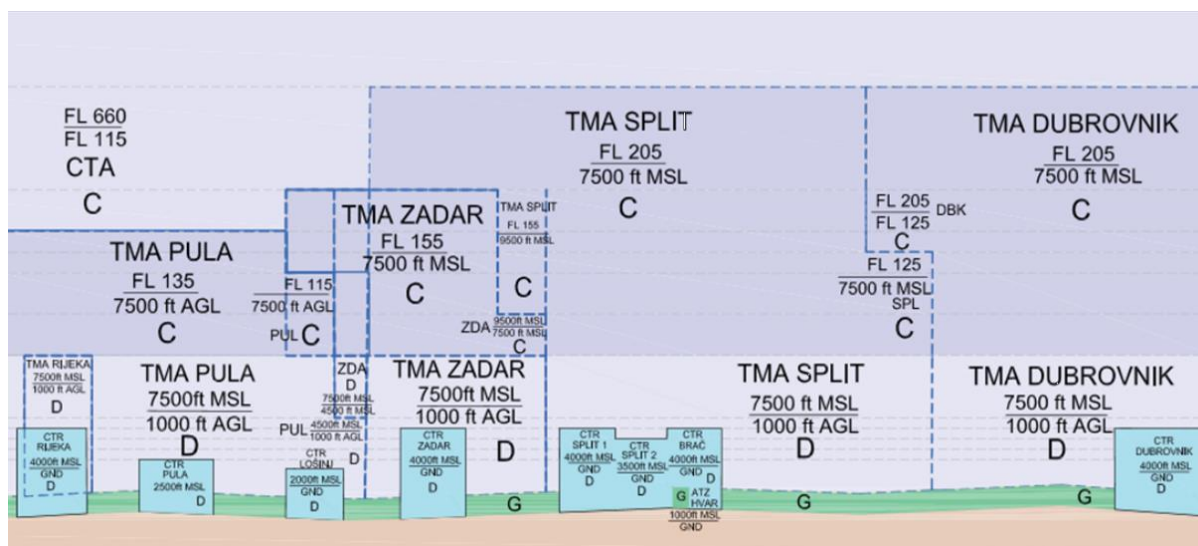


Slika 16. Područje odgovornosti ACC-a Zagreb [26]

Zračni prostor ispod 1000 ft AMSL je, izuzev CTR-ova koji su klase D, nekontrolirani i pripada klasi G prostora. Svi TMA prostori su klase D do 7500 ft AMSL, a iznad toga su klase C. Iznimka je TMA Zagreb koji je u potpunosti klase C i TMA Osijek koji je u potpunosti klase D. CTA Zagreb je od 1000 ft AMSL do FL115 klase D, a od FL115 do FL660 klase C. Na slikama 17. i 18. prikazan je vertikalni profil klasa zračnog prostora Hrvatske.



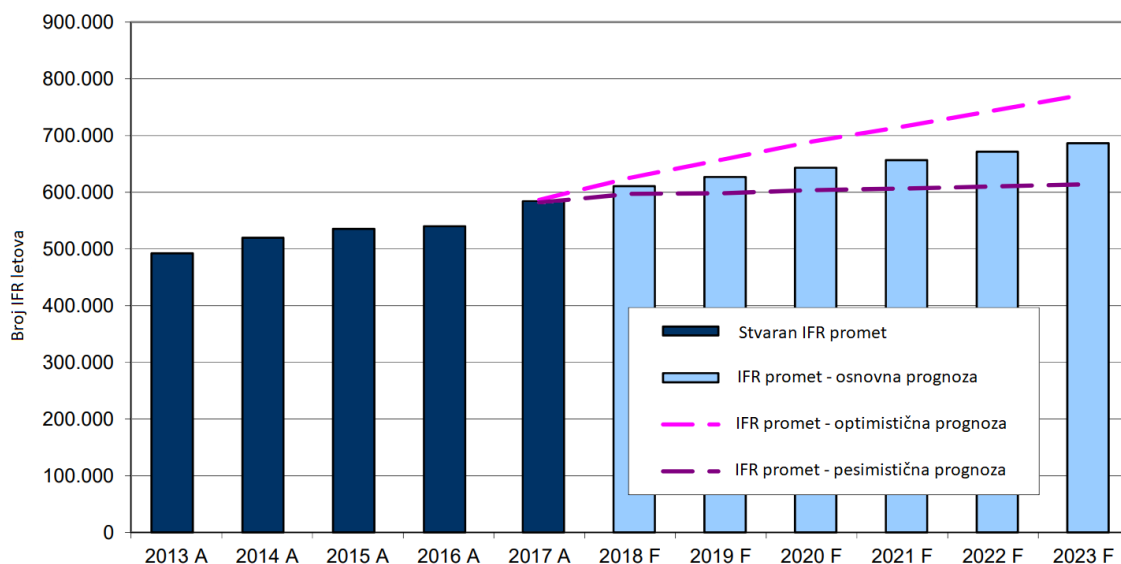
Slika 17. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Hrvatske A [27]



Slika 18. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Hrvatske B [27]

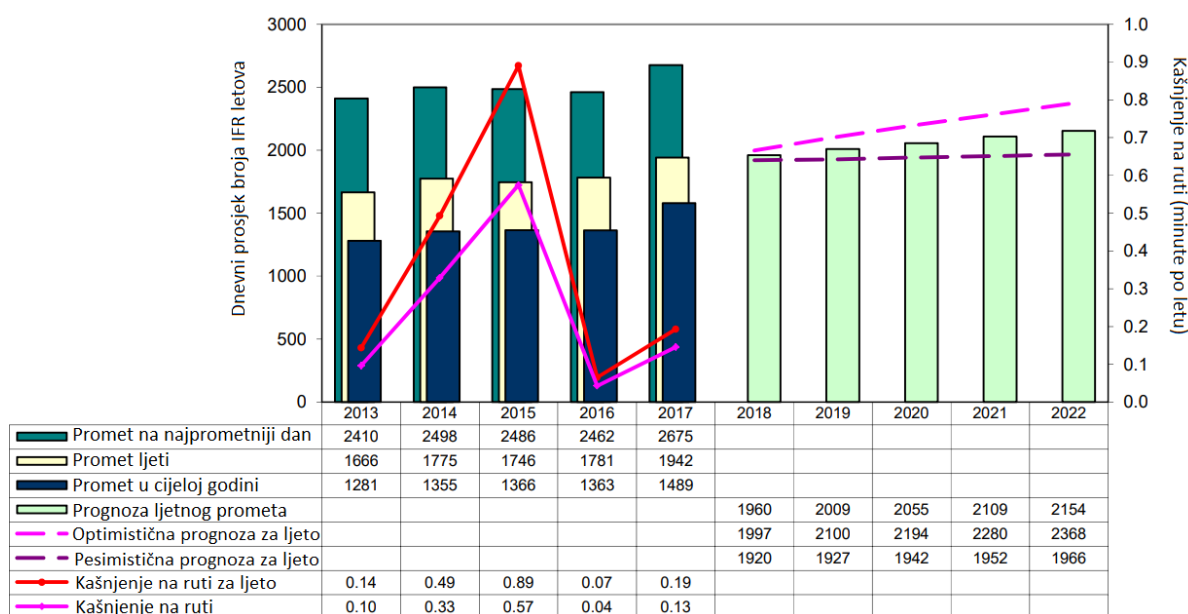
Najveća zračna luka u Hrvatskoj je Zračna luka Franjo Tuđman u Zagrebu sa više od 3 milijuna putnika u 2017. godini. Ostale međunarodne zračne luke po broju putnika su Split, Dubrovnik, Pula, Zadar, Rijeka, Osijek, Brač i Lošinj. [27]

Početkom tisućljeća Hrvatska je imala nešto više od 170 tisuća IFR operacija. Taj broj je konstantno u porastu te je u posljednjih nekoliko godina dosegao preko pola milijuna IFR operacija. Na slici 19. prikazan je godišnji IFR promet Hrvatske od 2013. do 2017. godine, te predviđanja prometa do 2023. godine. Očit je stalan trend povećanja prometa, a 2017. to povećanje je iznosilo čak 8,7% u odnosu na 2016. godinu. Predviđa se prosječna godišnja stopa rasta od 4,4%, a u optimističnom scenariju iznosi 6%. [20]



Slika 19. Godišnji IFR promet Hrvatske [27]

Na slici 20. prikazani dnevni prosjeci broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine te kašnjenja na ruti za razdoblje od 2013. do 2022. godine za ACC Zagreb. Promet ljeti i tijekom cijele 2017. godine. porastao je za 9% u odnosu na 2016. godinu, a predviđa se i daljnji rast. Prosječno kašnjenje na ruti tijekom ljeta 2017. iznosi 0,19 minuta, a tijekom cijele godine 0,13 minute, što je povećanje u odnosu na prošlu godinu. [21]

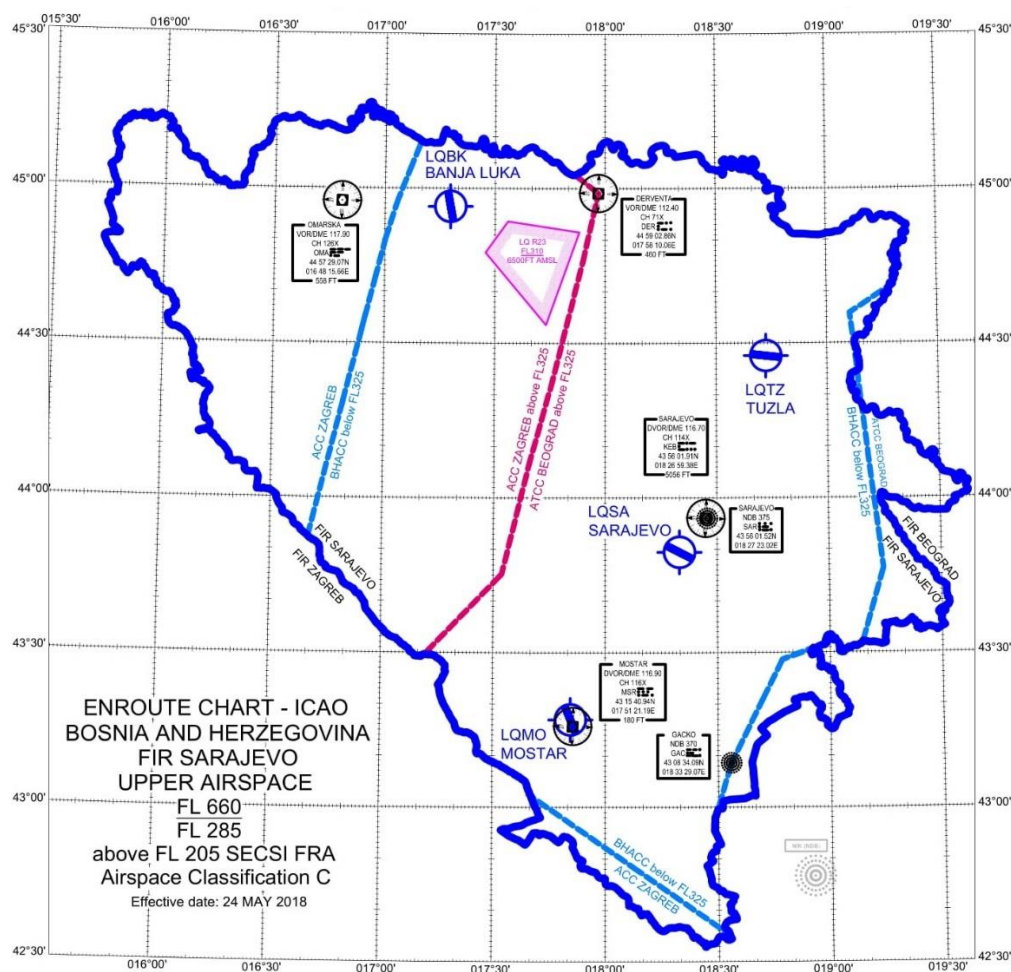


Slika 20. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Zagreb [21]

3.4. Promet i struktura zračnog prostora Bosne i Hercegovine

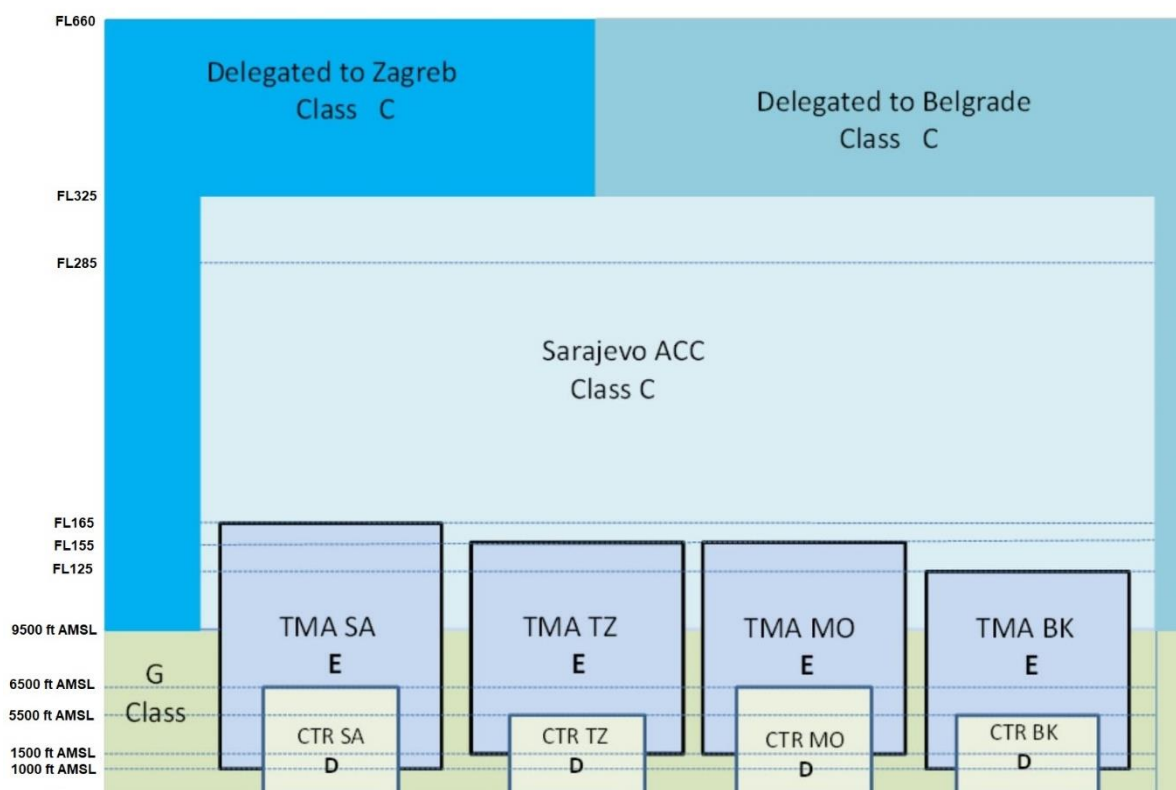
U sklopu Ministarstva komunikacija i prometa Bosne i Hercegovine ustanovljena je Direkcija za civilno zrakoplovstvo Bosne i Hercegovine kao upravni organ nadležan i odgovoran za obavljanje funkcije regulacije i nadzora (NSA), te izdavanje dozvola, potvrda i certifikata u području civilnog zrakoplovstva i kontrole zračnog prometa. Uključeni su i Ministarstvo obrane Bosne i Hercegovine i Ministarstva prometa i komunikacija Federacije Bosne i Hercegovine te Republike Srpske. Ulogu ANSP-a ima Agencija za pružanje usluga u zračnoj plovidbi Bosne i Hercegovine (BHANSA) koja pruža ATS, CNS, AIS i MET, te obavlja stručno školovanje i usavršavanje osoblja za kontrolu zračnog prometa. [28]

Bosna i Hercegovina je član ICAO-a od 1993., ECAC-a od 2001. i EUROCONTROL-a od 2004. godine, a ratificirala je i Sporazum o uspostavi europske zajedničke zrakoplovne oblasti i potpisala radni aranžman sa EASA-om čime je prihvatila obavezu primjene propisa Europske unije u području civilnog zrakoplovstva. Zračni prostor cijele Bosne i Hercegovine spada pod FIR Sarajevo te je podijeljen u 4 ICAO klase, C, D, E i G (prilog 1.). Za pružanje usluga kontrole zračnog prometa iznad FL325 do FL660 delegirani su ACC Zagreb i ACC Beograd. Na slici 21. prikazan je zračni prostor Bosne i Hercegovine i područje odgovornosti spomenutih ACC-ova.



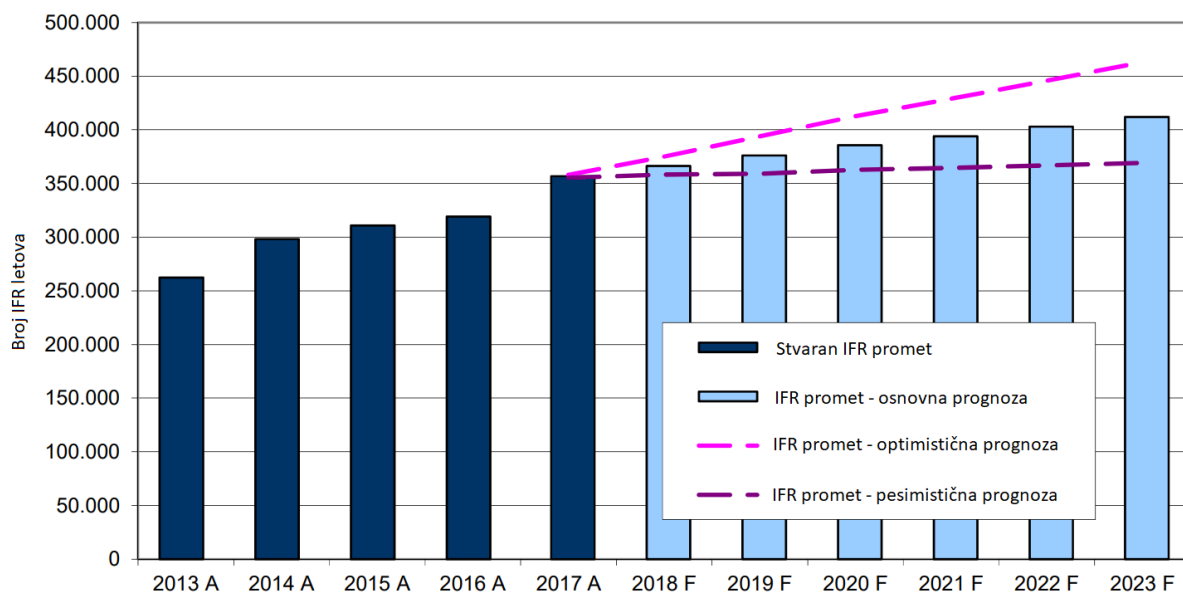
Slika 21. Zračni prostor Bosne i Hercegovine s područjima odgovornosti [29]

ACC Sarajevo pruža uslugu ATS-a do FL325, osim za zapadno područje gdje ima nadležnost do 9500 ft AMSL. Postoje 4 uspostavljena TMA prostora, TMA Banja Luka, Mostar, Sarajevo i Tuzla za svaku od međunarodnih luka Bosne i Hercegovine. Za svaki TMA odgovorna je lokalna APP jedinica koja vrši uslugu prilazne kontrole na spomenute zračne luke od kojih je najveća Međunarodni aerodrom Sarajevo s preko milijun putnika 2017. godine. Na slici 22. prikazana je klasifikacija spomenutih prostora. Klasi C pripada CTA Sarajevo, dok svi CTR-ovi spadaju pod klasu D, a svi TMA-ovi pod klasu E. Klasi G pripada nekontrolirani prostor do 9500 ft AMSL, izuzev CTR-ova i TMA-ova. [29]



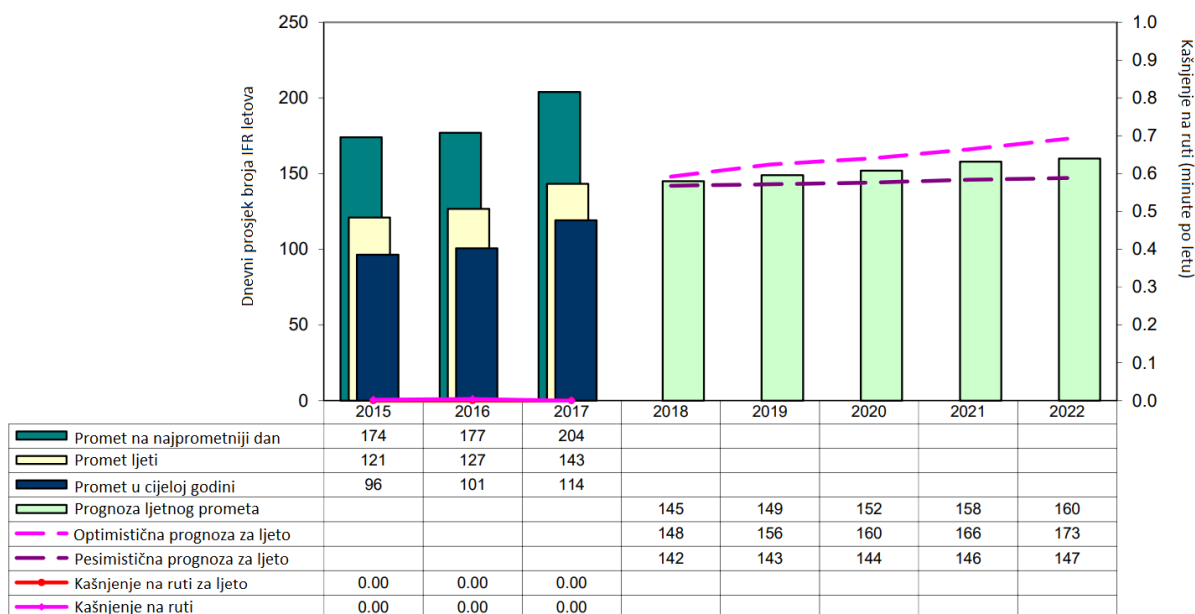
Slika 22. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Bosne i Hercegovine [29]

Godišnji IFR promet kroz Bosnu i Hercegovinu uvelike se povećao 2017. godine i iznosi 360 tisuća IFR operacija, što je 13% više od prethodne godine. Na slici 23. prikazan je godišnji IFR promet Bosne i Hercegovine do 2017. i prognoze prometa do 2023. godine. Prosječna godišnja stopa rasta iznosi 4% do 2023. godine, a za optimističnu prognozu 5,6% što bi značilo da će broj IFR letova doseći pola milijuna. [20]



Slika 23. Godišnji IFR promet Bosne i Hercegovine [30]

Slika 24. prikazuje dnevne prosjeke broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine te kašnjenja na ruti za razdoblje od 2015. do 2022. godine za ACC Sarajevo. Promet ljeti i tijekom cijele godine je u blagom porastu. Razlog malog broja letova je taj što ACC Zagreb i ACC Beograd pružaju usluge zračnog prometa iznad FL325 gdje ima najviše preleta. [21]



Slika 24. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Sarajevo [21]

3.5. Promet i struktura zračnog prostora Srbije i Crne gore

Glavni sudionici upravljanja zračnim prometom u Srbiji i Crnoj gori su Sektor za vazdušni saobraćaj u sklopu Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije, Direktorat za vazdušni saobraćaj u sklopu Ministarstva saobraćaja i pomorstva Crne gore, Direktorat civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije i Agencija za civilno vazduhoplovstvo Crne gore koji imaju ulogu NSA-a, te Kontrola letenja Srbije i Crne Gore (SMATSA) kao zajednički ANSP. SMATSA pruža usluge ATS, AIS, CNS i MET, vrši civilno-vojnu koordinaciju, provodi školovanje kontrolora zračnog prometa i pilota te vrši kalibraciju zemaljskih radionavigacijskih sredstava. [31]

Srbija je članica ICAO-a od 2001., ECAC-a od 2002. i EUROCONTROL-a od 2005. godine, a Crna gora je članica ICAO-a i EUROCONTROL-a od 2007. te ECAC-a od 2008. godine. Obje države su potpisnice Sporazuma o uspostavi europske zajedničke zrakoplovne oblasti čime su obvezne primjenjivati propise Europske unije u području civilnog zrakoplovstva.

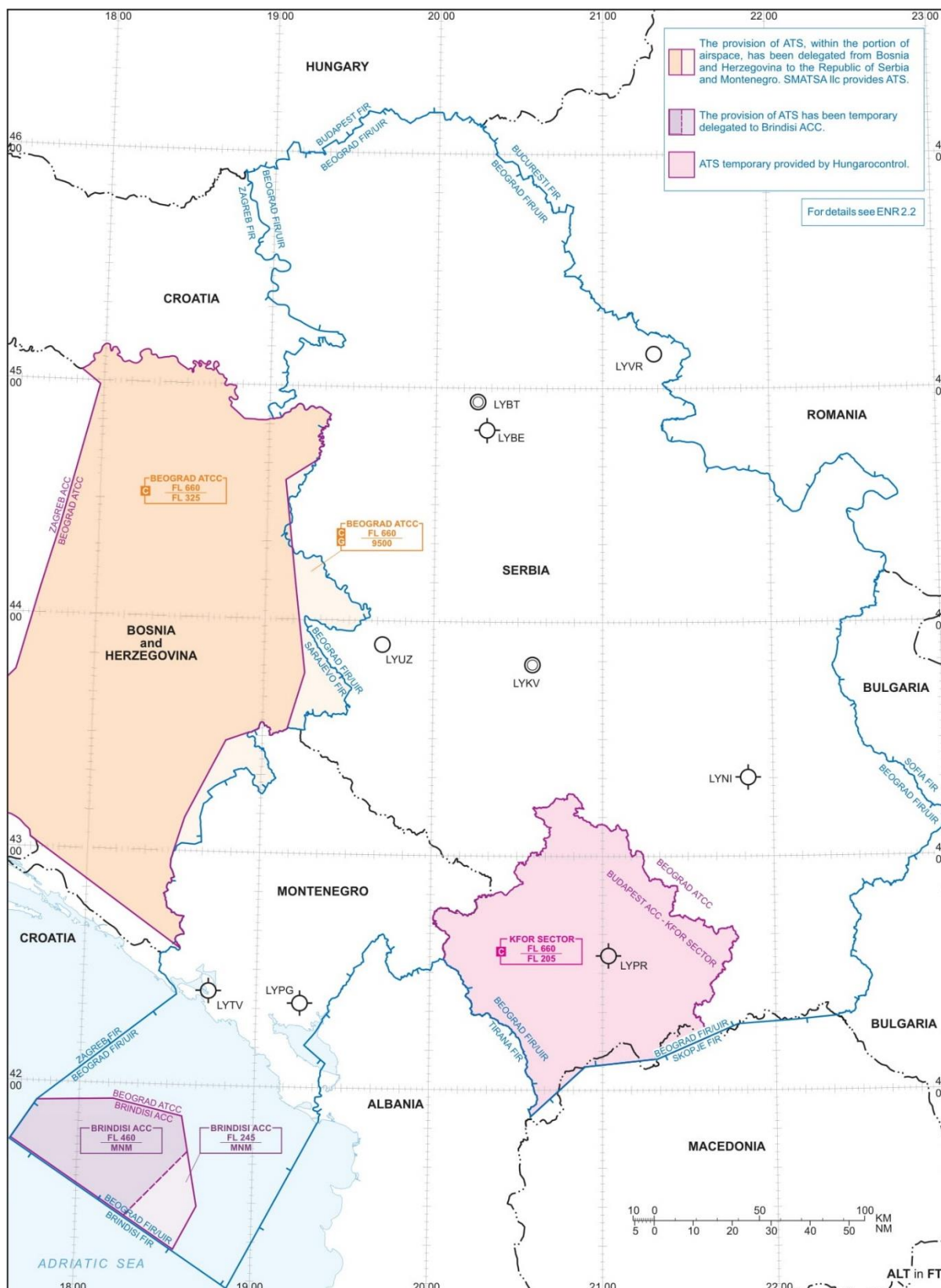
Zračni prostor Srbije i Crne gore spada pod Beograd FIR i podijeljen je u 4 ICAO klase, C, D, E i G (prilog 1.). Na slici 25. prikazan je zračni prostor Srbije i Crne gore zajedno s područjima odgovornosti ACC-a Beograd. Kao što je spomenuto u prethodnom poglavlju, ACC Beograd obavlja kontrolu zračnog prometa nad istočnim dijelom Bosne i Hercegovine, od FL325 do FL660, a na graničnim dijelovima od 9500 ft AMSL do FL325. Na području mora Crne gore dio prostora je privremeno delegiran ACC-u Brindisi, a u sektoru KFOR⁴⁹ od FL205 do FL660 uslugu kontrole zračnog prometa pruža ACC Budapest. [32]

CTA Beograd vertikalno se dijeli na LOWER od 1500 ft AGL⁵⁰ do FL285 i na UPPER od FL285 do FL660. Na području Srbije uspostavljena su 7 TMA prostora, TMA Batajnica, Beograd, Kraljevo, Niš, Priština, Užice i Vršac, a na području Crne gore postoje 2 TMA, Podgorica i Tivat. CTA Beograd i svi TMA-ovi spadaju u klasu C prostora, osim na području Crne gore gdje ispod 10 000 ft AMSL CTA Beograd spada u klasu E. Svi CTR-ovi pripadaju klasi D, a nekontrolirani prostor spada u klasu G do 1500 ft AGL, izuzev CTR-ova. [32]

Najveća zračna luka u Srbiji je Zračna luka Nikola Tesla u Beogradu s više od 5,3 milijuna putnika 2017. godine, a u Crnoj gori Zračna luka Tivat s preko milijun putnika. Ostale međunarodne zračne luke na području Srbije i Crne gore su Niš, Vršac i Podgorica.

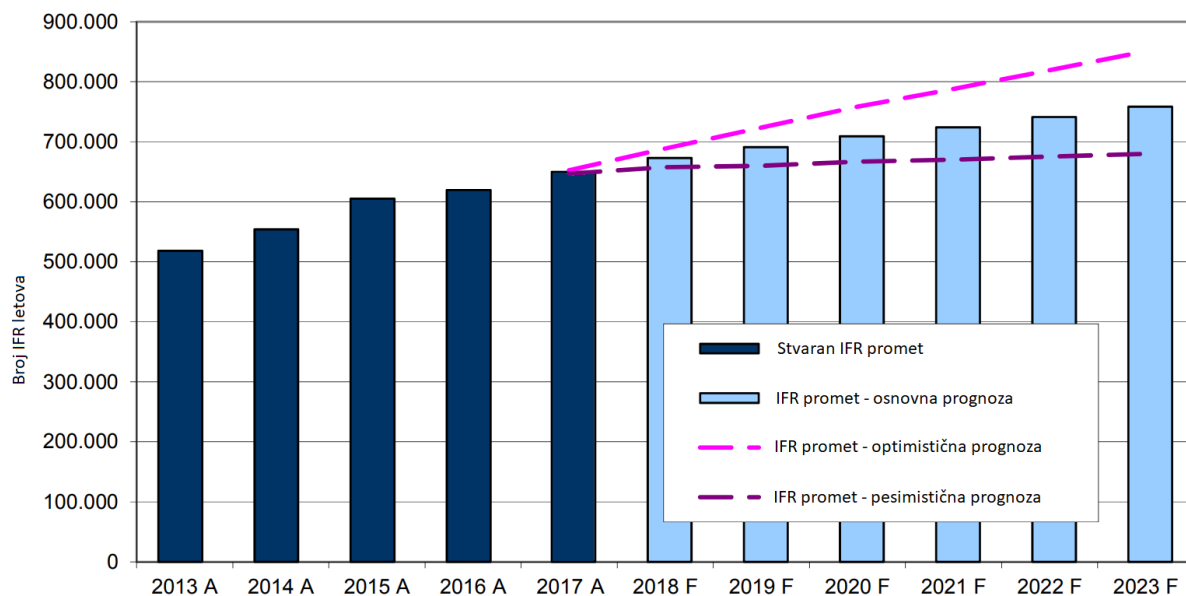
⁴⁹ KFOR - eng. Kosovo Force - hrv. snage na Kosovu

⁵⁰ AGL - eng. Above Ground Level - hrv. iznad razine tla



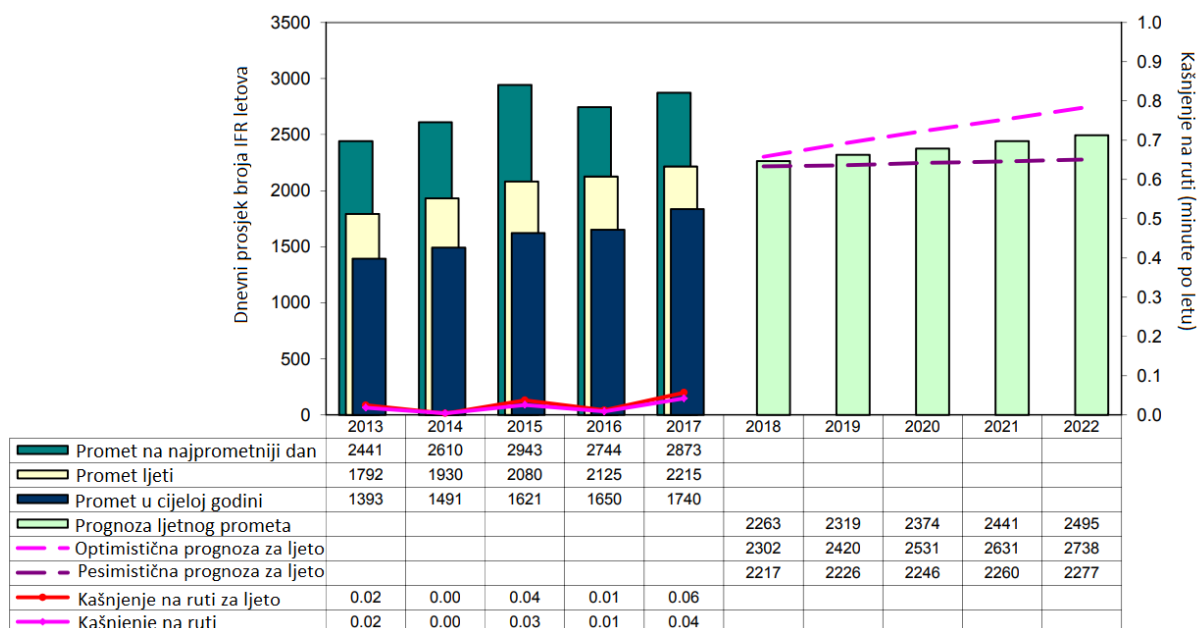
Slika 25. Zračni prostor Srbije i Crne gore [32]

IFR promet se 2017. godine povećao za 5,6% u odnosu na prošlu i iznosi 650 tisuća IFR operacija. Na slici 26. prikazan je godišnji IFR promet od 2013. do 2017. godine i prognoze do 2023. godine. Predviđa se prosječna godišnja stopa rasta od 4,2% do 2023. godine, a u optimističnom scenariju iznosi 5,7% gdje bi se broj IFR letova približio 900 tisuća. [20]



Slika 26. Godišnji IFR promet Srbije i Crne gore [31]

Slika 27. prikazuje dnevne prosjeke broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine te kašnjenja na ruti za razdoblje od 2013. do 2022. godine za ACC Beograd. Vidljivi su porasti od 4 do 5% za promet ljeti i tijekom cijele 2017. godine, a 2022. se očekuje povećanje prometa ljeti za 13%. Prosječno kašnjenje na ruti tijekom ljeta 2017. povećalo se sa 0,01 na 0,06 minuta, a tijekom cijele godine na 0,04 minute. [21]



Slika 27. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Beograd [21]

4. Analiza prometa i strukture zračnog prostora Makedonije, Albanije i Kosova

Zračni prostor slobodnih ruta implementiran je na području Makedonije i Albanije, no ne postoji prekogranična suradnja niti s jednim susjednim prostorom slobodnih ruta. Koncept FRA na području Kosova nije još osmišljen, a s obzirom na geografski položaj Kosova prikazan na slici 28., zajednički prostor slobodnih ruta uvelike bi pojednostavnio prometnu situaciju jer bi operatorima zrakoplova bio omogućen odabir najkraćih ruta u jugoistočnoj Europi.



Slika 28. Položaj Kosova u jugoistočnoj Europi [33]

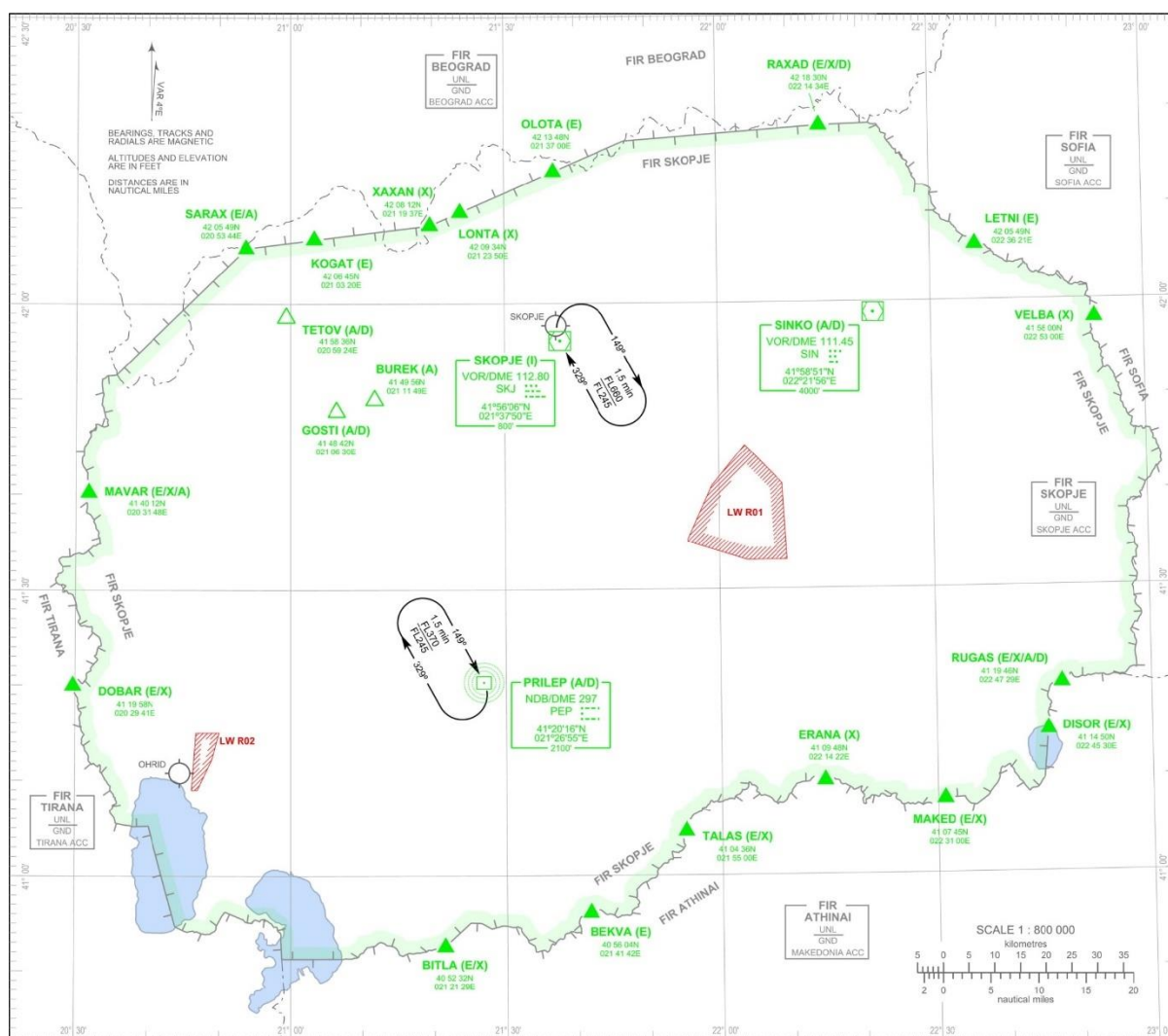
Sve tri države sudjeluju u ISIS⁵¹ programu od 2008. godine, inicijativi Europske komisije koja nadopunjuje Sporazum o uspostavi europske zajedničke zrakoplovne oblasti. ISIS program pomaže državama ostvariti europske standarde u području upravljanja zračnim prometom kako bi se postigli ciljevi SES legislative. Regionalna integracija nacionalnih zračnih mreža i usluga u zračnom prometu poboljšat će suradnju između ovih država i pomoći im ostvariti visoke europske standarde sigurnosti. [34]

Također je potpisan i Memorandum razumijevanja između Albanije, Makedonije i Kosova 2011. godine. Ovaj sporazum omogućava dijeljenje resursa i znanja u području usluga u zračnoj plovidbi i daje smjernice državnim NSA-ovima za postupke i provođenje nadzora sigurnosti u zrakoplovstvu.

⁵¹ ISIS - eng. Implementation of Single European Sky in South East Europe - hrv. implementacija Jedinstvenog europskog neba na području jugoistočne Europe

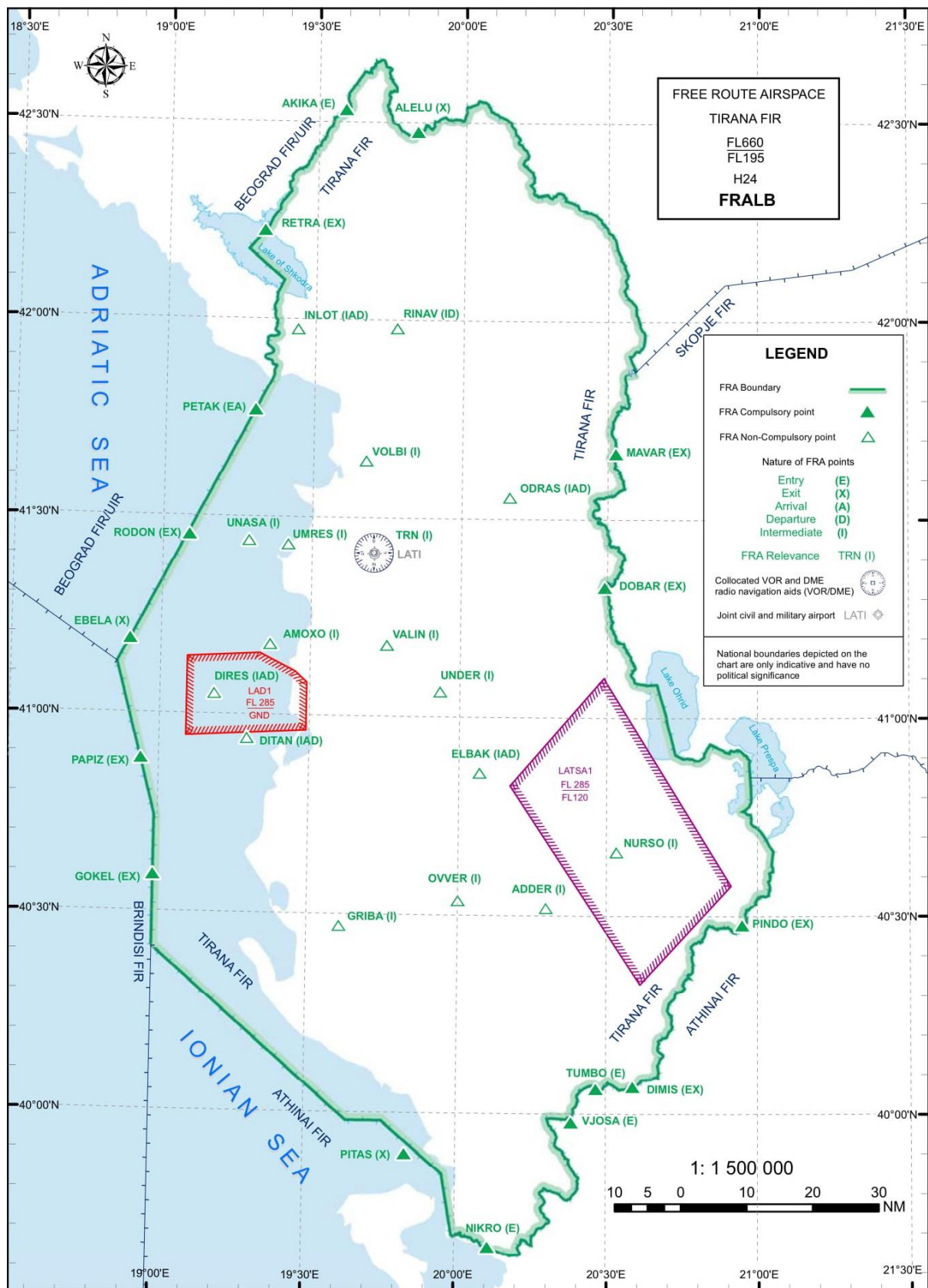
Uz potporu Srbije i Bosne i Hercegovine predstavnici agencija za civilno zrakoplovstvo Makedonije, Albanije i Kosova potpisali su Pismo namjere za Inicijativu za područje pružanja zajedničkih usluga 2013. godine. JSPAI⁵² Cilj je stvoriti proaktivan odnos između pružatelja usluga zračne plovidbe i regulatornih tijela navedenih država te promovirati partnerstva kako bi se ostvarili glavni ciljevi SES-a, a to su smanjenje fragmentacije zračnog prostora u regiji i poboljšanje ATM sustava uz smanjenje troškova i utjecaja na okoliš. U tijeku je i priprema projekta za stvaranje prekograničnog zračnog prostora slobodnih ruta. [35]

Na slikama 29. i 30. prikazani su FRA prostori Makedonije (M-FRA) i Albanije (FRALB). Makedonija je implementirala FRA u lipnju 2016. godine od FL245 do FL660, a Albanija u travnju 2017. godine od FL195 do FL660. M-FRA je FRA s međutočkama i nije vremenski ograničen, a FRALB je potpuni FRA koji je do prosinca 2017. bio aktivan samo noću nakon čega su ukinuta vremenska ograničenja.



Slika 29. Karta M-FRA prostora [36]

⁵² JSPAI - eng. Joint Service Provision Area Initiative - hrv. Inicijativa za područje pružanja zajedničkih usluga

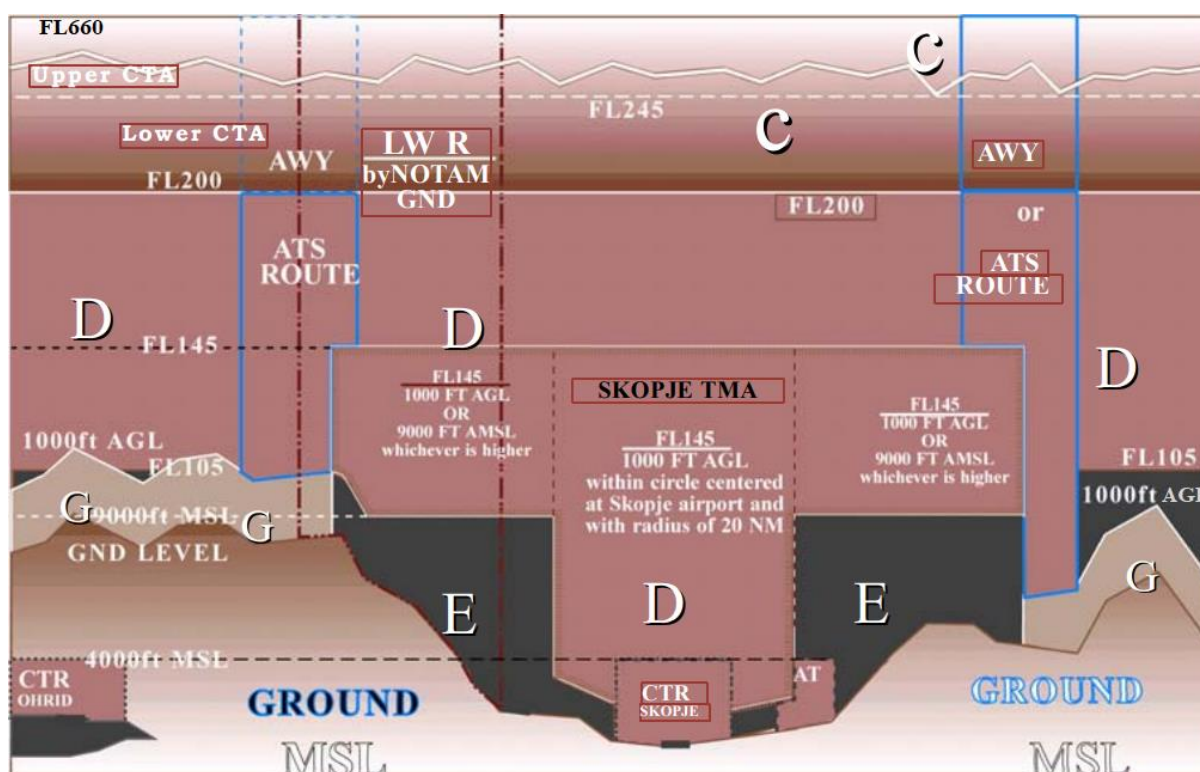


Slika 30. Karta FRALB prostora [37]

4.1. Promet i struktura zračnog prostora Makedonije

Glavni sudionici u provedbi ATM-a u Makedoniji su Agencija za civilno zrakoplovstvo Republike Sjeverne Makedonije kao regulatorno tijelo i NSA, te Ministarstvo transporta i komunikacija i Ministarstvo obrane Republike Sjeverne Makedonije. Nacionalni pružatelj usluga u zračnoj plovidbi je M-NAV (Macedonian Air Navigation Service Provider) koji osim usluga ATS, AIS, CNS i MET provodi i zadnju fazu osposobljavanja kontrolora zračnog prometa, osposobljavanje za lokaciju. [38]

Makedonija je članica ICAO-a od 1993., ECAC-a od 1997. i EUROCONTROL-a od 1998. godine, a ratificirala je i Sporazum o uspostavi europske zajedničke zrakoplovne oblasti te primjenjuje propise Europske unije u području civilnog zrakoplovstva. Zračni prostor Makedonije spada pod FIR Skopje i podijeljen je u 4 ICAO klase, C, D, E i G (prilog 1.). Na slici 29. prikazan je zračni prostor Makedonije, a na slici 31. njegova klasifikacija.



Slika 31 Vertikalni profil klasa zračnog prostora Makedonije [39]

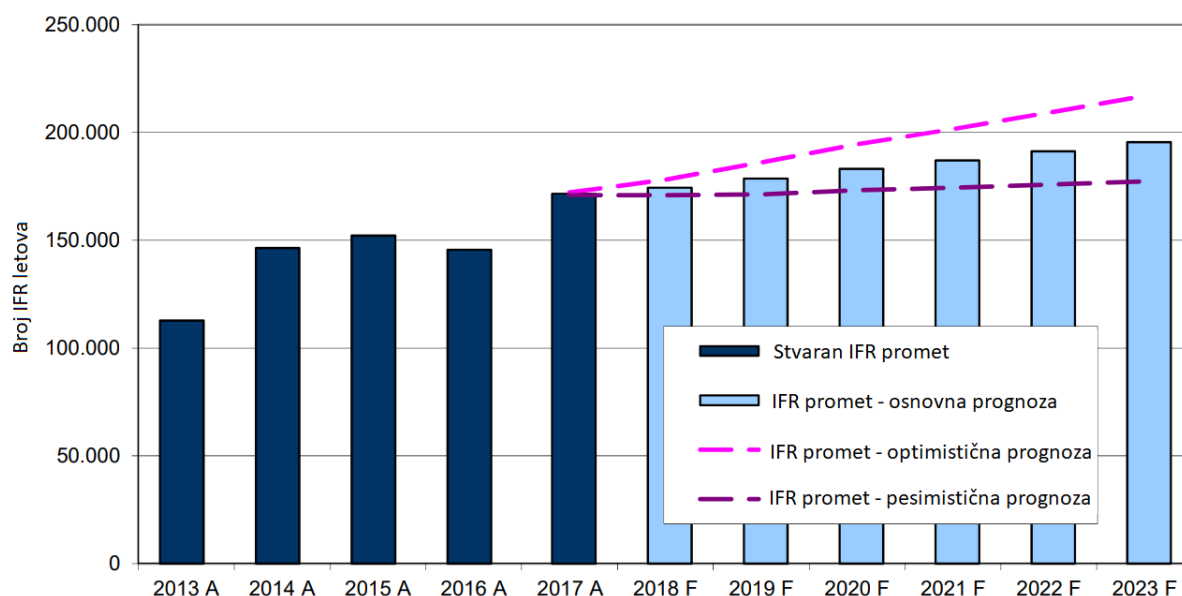
CTA Skopje od FL200 do FL660 spada u klasu C, a od FL105 do FL200 u klasu D kojoj još pripadaju TMA Skopje, CTR Skopje i Ohrid te sve ATS rute. U klasi E je CTA Skopje od 1000 ft AGL do FL105 i TMA Skopje od GND do 9000 ft AMSL izvan kruga aerodroma radijusa 20 NM. Klasi G pripada nekontrolirani prostor od GND do 1000 ft AGL, izuzev TMA Skopje i CTR-ova Skopje i Ohrid.[36]

CTA Skopje podijeljen je visinski na 4 sektora:

- LOWER 1000 ft AGL – FL245
- HIGH FL245 – FL365
- UPPER FL365 – FL385
- TOP FL385 – FL660

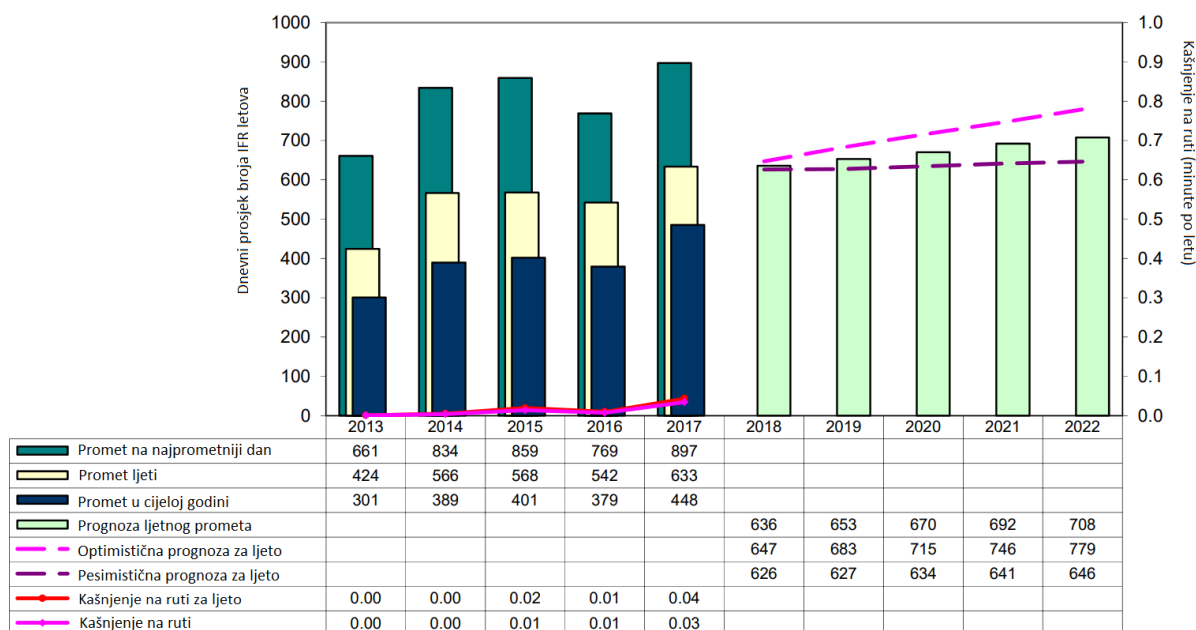
Cjelokupni zračni prostor Makedonije spada pod područje odgovornosti ACC Skopje te ne postoji niti jedna delegacija od strane drugih država ni u jednom smjeru. Uslugu prilazne kontrole u TMA Skopje pruža APP Skopje. Zračna luka Skopje najveća je u Makedoniji sa više od 2 milijuna putnika u 2017. godini, a druga međunarodna zračna luka je Ohrid. [39]

Na slici 32. prikazan je godišnji IFR promet Makedonije do 2017. s prognozama do 2023. godine. Nakon pada od 4% u 2016. godini, IFR promet se 2017. povećao za 13% te se predviđa prosječni godišnji rast od 5% do 2023. godine. Očekuje se da će broj IFR operacija te godine. premašiti 200 tisuća, a u optimističnom scenariju to bi se moglo dogoditi već i 2020. [20]



Slika 32. Godišnji IFR promet Makedonije [39]

Slika 33. prikazuje dnevne prosjeke broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine te kašnjenja na ruti za razdoblje od 2013. do 2022. godine za ACC Skopje. Promet ljeti i tijekom cijele 2017. godine povećao se za 17% i 18%, a povećanje prometa ljeti 2022. godine moglo bi iznositi 12%. Prosječno kašnjenje na ruti tijekom ljeta 2017. iznosi 0,04 minute, a tijekom cijele godine 0,03 minute. [21]



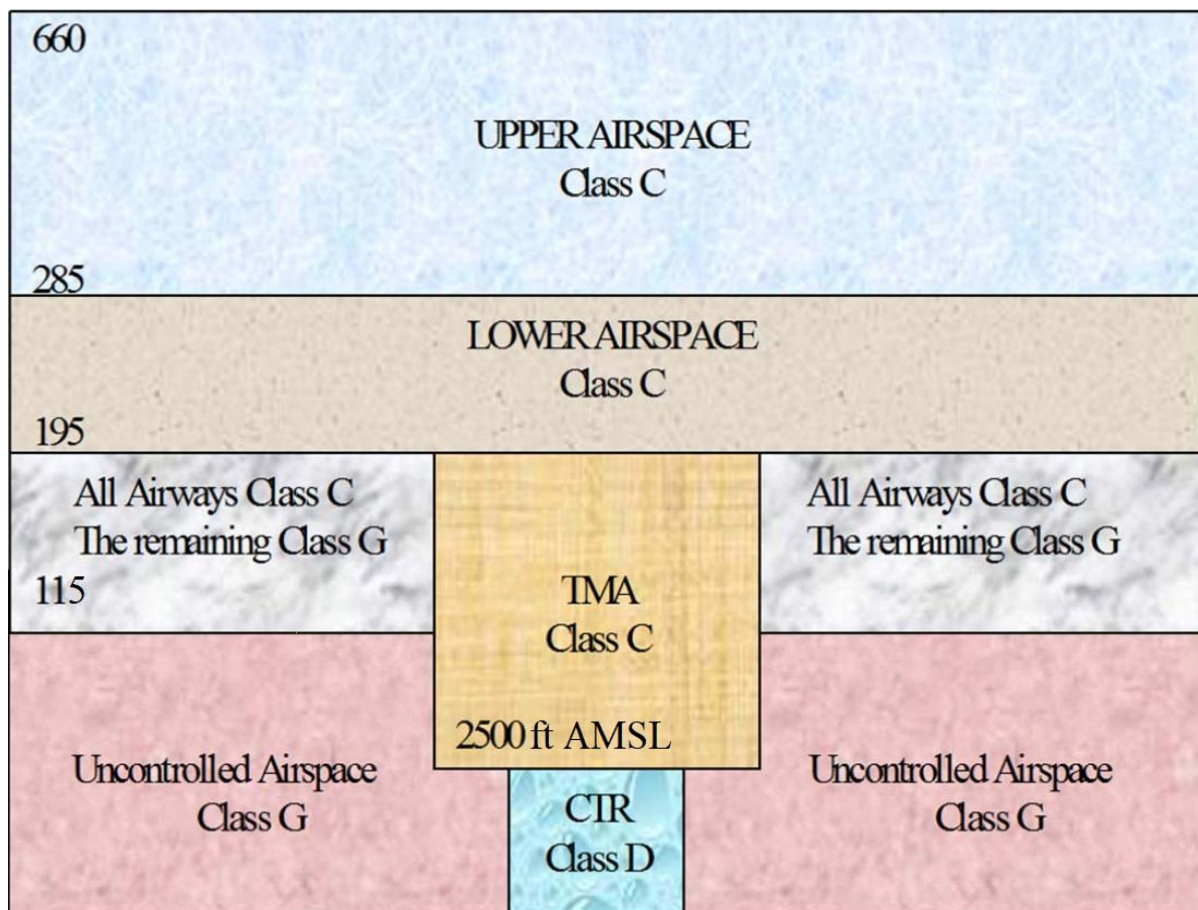
Slika 33 Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Skopje [21]

4.2. Promet i struktura zračnog prostora Albanije

U sklopu Ministarstva infrastrukture i energetike Republike Albanije osnovana je Agencija za civilno zrakoplovstvo Albanije koja ima regulatornu ulogu u ATM-u i ulogu NSA-a. U sklopu Ministarstva djeluje i Nacionalno istražno tijelo za nesreće i incidente u civilnom zrakoplovstvu Albanije. Nacionalni ANSP je Albcontrol zadužen za pružanje ATS, AIS, CNS i MET usluga, a vrši i osposobljavanje na radnom mjestu kao zadnju fazu osposobljavanja kontrolora zračnog prometa. U civilno zrakoplovstvo Albanije uključeni su i Ministarstvo financija i ekonomije te Ministarstvo obrane (Albansko ratno zrakoplovstvo). [40]

Albanija je članica ECAC-a od 1988., ICAO-a od 1990. i EUROCONTROL-a od 2002. godine, a potpisnica je Sporazuma o uspostavi europske zajedničke zrakoplovne oblasti čime primjenjuje propise Europske unije u području civilnog zrakoplovstva.

Cjelokupni zračni prostor Albanije spada pod FIR Tirana i podijeljen je u 3 ICAO klase, C, D i G (prilog 1.). Na slici 30. prikazan je zračni prostor Albanije, a slika 34. prikazuje vertikalni profil klasifikacije. FIR Tirana podijeljen je vertikalno na LOWER i UPPER, a njihova granica je FL285. U klasu C pripada CTA Tirana od FL115 do FL660, osim prostora koji nisu ATS rute od FL115 do FL195 (taj prostor pripada klasi G). Pod klasu C ulazi još i TMA Tirana, a CTR Tirana spada u klasu D. Nekontrolirani prostor od GND do FL115 pripada klasi G, izuzev TMA i CTR Tirane. ACC Tirana pruža uslugu oblasne kontrole nad cijelim CTA Tirana, a APP Tirana pruža uslugu prilaza u TMA Tirana. Nema delegacije od strane drugih država za kontrolu graničnog zračnog prostora. [37]

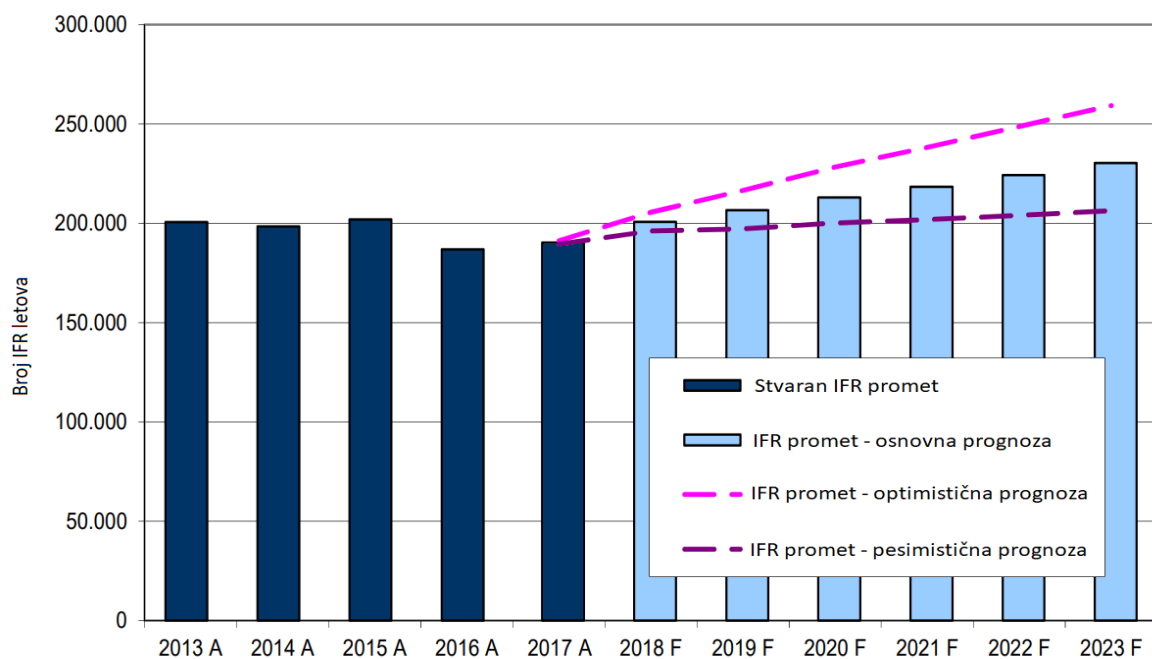


Slika 34. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Albanije [41]

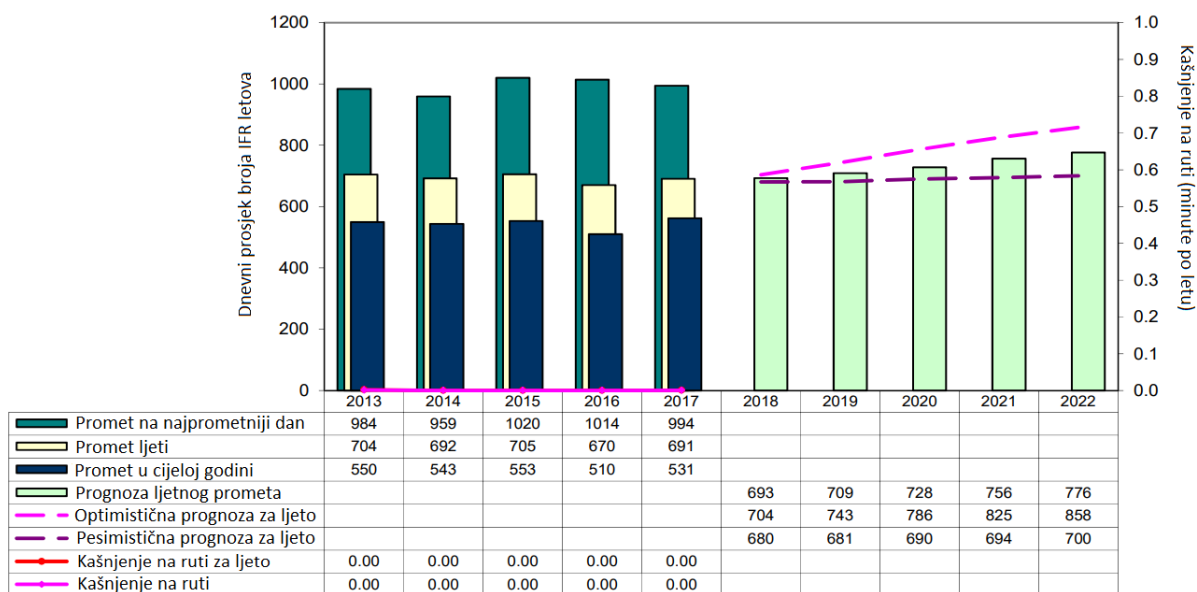
Najveća zračna luka u Albaniji je Zračna luka Majke Terezije u Tirani s više od 2,6 milijuna putnika u 2017. godini, a Zračna luka Kukës postala je druga međunarodna luka 2016. godine.

Nakon značajnog pada od čak 7,5% u 2016. godini, IFR promet Albanije počinje se povećavati. Već iduće godine dogodio se porast od 4% koliko iznosi i prosječna godišnja stopa rasta do 2023. godine kada bi broj IFR operacija mogao doseći 250 tisuća. Pesimistična prognoza predviđa da će taj broj ostati blizu 200 tisuća, a optimistična da će se dostignuti 250 tisuća operacija već 2021. godine. Slika 35. prikazuje navedene statistike prometa do 2017. i prognoze do 2023. godine. [20]

Na slici 36. prikazani su dnevni prosjeci broja letova za najprometnije dane u godini, promet ljeti i promet tijekom cijele godine te kašnjenja na ruti za razdoblje od 2013. do 2022. godine za ACC Tirana. Promet ljeti 2017. godine povećao se za 3%, a promet tijekom cijele godine za 4%. Predviđa se povećanje prometa ljeti 2020. godine koje iznosi 12%. [21]



Slika 35. Godišnji IFR promet Albanije [41]

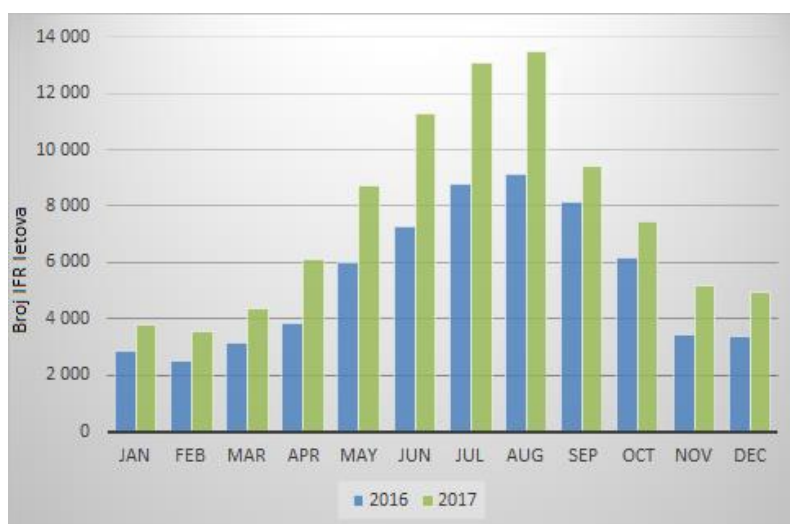


Slika 36. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Tirana [21]

4.3. Promet i struktura zračnog prostora Kosova

Upravljanje zračnim prometom na Kosovu izvodi se u skladu s ICAO-ovim zahtjevima (Međunarodni standardi i preporučene prakse) i zahtjevima Europske komisije (Sporazum o uspostavi europske zajedničke zrakoplovne oblasti). Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Kosovo ima regulatornu vlast, a surađuje i sa Ministarstvom prometa, pošte i telekomunikacija te Zrakoplovnom komisijom za nesreće i istrage incidenata. Agencija za civilno zrakoplovstvo Republike Kosovo provodi sigurnosni nadzor ANSP-ova koji pružaju usluge zračne plovidbe na području Kosova. Trenutno su to mađarski HungaroControl koji od travnja 2004. godine pruža usluge kontrole zračnog prometa od FL205 do FL660, te Agencija za usluge u zračnoj plovidbi Kosovo koja je odgovorna za zračni prostor ispod FL205. [42]

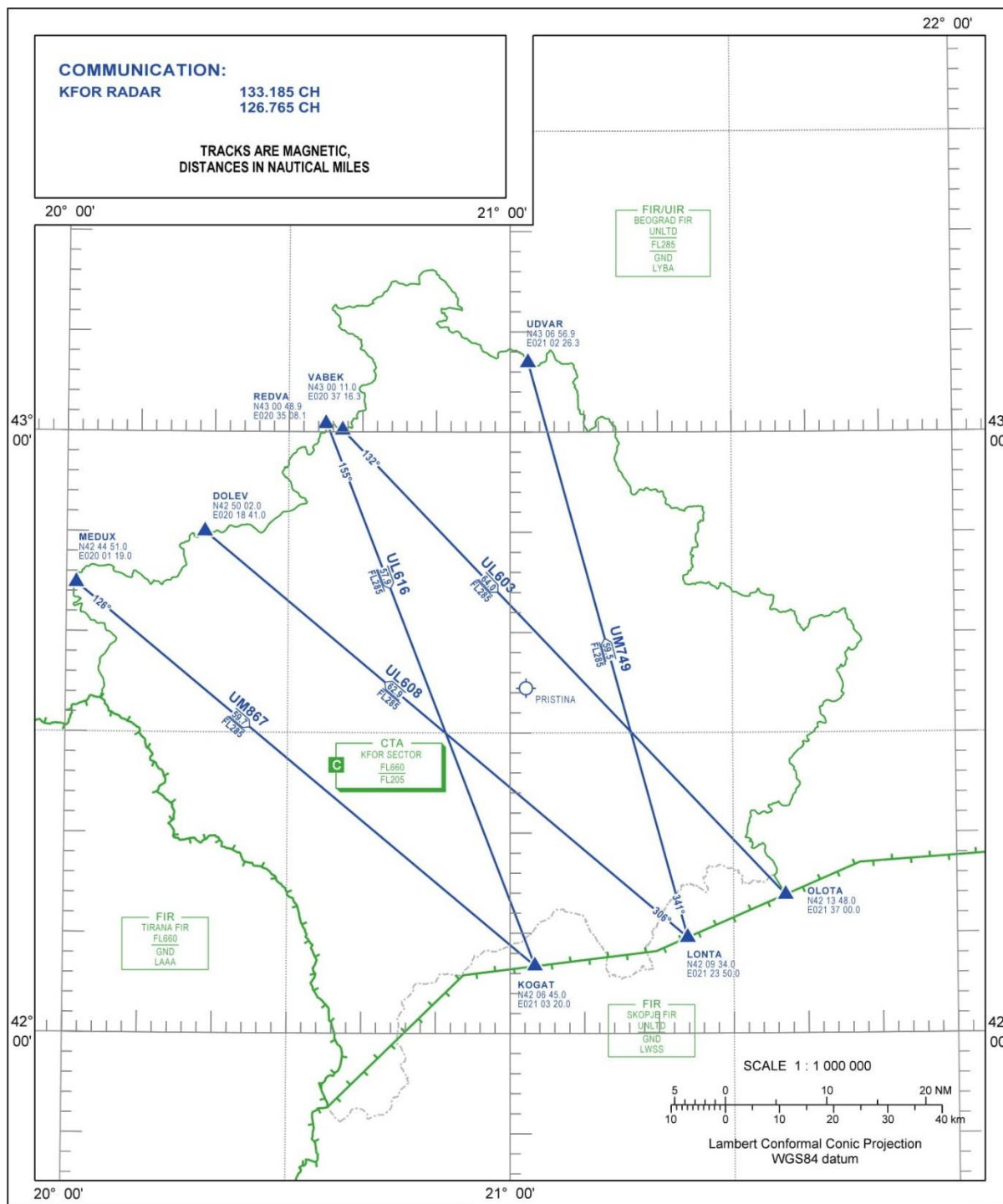
Zračna luka Priština jedina je međunarodna zračna luka na Kosovu s gotovo 2 milijuna putnika u 2017. godini, 8% više nego u prethodnoj. Broj IFR letova u KFOR sektoru povećao se za gotovo 50% u 2017. u odnosu na 2016. godinu, a predviđa se daljnji rast IFR operacija. Na slici 37. prikazana je statistika IFR prometa za 2016. i 2017. godinu u KFOR sektoru. [43]



Slika 37. Godišnji IFR promet za KFOR sektor [43]

Zračni prostor Kosova spada pod FIR Priština od GND do FL205 i dijeli se u dvije ICAO klase, D i G (prilog 1.). Iznad FL205 do FL660 uspostavljen je KFOR sektor klase C koji lateralno odgovara granicama FIR-a Prištine. CTA Priština vertikalno se dijeli na 2 sektora, a njihova granica je 9500 ft AMSL. Donji sektor se lateralno dijeli na još 4 sektora, a cijeli CTA Priština je klase D u koju još spada i CTR Priština. Ispod CTA zračni prostor je nekontroliran i pripada klasi G, izuzev CTR Prištine. [44]

ACC Budapest zadužen je za pružanje kontrole zračnog prometa u KFOR sektoru, a jedinica prilazne kontrole APP Priština pruža kontrolu u CTA Prištini. Na slici 38. prikazan je zračni prostor Kosova pod nadležnošću mađarskog ANSP-a HungaroControl (KFOR sektor).



Slika 38. Zračni prostor Kosova (KFOR sektor) [45]

5. Simulacija spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo koristeći program NEST u zajednički prostor slobodnih ruta

Za provođenje simulacije stvaranja zajedničkog prostora slobodnih ruta koristi se NEST⁵³, programski alat za modeliranje kojeg je razvio EUROCONTROL. Cilj je pokazati utjecaj na prometne tokove nakon stvaranja zajedničkog FRA prostora na području SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova te kako će se to odraziti na prometne pokazatelje i pokazatelje učinkovitosti sustava upravljanja zračnim prometom u smislu prijeđene miljaže, potrošnje goriva i emisije štetnih plinova. Uspoređivat će se stvaran promet sa prometom u novodefiniranom prostoru za najprometniji dan ljeta 2018. godine.

5.1. Općenito o NEST-u

Spajanjem SAAM⁵⁴ simulacijskog sustava za operacijsko planiranje i analizu prometnih tokova, mreže ruta i zračnog prostora sa NEVAC⁵⁵ alatom za planiranje i analizu kapaciteta nastao je NEST. Glavne funkcije NEST alata su:

- dizajn i razvoj zračnog prostora
- planiranje kapaciteta
- provođenje post-operativnih analiza
- organiziranje prometnih tokova u strateškoj fazi
- priprema scenarija za *fast-time* i *real-time* simulacije
- specifični studiji na lokalnoj i mrežnoj razini

Izvori podataka za NEST su podaci o mreži i strukturi zračnog prostora iz Centralne baze podataka o zračnom prostoru i kapacitetu, STATFOR-ove prognoze zračnog prometa te sav promet i regulacije prometa za određeni AIRAC ciklus. Ulazna datoteka ekstenzije *.nest* sadrži spomenute skupove podataka za jedan AIRAC ciklus koji traje 28 dana. Nakon odabira željene *.nest* datoteke moguće je vršiti modifikacije zračnog prostora i mreže te provesti simulacije prometa. Ove izmjene spremaju se u datoteku ekstenzije *.scn* koja predstavlja novi scenarij gdje je došlo do izmjene izvornih podataka po želji korisnika. Podaci o mreži, prostoru i prometu mogu se izvesti ili uvesti u odgovarajućim formatima kako bi se koristili s drugim scenarijima ili daljnje analizirali. [46]

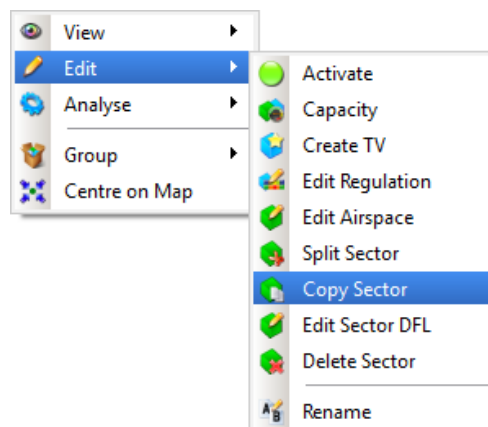
⁵³ NEST - eng. NETwork Strategic Tool - hrv. alat za strateško planiranje mreže

⁵⁴ SAAM - eng. System for traffic Assignment and Analysis at a Macroscopic level - hrv. sustav dodjele i analize prometa na makroskopskoj razini

⁵⁵ NEVAC - eng. Network Estimation and Visualisation of ACC Capacity - hrv. alat za procjenu i vizualizaciju mreže i kapaciteta zračnog prostora

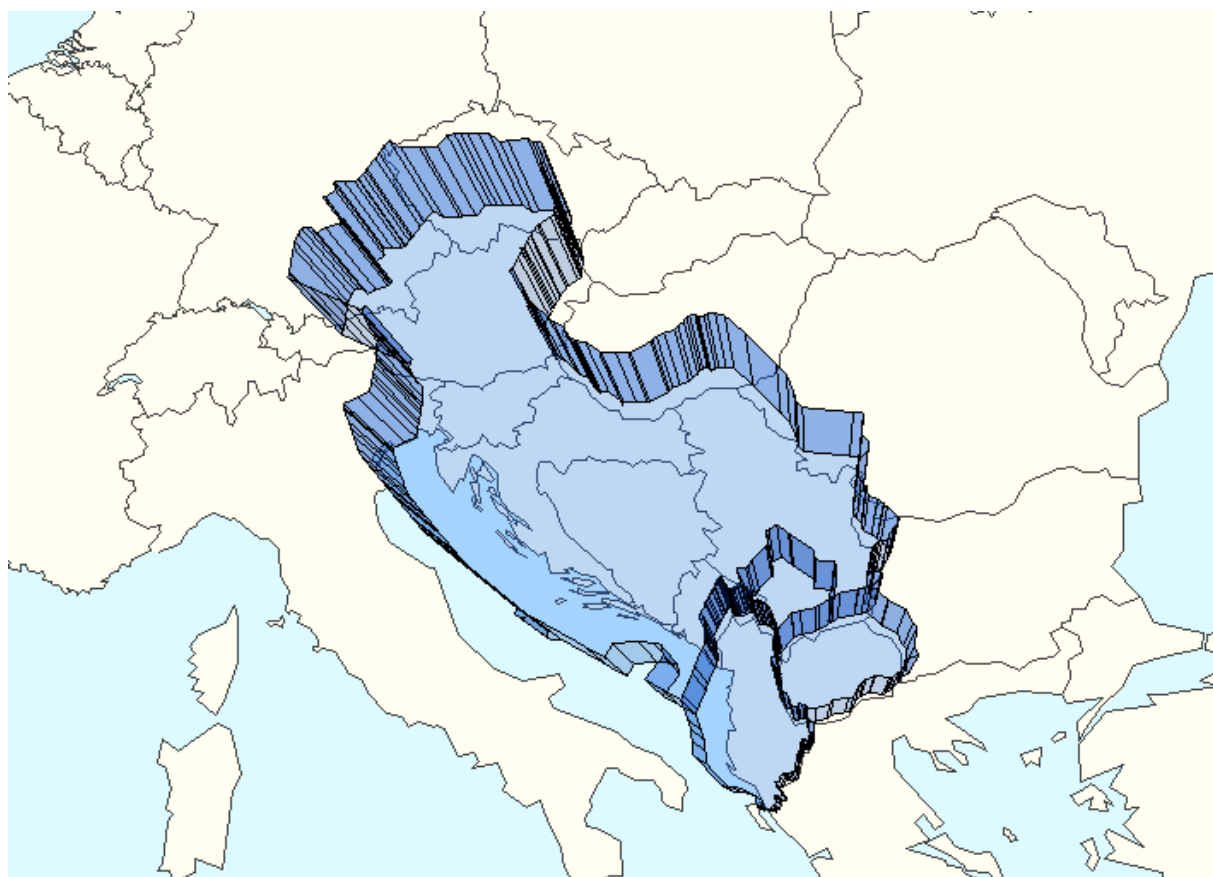
5.2. Kreiranje zajedničkog prostora SECSIMAK

Kako bi se provela simulacija prometa potrebno je prvo kreirati zajednički prostor na području SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova. Za kreiranje novog zračnog prostora potrebno je kopirati postojeće sastavnice zračnog prostora, te ih spojiti u cjelinu. Kopiranje se izvodi opcijom *Copy Sector* prikazanoj na slici 39. u izborniku *Edit*.



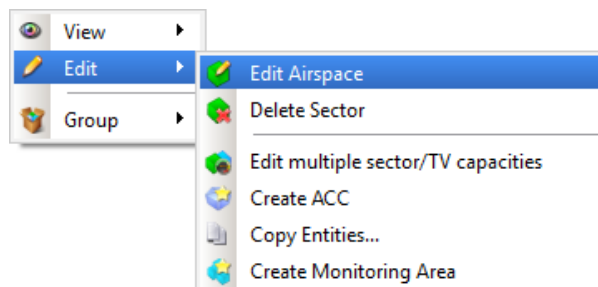
Slika 39. Kopiranje postojećih sektora [47]

Sastavnice SECSI (SECSI FRA), LWSSFIR (FIR Makedonije), LAAAFIR (FIR Albanije) i LHKRKFOR (KFOR sektor pod nadležnošću Mađarske) prikazane su na slici 40.



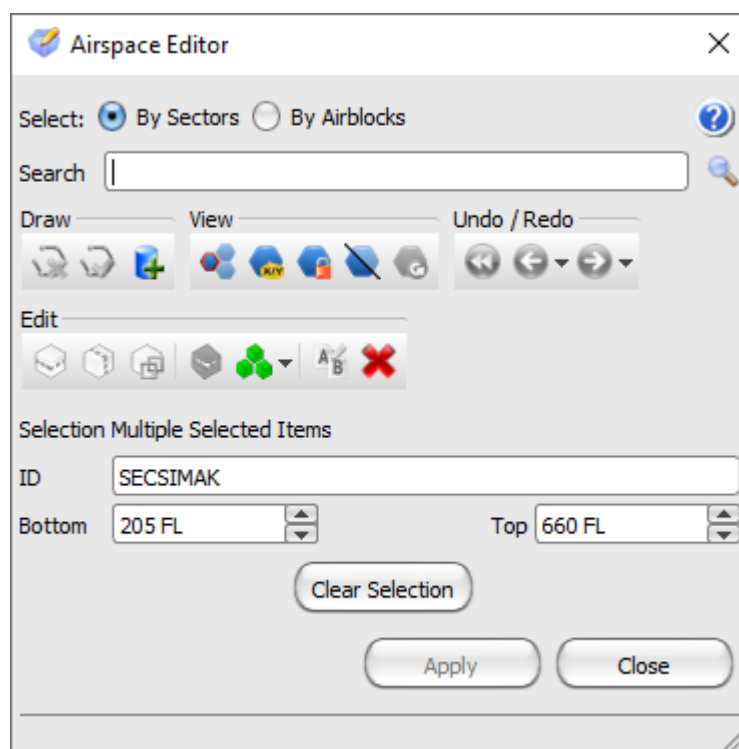
Slika 40. Sastavnice zajedničkog prostora slobodnih ruta [47]

Da bi spojili navedene sektore zračnog prostora potrebno ih je grupirati u jedan sektor te potom spojiti, za što se koristi alat *Airspace Editor*. Grupiranje se vrši opcijom *Group In Sector*, a spajanje opcijom *Merge*. Najprije odaberemo sektore koje spajamo i u izborniku *Edit* odaberemo opciju *Edit Airspace* prikazanu na slici 41.



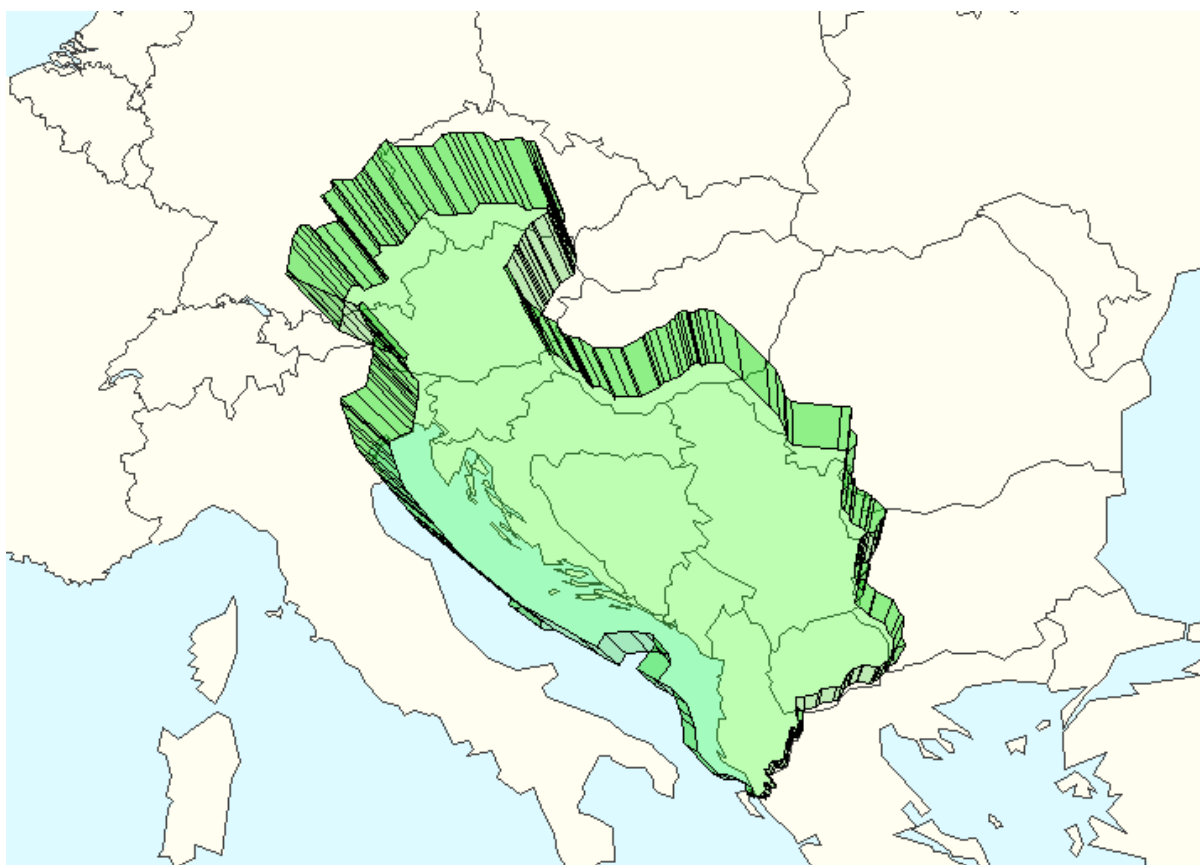
Slika 41. Uređivanje odabranih sektora [47]

Prozor alata *Airspace Editor* prikazan je na slici 42. Uvjeti spajanja sektora su da im se lateralne granice dodiruju i da su im vertikalne granice jednake. Nakon grupiranja i spajanja sektora odaberemo proizvoljno ime, u ovom slučaju SECSIMAK, te odaberemo vertikalne granice sektora. Za novi sektor SECSIMAK odabrane su vertikalne granice od FL205 do FL660 jer su to zadane vertikalne granice prostora SECSI FRA.



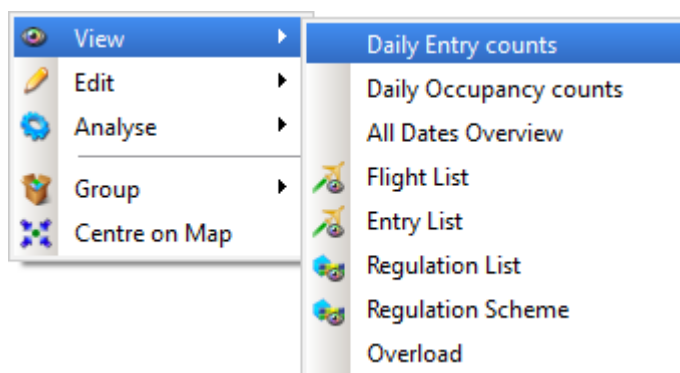
Slika 42. Spajanje odabranih sektora [47]

Novonastali sektor predstavlja zajednički prostor slobodnih ruta u kojem će se izvršavati simulacije prometa. Na slici 43. prikazan je sektor SECSIMAK nastao integracijom prostora SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova.



Slika 43. Zajednički prostor SECSIMAK [47]

Za prostor SECSIMAK možemo vidjeti ukupan dnevni promet po AIRAC datumima pomoću opcije *Daily Entry counts* prikazane na slici 44. u izborniku View.

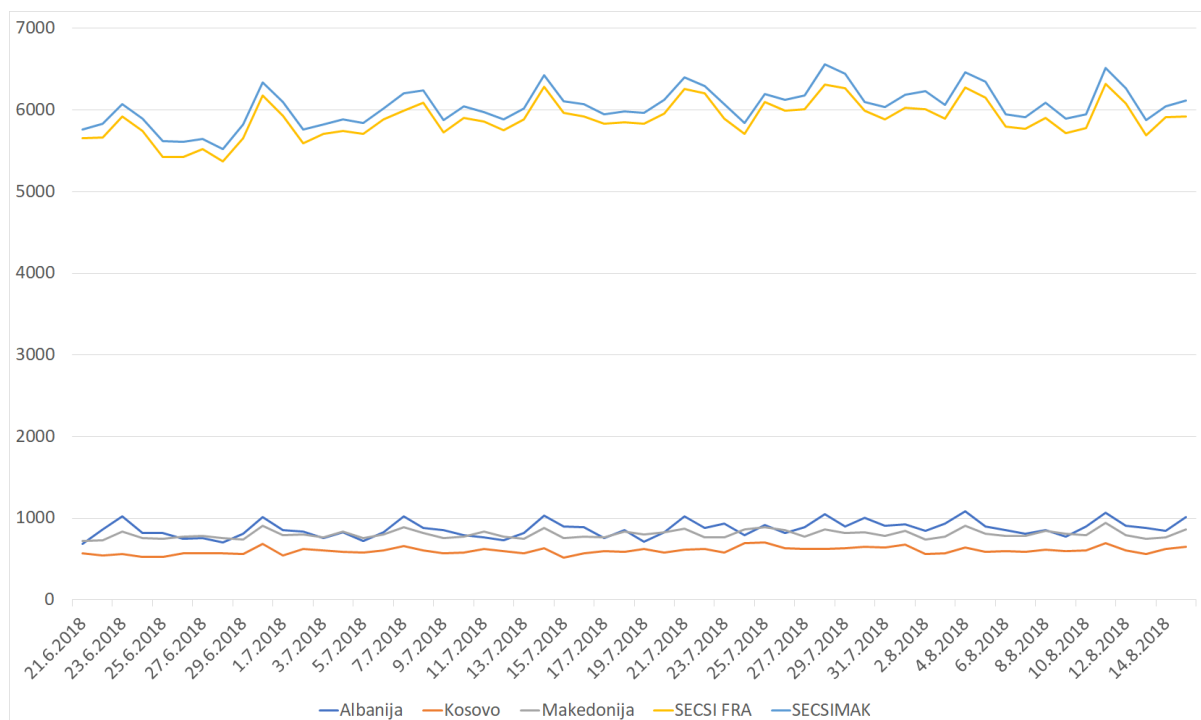


Slika 44. Određivanje ukupnog dnevnog prometa [47]

Relevantno razdoblje gdje je promet kroz godinu najveći obuhvaća 2 AIRAC ciklusa:

- AIRAC 1807 od 21. lipnja 2018. do 18. srpnja 2018.
- AIRAC 1808 od 19. srpnja 2018. do 15. kolovoza 2018.

Na slici 44. prikazan je promet za navedena razdoblja kroz SECSIMAK, SECSI FRA, Makedoniju, Albaniju i Kosovo. Najprometniji dan za SECSIMAK prostor je 28. srpnja 2018. kada je zabilježeno 6562 leta pa će se u simulacijama koristiti upravo taj AIRAC datum.



Slika 45. Broj dnevnih letova za SECSIMAK područje [47]

5.3. Simulacija putanja prije uvođenja zajedničkog prostora slobodnih ruta

Prvo se provodi simulacija prometnih tokova za sadašnje stanje, odnosno stvarni promet bez implementacije zajedničkog prostora slobodnih ruta. Kako bi se iz simulacije izuzeli letovi kroz cijelu Europu na koje implementacija novog prostora nema utjecaj, kreira se referenti prometni tok odabirom opcije *Create Custom Traffic Flow*. Postupak stvaranja prikazan je na slici 46. Za sektor odaberemo SECSIMAK, a za tip *Crossing* koji predstavlja sav relevantni promet za simulaciju. Referentni prometni tok nazvat ćemo proizvoljno SECSIMAK.

Custom Traffic Flow Editor

Custom Traffic Flow creation

Custom Traffic Flow

ID:

Description:

Traffic Flow Filter

Entity Type: ✿ Sector

Sector	Name
✿ SECSIMAK	

Selection: ☐ NOT Crossing

☐ Inside Period From: To:

Filter description	Entity Filter
--------------------	---------------

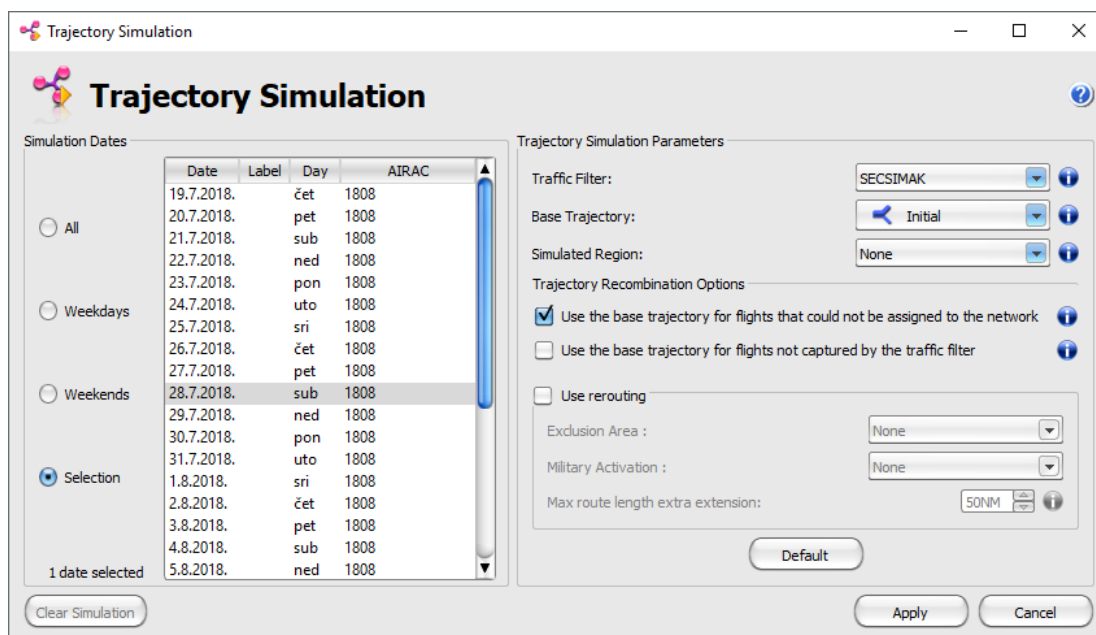
Operator: ☒ AND ☐ OR

Custom Traffic Flow List

Traffic Flow/Filter	Description/Entity Filter
✿ SECSIMAK	
✿ Crossing	✿ SECSIMAK

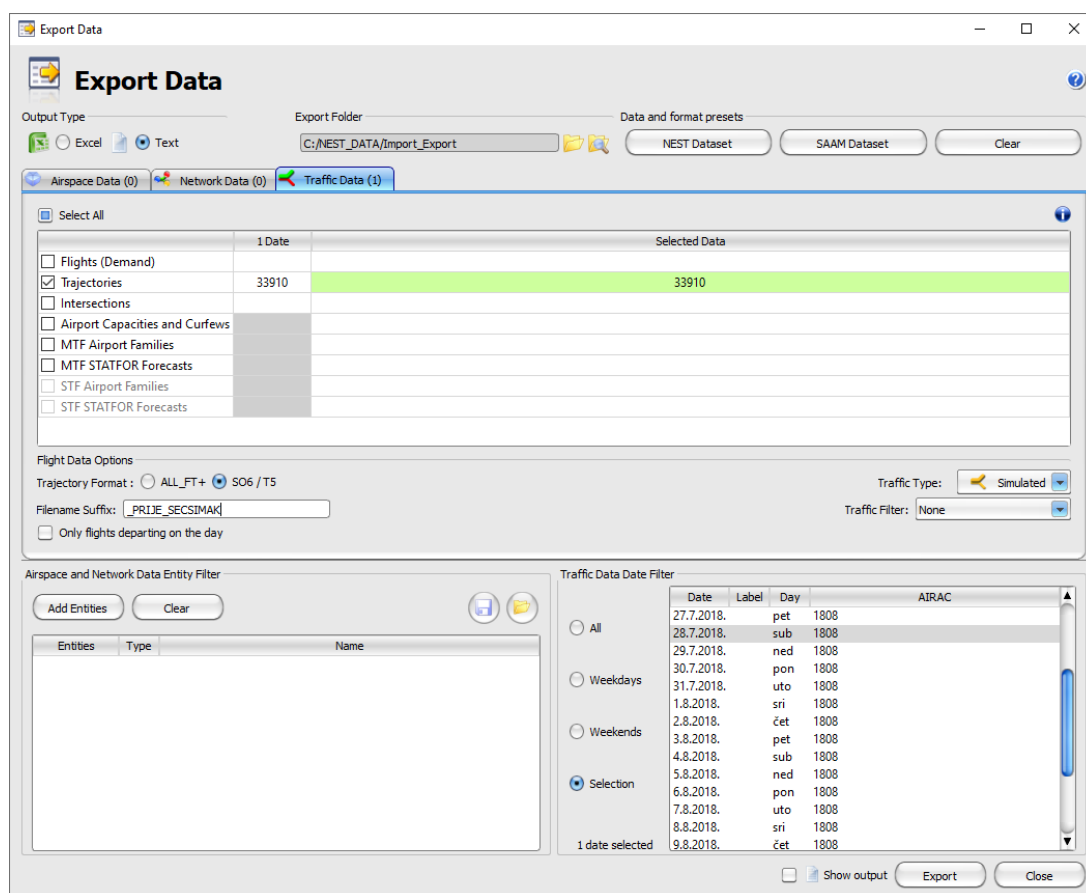
Slika 46. Kreiranje referentnog prometnog toka [47]

Sljedeći korak je provedba simulacije putanja koristeći alat *Simulate Trajectory* u izborniku *Scenario* za dan 28. srpnja 2018. U parametrima simulacije za filter prometa odaberemo kreirani referenti prometni tok SECSIMAK, a za osnovnu putanju odabrana je inicijalna putanja letova. Također je odabrana opcija korištenja osnovne putanje za letove koji se ne mogu dodijeliti mreži. Proces je prikazan na slici 47.



Slika 47. Simulacija putanja [47]

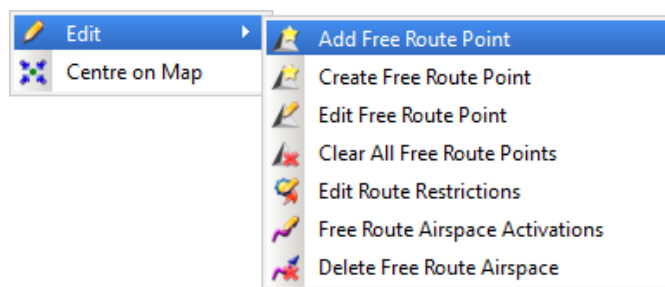
Nakon provođenja simulacije potrebno je izvesti podatke o putanjama koristeći alat *Export Data* u izborniku *File* za isti dan. Za tip prometa odaberemo simulirani promet i izvezemo podatke u datoteku ekstenzije *.so6* koja će se kasnije koristiti za usporedbu prometa nakon simulacije implementacije zajedničkog FRA. Proces izvoza prikazan je na slici 48.



Slika 48. Izvoz podataka o putanjama [47]

5.4. Simulacija putanja nakon uvođenja zajedničkog prostora slobodnih ruta

Da bi proveli simulaciju nakon implementacije zajedničkog prostora slobodnih ruta, najprije moramo kreirati novi FRA prostor koji se temelji na zajedničkom prostoru SECSIMAK. U mrežnom dijelu preglednika podataka odaberemo opciju *Create New Free Route Airspace*, a za sektor odaberemo SECSIMAK. Novi FRA zasada nema nikakvih navigacijskih točaka koje bi se koristile u simulaciji pa mu je potrebno pridružiti ulazne, izlazne i međutočke. To se obavlja pomoću opcije *Add Free Route Point* prikazane na slici 49. u izborniku *Edit*. Gledaju se ulazne i izlazne točke prostora SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova. NEST već sadrži sve te točke u mrežnim podacima, ali im je potrebno promijeniti vrstu ukoliko se nalaze unutar SECSIMAK prostora. Unutar SECSI FRA i FIR-ova država zanemarene su međutočke, a na granicama ovih područja sve ulazne ili izlazne točke pretvorene su u međutočke. Tako je primjerice točka DOBAR koja se nalazi na granici Makedonije i Albanije i ima funkciju ulazno-izlazne točke pretvorena u međutočku.



Slika 49. Dodavanje točaka u novi FRA prostor [47]

Na slici 50. prikazan je novonastali zajednički prostor slobodnih ruta SECSIMAK sa pripadajućim ulaznim, izlaznim i međutočkama. Popis svih točaka naveden je u prilogu 2.



Slika 50. Zajednički prostor slobodnih ruta SECSIMAK [47]

Nakon stvaranja zajedničkog FRA potrebno je ponoviti proces simulacije putanja u novonastalom zajedničkom SECSIMAK prostoru slobodnih ruta koristeći alat *Simulate Trajectory*. Koristit će se isti referentni prometni tok SECSIMAK i identične postavke kao i pri prvoj simulaciji. Naposljetku je potrebno izvesti podatke o putanjama koristeći alat *Export Data* na isti način kao i u prvoj simulaciji. Dobivena datoteka .so6 ekstenzije usporedit će se sa onom iz prve simulacije kako bi se dobili podaci o promjeni duljine putovanja, potrošnje goriva te utjecaja na okoliš.

Sada kada imamo podatke o putanjama zrakoplova prije i poslije implementacije zajedničkog prostora slobodnih ruta, izvodi se usporedba podataka alatom *Scenario Economy* u izborniku *Analysis*. Za referentne podatke uzimaju se izvezeni podaci o simuliranim putanjama iz prve simulacije (prije implementacije zajedničkog SECSIMAK FRA prostora), a za scenarij se odaberu izvezeni podaci o simuliranim putanjama iz druge simulacije (nakon implementacije zajedničkog SECSIMAK FRA prostora). Na slici 51. prikazan je prozor alata *Scenario Economy* sa odabranim referentnim podacima i scenarijom. Kako bi se eliminirali letovi bez promjena, odnosno letovi kroz Europu koji ne prolaze ovim područjem te na koje simulacija nema utjecaj, odabrana je opcija *Use comparison thresholds*. Rezultati usporedbe dobivaju se u .xlsx datoteci koja služi za daljnju analizu provedenu u idućem poglavlju.

Scenario Economy

Inputs

Reference (so6)

Scenario (so6)

☐ TMA
Exclude TMA route part within around airports.

☐ Keep only flights departing and arriving in ...
☒ Europe, mediterranean countries and part of the russian federation
☐ Europe
☐ ECAC

☒ Use comparison thresholds to discard flights without differences
Length CO2
Time NOx
Fuel
☒ Keep default proportion
Flight appearing in the report are the ones captured by at least one threshold

Output

Excel report (xls)

Slika 51. Usporedba simuliranih putanja prije i poslije implementacije SECSIMAK FRA [47]

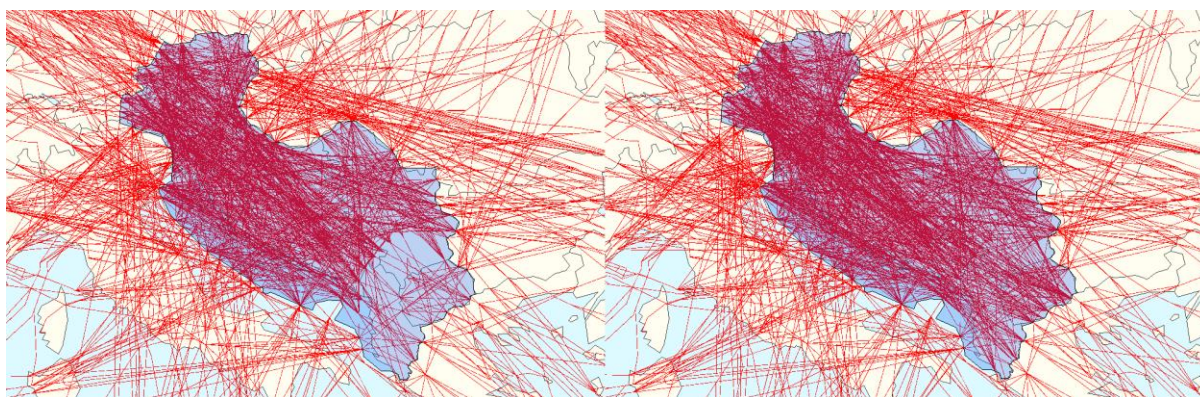
6. Analiza prometa, duljine putovanja, potrošnje goriva i utjecaja na okoliš nakon spajanja

Analiza prometnih tokova provodit će se posebno za područja SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova prije i poslije integracije u zajednički prostor slobodnih ruta. Analiza za SECSI FRA bit će fokusirana na graničnim područjima sa Makedonijom, Albanijom i Kosovom. Prikazat će se prometni tokovi prije i poslije simulacije izvedene u NEST alatu.

Drugi dio analize odnosit će se na prometne pokazatelje i pokazatelje učinkovitosti sustava upravljanja zračnim prometom, odnosno promjene u duljini putovanja, potrošnji goriva i emisijama štetnih plinova.

6.1. Analiza prometnih tokova nakon spajanja u zajednički prostor

Simulacija spajanja prostora SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova u zajednički prostor slobodnih ruta pokazala je smanjenje opterećenosti ulazno-izlaznih točaka i prostiranje tokova kroz veće područje u jugoistočnom dijelu zajedničkog prostora. Promjene tokova na sjevernom dijelu zajedničkog prostora nisu toliko izrazite, što je i logično jer taj dio pripada SEECI FRA prostoru i geografski je daleko od graničnih prostora sa Makedonijom, Albanijom i Kosovom te na njega je utjecaj implementacije zajedničkog prostora minimalan. Na slici 52. prikazani su prometni tokovi prije i poslije spajanja prometa u zajednički FRA.



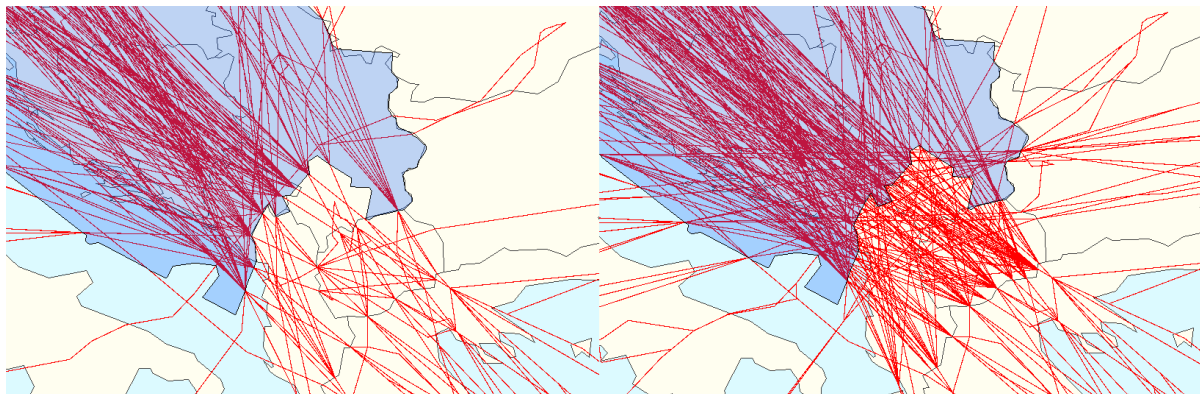
Slika 52. Prometni tokovi prije i poslije integracije u zajednički prostor slobodnih ruta [47]

Broj letova prije integracije u zajednički prostor slobodnih ruta na dan 28. srpnja 2018. iznosio je 4952, a nakon integracije 4959, što je 7 letova više. To su letovi iz ili prema Bugarskoj, Grčkoj i/ili Italiji kojima je omogućen ulaz u ili izlaz iz prostora Makedonije i Albanije, no ne i Kosova jer se ono nalazi unutar prostora zajedničkog FRA.

Rasterećenost prometnih tokova najočitija je na prostoru Makedonije, Albanije i Kosova jer tamo promet slijedi fiksnu mrežu ruta, dok u zajedničkom FRA prostoru ta mreža ne postoji što omogućuje slobodno kretanje prometa kroz prostor.

6.1.1. Analiza prometnih tokova za SECSI FRA

Kao što je već spomenuto, najizrazitija promjena prometnih tokova u SECSI FRA prostoru je na graničnim područjima sa Makedonijom, Albanijom i Kosovom prikazanim na slici 53.

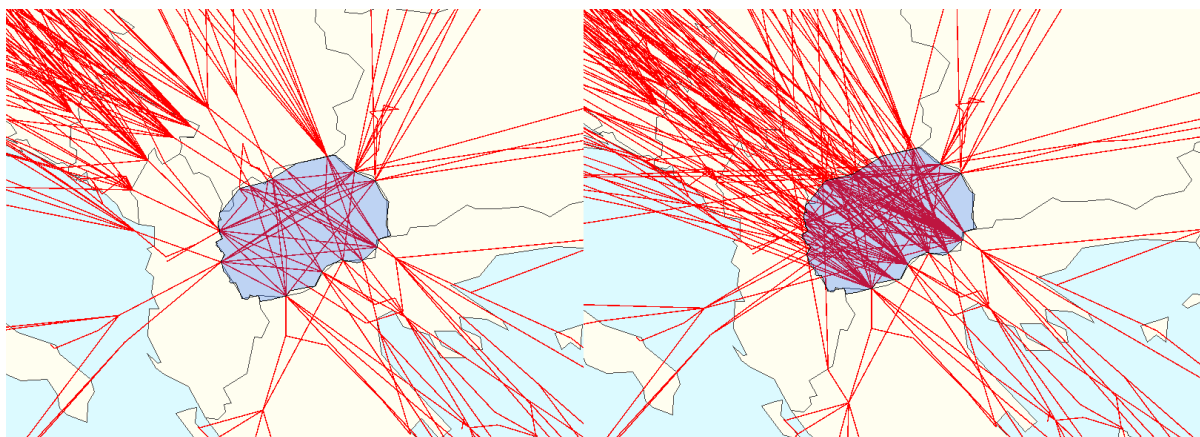


Slika 53. Prometni tokovi na jugoistočnom dijelu SECSI FRA prije i poslije integracije [47]

Sa slike je vidljivo da su letovi na graničnim područjima rasprostranjeniji jer slobodno prelaze preko graničnih prostora zemalja, odnosno ne slijede ulazno-izlazne točke, što uvelike pridonosi smanjenju zagušenosti prometa. Tako se primjerice promet kroz točku RETRA koja se nalazi na granici SECSI FRA i Albanije smanjio sa 205 na 133 leta, a kroz točku MEDUX koja se nalazi na granici SECSI FRA i Kosova smanjenje je sa 209 na 60 letova. Ukupan promet kroz SECSI FRA povećao se sa 4793 na 4821 let, što je 28 letova više.

6.1.2. Analiza prometnih tokova za Makedoniju

Na slici 54. prikazani su prometni tokovi kroz Makedoniju prije i poslije uvođenja zajedničkog prostora slobodnih ruta. Na granicama sa Grčkom i Bugarskom nema promjene kod ulaza i izlaza letova jer su to ujedno i granice zajedničkog FRA prostora, no na granicama sa Albanijom i Kosovom prometni tokovi se uvelike razlikuju. Ukupan promet kroz Makedoniju prije integracije iznosio je 1110, a poslije 1158 letova, što je povećanje za 48 letova.

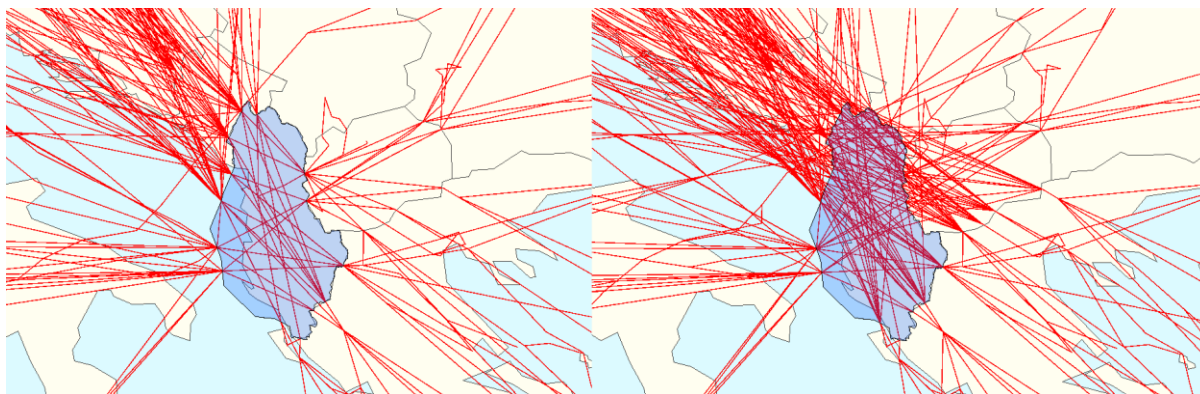


Slika 54. Prometni tokovi kroz Makedoniju prije i poslije integracije [47]

Sa slike je vidljivo da se promet nakon integracije u zajednički FRA prostire kroz cijelo područje Makedonije, odnosno letovi iz ili prema Grčkoj i Bugarskoj prelaze preko cijelog teritorija države. Letovi između Makedonije i SECSI FRA, Makedonije i Albanije te Makedonije i Kosova slobodno prelaze preko granice umjesto da slijede ulazno-izlazne točke. Kroz točku RAXAD na granici Makedonije i SECSI FRA promet se smanjio sa 127 na 26 letova, a kroz točku MAVAR na granici Makedonije i Albanije sa 271 na 131 let. Točke LONTA i KOGAT nalaze se na granici Makedonije i Kosova te smanjenje broja letova iznosi sa 341 na 34 leta za točku LONTA te sa 263 na 75 letova za točku KOGAT.

6.1.3. Analiza prometnih tokova za Albaniju

Zbog oblika i geografskog položaja Albanije najveći utjecaj na prometne tokove poslije uvođenja zajedničkog FRA je na sjevernom dijelu države gdje je promet najrasprostranjeniji. Na granicama s Grčkom i Italijom promet ulazi i izlazi kroz iste točke jer je to i granica zajedničkog FRA prostora, no na granicama sa SECSI FRA, Makedonijom i Kosovom promet se kreće slobodno jer nema ulazno-izlaznih točaka. Na slici 55. prikazani su tokovi prometa prije i poslije implementacije zajedničkog prostora slobodnih ruta.



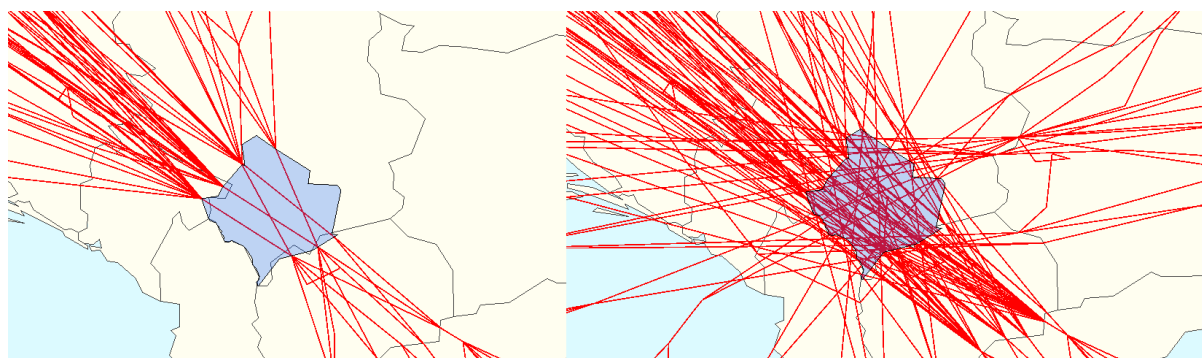
Slika 55. Prometni tokovi kroz Albaniju prije i poslije integracije [47]

Ako se usporedi broj letova između Albanije i Kosova prije i poslije integracije, primjećuje se da je prije postojao samo jedan let koji je iz Albanije morao proći preko Makedonije kako bi došao do Kosova, dok nakon simulacije broj letova iznosi 164. To je zato što sav promet kroz Kosovo slijedi fiksnu mrežu ruta od kojih nijedna ne izlazi direktno prema Albaniji, odnosno ne postoji niti jedna ulazno-izlazna točka između ove dvije države. Drugim riječima, nema gotovo nikakve povezanosti između zračnih prostora Albanije i Kosova unatoč njihovoj granici od 113,5 km.

Ukupan broj letova kroz Albaniju prije integracije iznosio je 836, a poslije 957 letova, što je 121 let više. Letovi između Albanije i SECSI FRA više ne slijede ulaze i izlazne točke, tako je primjerice promet kroz točku AKIKA smanjen sa 194 na 75 letova. Isto vrijedi i za promet između Albanije i Makedonije, gdje se kroz točku MAVAR broj letova smanjio sa 271 na 131 let, a kroz točku DOBAR sa 55 na 10 letova.

6.1.4. Analiza prometnih tokova za Kosovo

Promet kroz Kosovo unazad nekoliko godina posebno je reguliran zbog specifične političke situacije. Pružanje usluga kontrole zračnog prometa daje Mađarska, a sav promet slijedi fiksnu mrežu ruta od kojih se svih 5 kreću između SECSI FRA i Makedonije. Zbog relativno nerazvijene mreže ruta i loše povezanosti, povećanje prometa kroz Kosovo je nakon simulacije najveće i iznosi 159 letova, sa 653 na 812 letova. Na slici 56. prikazani su prometni tokovi kroz Kosovo prije i poslije uvođenja zajedničkog prostora slobodnih ruta.



Slika 56. Prometni tokovi kroz Kosovo prije i poslije integracije [47]

Na Kosovu je poslije simulacije najočitija promjena u rasprostiranju prometnih tokova, pogotovo prema Albaniji gdje prije nije bilo nikakvog prometa. Uvelike su rasterećene postojeće rute i ulazno-izlazne točke između Kosova i SECSI FRA te Kosova i Makedonije. Točka DOLEV na granici Kosova i SECSI FRA ima najveće rasterećenje, sa 309 na 34 leta.

6.2. Analiza prometnih pokazatelja i pokazatelja učinkovitosti sustava upravljanja zračnim prometom

Usporedbom podataka simulacije prije i poslije integracije u zajednički prostor pomoću alata *Scenario Economy* dobivena je .xlsx datoteka koja sadrži rezultate usporedbe u obliku ukupnih promjena, promjena po letu i promjena po parovima aerodroma. Promjene obuhvaćaju promjene duljine leta, trajanja leta, potrošnje goriva i emisije štetnih plinova (CO₂ i NO_x). U tablici 1. prikazani su dobiveni rezultati za duljinu i trajanje leta.

Tablica 1. Promjene u duljini i trajanju leta nakon integracije [47]

	Duljina leta (NM)		Trajanje leta (min)	
	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena
Povećanje	1	2,023	14	6,152
Jednako	62	-2,280	65	-0,324
Smanjenje	1094	-2087,832	1078	-284,243
Ukupno	1157	-2088,089	1157	-278,415

Ukupno je zahvaćeno 1157 letova i ostvarene su uštede od 2088 NM duljine leta i 278 min trajanja leta. U tablici 2. prikazani su rezultati za potrošnju goriva i emisije štetnih plinova.

Tablica 2. Promjene u potrošnji goriva i emisijama štetnih plinova nakon integracije [47]

	Gorivo (kg)		CO ₂ (kg)		NO _x (kg)	
	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena
Povećanje	46	1701,110	46	5375,730	48	31,989
Jednako	50	-9,520	52	-34,500	5	-0,004
Smanjenje	1061	-12571,549	1059	-39720,990	1104	-176,386
Ukupno	1157	-10879,959	1157	-34379,760	1157	-144,401

Potrošnja goriva smanjila se za 10880 kg goriva i ostvareno je smanjenje emisije štetnih plinova od 34380 kg ugljikovog dioksida i 144 kg dušikovih oksida.

Let s najvećim uštedama svih prometnih pokazatelja nakon implementacije zajedničkog prostora slobodnih ruta je WZZ284, čija je putanja prikazana na slici 57.



Slika 57. Putanja leta WZZ284 prije (crveno) i poslije (zeleno) uvođenja zajedničkog FRA prostora [47]

Let je obavljen zrakoplovom Airbus A321 mađarskog prijevoznika Wizz Air iz Napulja u Italiji za Bukurešt u Rumunjskoj. Ostvarene su uštede od 16,9 NM duljine leta, 2 min trajanja leta, 123 kg goriva te je smanjena emisija CO₂ za 288 kg i NO_x za 2 kg. Nova putanja leta označena zelenom bojom na slici prolazi preko granice Albanije i Kosova, što je u sadašnjem prometu nemoguće jer ne postoji niti jedna ulazno-izlazna točka između ove dvije države.

7. Zaključak

Rezultati simulacije spajanja zračnog prostora SECSI FRA sa zračnim prostorima Makedonije, Albanije i Kosova pokazali su prednosti uvođenja koncepta slobodnih ruta u smislu poboljšanja prometnih pokazatelja i pokazatelja učinkovitosti sustava upravljanja zračnim prometom. Simulacija je odrađena u NEST programskom alatu za modeliranje na temelju podataka o prometu za ljetni period 2018. godine. Za dan simulacije odabran je 28. srpnja kada je zabilježen najveći promet na ovim područjima. Zajednički prostor slobodnih ruta simuliran je od FL205 do FL660, što je i trenutna vertikalna granica SECSI FRA te jedan od najvjerojatnijih scenarija prema planu implementacije prostora slobodnih ruta u jugoistočnoj Europi. Sadašnji prostor slobodnih ruta Makedonije (M-FRA) ima vertikalne granice od FL245 do FL660, a Albanije od FL195 do FL600 (FRALB), dok na području Kosova promet slijedi fiksnu mrežu ruta.

Nakon stvaranja zajedničkog FRA prostora te simulacija putanja prije i poslije njegove implementacije uspoređeni su prometni tokovi te analizirani duljina i trajanje letova, potrošnja goriva i emisija štetnih plinova. Od 1157 obuhvaćenih letova na dan 28. srpnja 2018. ukupna ušteda duljine leta nakon spajanja bila je 2088 NM, a trajanja leta 278 min. Potrošnja goriva smanjila se za 10,9 tona goriva te je smanjeno ispuštanje štetnih plinova u atmosferu u iznosu od 34 tone ugljikovog dioksida i 144 kg dušikovih oksida. Navigacijske točke na granicama SECSI FRA, Makedonije, Albanije i Kosova uvelike su rasterećene što smanjuje zagušenost prometa. Umjesto prijelaza preko ulazno-izlaznih točaka, promet se slobodno kretao preko graničnih područja, što je pridonijelo većoj rasprostranjenosti prometnih tokova, posebice na području Kosova. Također je omogućena prometna povezanost između Albanije i Kosova koja u stvarnosti ne postoji.

U Europi se trenutno odvija proces implementacije prostora slobodnih ruta. Predviđeno je da će do kraja 2022. godine taj proces završiti za gotovo sav europski zračni prostor. Kao i u Hrvatskoj sa SEAFRA, prvi korak implementacije je uvođenje takozvanog noćnog FRA koncepta gdje se vrši prilagodba ATM sustava za operacije u prostoru slobodnih ruta. Nakon prilagodbe ukidaju se vremenska ograničenja, a daljnji korak je prekogranična suradnja kako bi se međusobno povezali susjedni zračni prostori u neprekinuti kontinuum, što je i konačni cilj SES inicijative.

Uporaba ovakvog prostora omogućuje zrakoplovnim operatorima efikasnije planiranje letova i mogućnost odabira većeg broja ruta prema istim odredištima, kao i bolju prilagodbu prekidima u mreži. Na taj način ostvaruje se smanjenje operativnih troškova leta u pogledu potrošnje goriva, a smanjen je i štetan utjecaj na okoliš. S obzirom na prognoze o kontinuiranom rastu prometa u Europi, prostor slobodnih ruta imat će značajan doprinos u financijskom i ekološkom aspektu europskog zračnog prometa.

Popis literature

- [1] European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, *Single European sky: Report of the high-level group*, 2000
- [2] EUROCONTROL, *ATM Strategy for the Years 2000+*, Volume 1, 2003
- [3] European Commission, *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: The creation of the single European sky*, COM(1999) 614 final/2
- [4] [https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_\(SES\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_(SES)) (veljača 2019.)
- [5] https://www.skybrary.aero/index.php/First_Report_on_the_Implementation_of_Single_Sky_Legislation (veljača 2019.)
- [6] [https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_\(SES\)_II](https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_(SES)_II) (veljača 2019.)
- [7] Official Journal of the European Union, *REGULATION (EC) No 1070/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009: amending Regulations (EC) No 549/2004, (EC) No 550/2004, (EC) No 551/2004 and (EC) No 552/2004*
- [8] <https://www.eurocontrol.int/articles/functional-airspace-block-fab> (veljača 2019.)
- [9] EUROCONTROL, *SESAR SOLUTIONS CATALOGUE*, Second Edition, 2017
- [10] EUROCONTROL, *European Free Route Airspace Developments*, Edition 1.0, 2015
- [11] EUROCONTROL, *Free Route Airspace developments: For a route-free European network*, 2016
- [12] EUROCONTROL, *European Route Network Improvement Plan: European Network Operations Plan 2018-2019/22*, 2018
- [13] <https://www.eurocontrol.int/publications/free-route-airspace-fra-implementation-projections> (veljača 2019.)
- [14] <https://www.fab-ce.eu/airspace/free-route> (veljača 2019.)
- [15] <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=3647> (veljača 2019.)
- [16] <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?ID=3779> (veljača 2019.)
- [17] <https://www.bmvit.gv.at/en/verkehr/aviation/authorities/index.html> (veljača 2019.)
- [18] Aeronautical Information Publication Austria, Austro Control, 2019
- [19] EUROCONTROL, *Local Single Sky ImPlementation LSSIP 2017 – AUSTRIA*
- [20] EUROCONTROL, *Seven-Year Forecast*, 2018, ANNEX - Detailed Traffic Forecast
- [21] EUROCONTROL, *Network Operations*, 2017, ANNEX II - ACC
- [22] <https://www.caa.si/en/atm-ans.html> (veljača 2019.)
- [23] Aeronautical Information Publication Slovenia, Slovenia Control, 2019

- [24] EUROCONTROL, *Local Single Sky Implementation LSSIP 2017 – SLOVENIA*
- [25] http://www.ccaa.hr/hrvatski/atm--ans_22/ (veljača 2019.)
- [26] Aeronautical Information Publication Croatia, Croatia Control, 2019
- [27] EUROCONTROL, *Local Single Sky Implementation LSSIP 2017 – CROATIA*
- [28] <http://www.mkt.gov.ba/sektori/direkcija/default.aspx?id=1129&langTag=hr-HR> (veljača 2019.)
- [29] Aeronautical Information Publication Bosnia and Herzegovina, BHANSA, 2019
- [30] EUROCONTROL, *Local Single Sky Implementation LSSIP 2017 – BOSNIA HERZEGOVINA*
- [31] EUROCONTROL, *Local Single Sky Implementation LSSIP 2017 – SERBIA*
- [32] Aeronautical Information Publication Serbia/Montenegro, SMATSA, 2019
- [33] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-28/why-eu-is-eager-but-moving-slow-on-balkan-expansion-quicktake> (veljača 2019.)
- [34] <https://www.icao.int/EURNAT/News%20Archives/2008/20080428-ISIS%20Programme%20launch.pdf> (veljača 2019.)
- [35] https://ec.europa.eu/transport/modes/air/ses/ses-award-2016/projects/jspai_en (veljača 2019.)
- [36] Aeronautical Information Publication Macedonia, M-NAV, 2019
- [37] Aeronautical Information Publication Albania, Albcontrol, 2019
- [38] <http://www.caa.gov.mk/en/regulation/> (veljača 2019.)
- [39] EUROCONTROL, *Local Single Sky Implementation LSSIP 2017 – FYROM*
- [40] <http://www.aac.gov.al/te-pergjithshme-6/?lang=en> (veljača 2019.)
- [41] EUROCONTROL, *Local Single Sky Implementation LSSIP 2017 – ALBANIA*
- [42] <https://www.rks.gov.net/EN/f55/mobility-and-communication/transport> (veljača 2019.)
- [43] <https://en.hungarocontrol.hu/air-navigation-services/statistics> (veljača 2019.)
- [44] Aeronautical Information Publication Kosovo, Civil Aviation Authority of Kosovo, 2019
- [45] Aeronautical Information Publication Hungary, HungaroControl, 2019
- [46] <https://www.eurocontrol.int/services/nest-modelling-tool> (veljača 2019.)
- [47] EUROCONTROL, NEST V1.6.6.

Popis kratica

ACC	Area Control Centre - centar oblasne kontrole zračnog prometa
AGL	Above Ground Level - iznad razine tla
AIRAC	Aeronautical Information Regulation And Control - regulativa i kontrola zrakoplovnih informacija
AIS	Aeronautical Information Service - usluga zrakoplovnog informiranja
AMSL	Above Mean Sea Level - iznad srednje razine mora
ANSP	Air Navigation Service Provider - pružatelj usluga u zračnoj plovdbi
APP	Approach Control Service Unit - jedinica prilazne kontrole zračnog prometa
ATC	Air Traffic Control Services - usluge kontrole zračnog prometa
ATCO	Air Traffic Control Officer - kontrolor zračnog prometa
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management - upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa
ATM	Air Traffic Management - upravljanje zračnim prometom
ATS	AirTraffic Services - operativne usluge u zračnom prometu
CACD	Central Airspace and Capacity Database - Centralna baza podataka o zračnom prostoru i ACC kapacitetima
CANSO	Civil Air Navigation Services Organization - Međunarodna organizacija civilnih pružatelja usluga u zračnoj plovdbi
CNS	Communication, Navigation and Surveillance - komunikacijske, navigacijske i nadzorne usluge
CTA	Control Area - kontrolirano područje
CTR	Control Zone - kontrolirana zona
EASA	European Aviation Safety Agency - Europska agencija za sigurnost zračnog prometa
ECAC	European Civil Aviation Conference - Europska konferencija civilnog zrakoplovstva
EUIR	European Upper Flight Information Region - europsko gornje područje letnih informacija
EUROCONTROL	European Organisation for the Safety of Air Navigation - Europska organizacija za sigurnost zračne plovdbi
FAB	Functional Airspace Block - funkcionalni blok zračnog prostora
FIR	Flight Information Region - područje letnih informacija
FL	flight level - razina leta
FLOS	Flight Level Orientation Scheme - shema dodjela visine leta prema orijentaciji
FMP	Flow Management Position - pozicija upravljanja protokom zračnog prometa
FRA	Free Route Airspace - zračni prostor slobodnih ruta
FUA	Flexible Use of Airspace - fleksibilna uporaba zračnog prostora
GAT	General Air Traffic - opći zračni promet
GND	Ground - tlo
IATA	International Air Transport Association - Međunarodna udruga za zračni prijevoz
ICAO	International Civil Aviation Organization - Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva
IFPS	Integrated Initial Flight Plan Processing System - integrirani sustav obrade početnog plana leta
IFR	Instrument Flight Rules - pravila instrumentalnog letenja
ISIS	Implementation of Single European Sky in South East Europe - implementacija Jedinstvenog europskog neba na području jugoistočne Europe
JSPAI	Joint Service Provision Area Initiative - Inicijativa za područje pružanja zajedničkih usluga
KFOR	Kosovo Force - snage na Kosovu
MET	Aeronautical Meteorological Service - usluge zrakoplovne meteorologije
NEST	NEtwork Strategic Tool - alat za strateško planiranje mreže

NEVAC	Network Estimation and Visualisation of ACC Capacity - alat za procjenu i vizualizaciju mreže i kapaciteta zračnog prostora
NM	Network Manager - upravitelj mreže
NMOC	Network Manager Operations Centre - operativni centar upravitelja mreže
NSA	National Supervisory Authority - nacionalna nadzorna vlast
OAT	Operational Air Traffic - operativni zračni promet
RNDSG	Route Network Development Sub-Group - radna skupina za razvoj rutne mreže
SAAM	System for traffic Assignment and Analysis at a Macroscopic level - sustav dodjele i analize prometa na makroskopskoj razini
SAR	Search And Rescue - potraga i spašavanje zrakoplova
SAXFRA	Slovenian Austrian Cross-border Free Route Airspace - Slovensko-austrijski prekogranični zračni prostor slobodnih ruta
SEAFRA	South-East Axis Free Route Airspace - Zračni prostor slobodnih ruta na Jugoistočnoj prometnoj osi
SECSI	South East Common Sky Initiative - Inicijativa za zajedničko jugoistočno nebo
SES	Single European Sky - Jedinstveno europsko nebo
SESAR	Single European Sky ATM Research - projekt tehnološke modernizacije sustava upravljanja zračnim prometom u Europi
STATFOR	STATistics and FORecasts - statistike i prognoze
TMA	Terminal Control Area - završno kontrolirano područje
UIR	Upper Flight Information Region - gornje područje letnih informacija

Popis slika

Slika 1. Europski FAB-ovi	6
Slika 2. Implementacija FRA u Europi do kraja 2018. godine.....	10
Slika 3. Plan implementacije FRA u Europi do kraja 2022. godine.....	11
Slika 4. Karta SECSI FRA prostora	13
Slika 5. Zračni prostor Austrije	14
Slika 6. Sektorizacija zračnog prostora Austrije	15
Slika 7. Godišnji IFR promet Austrije.....	16
Slika 8. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Wien	17
Slika 9. Zračni prostor Slovenije	18
Slika 10. Područja odgovornosti ATC jedinica za zračni prostor Slovenije.....	19
Slika 11. Klasifikacija zračnog prostora Slovenije.....	20
Slika 12. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Slovenije	20
Slika 13. Godišnji IFR promet Slovenije.....	21
Slika 14. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Ljubljana	21
Slika 15. Zračni prostor Republike Hrvatske	23
Slika 16. Područje odgovornosti ACC-a Zagreb.....	23
Slika 17. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Hrvatske A	24
Slika 18. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Hrvatske B.....	24
Slika 19. Godišnji IFR promet Hrvatske	25
Slika 20. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Zagreb.....	25
Slika 21. Zračni prostor Bosne i Hercegovine s područjima odgovornosti	26
Slika 22. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Bosne i Hercegovine	27
Slika 23. Godišnji IFR promet Bosne i Hercegovine	28
Slika 24. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Sarajevo.....	28
Slika 25. Zračni prostor Srbije i Crne gore.....	30
Slika 26. Godišnji IFR promet Srbije i Crne gore.....	31
Slika 27. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Beograd	31
Slika 28. Položaj Kosova u jugoistočnoj Europi	32
Slika 29. Karta M-FRA prostora	33
Slika 30. Karta FRALB prostora.....	34
Slika 31 Vertikalni profil klasa zračnog prostora Makedonije.....	35
Slika 32. Godišnji IFR promet Makedonije	36
Slika 33 Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Skopje.....	37
Slika 34. Vertikalni profil klasa zračnog prostora Albanije.....	38
Slika 35. Godišnji IFR promet Albanije	39
Slika 36. Dnevni prosjeci broja letova i kašnjenje na ruti za ACC Tirana	39
Slika 37. Godišnji IFR promet za KFOR sektor	40
Slika 38. Zračni prostor Kosova (KFOR sektor)	41
Slika 39. Kopiranje postojećih sektora	43
Slika 40. Sastavnice zajedničkog prostora slobodnih ruta	43
Slika 41. Uređivanje odabranih sektora	44
Slika 42. Spajanje odabranih sektora	44

Slika 43. Zajednički prostor SECSIMAK.....	45
Slika 44. Određivanje ukupnog dnevnog prometa	45
Slika 45. Broj dnevnih letova za SECSIMAK područje.....	46
Slika 46. Kreiranje referentnog prometnog toka	47
Slika 47. Simulacija putanja.....	48
Slika 48. Izvoz podataka o putanjama.....	48
Slika 49. Dodavanje točaka u novi FRA prostor	49
Slika 50. Zajednički prostor slobodnih ruta SECSIMAK	49
Slika 51. Usporedba simuliranih putanja prije i poslije implementacije SECSIMAK FRA	50
Slika 52. Prometni tokovi prije i poslije integracije u zajednički prostor slobodnih ruta.....	51
Slika 53. Prometni tokovi na jugoistočnom dijelu SECSI FRA prije i poslije integracije	52
Slika 54. Prometni tokovi kroz Makedoniju prije i poslije integracije.....	52
Slika 55. Prometni tokovi kroz Albaniju prije i poslije integracije.....	53
Slika 56. Prometni tokovi kroz Kosovo prije i poslije integracije	54
Slika 57. Putanja leta WZZ284 prije (crveno) i poslije (zeleno) uvođenja zajedničkog FRA prostora ...	55

Popis tablica

Tablica 1. Promjene u duljini i trajanju leta nakon integracije	54
Tablica 2. Promjene u potrošnji goriva i emisijama štetnih plinova nakon integracije	55

Prilog 1. ICAO klasifikacija zračnog prostora

Klase zračnog prostora definiraju pružene usluge kontrole zračnog prometa i zahtjeve za letove unutar zračnog prostora određene klasifikacije. Glavni kriteriji po kojima se određuju ove klase su razdvajanje zrakoplova, usluge i odobrenja kontrole zračnog prometa, informacije o prometu te pravila letenja.

Klasa	Tip leta	Razdvajanje	ATS usluga	ATC odobrenja	Informacije o prometu
A	IFR	svi zrakoplovi	ATC	da	nije primjenjivo
B	IFR	svi zrakoplovi	ATC	da	nije primjenjivo
	VFR				
C	IFR	IFR od svih zrakoplova	ATC	da	nije primjenjivo
	VFR	VFR od IFR	ATC za razdvajanje od IFR		svi zrakoplovi
			informacije o VFR prometu		
D	IFR	IFR od IFR	ATC	da	svi zrakoplovi
			informacije o VFR prometu		
	VFR	nema	informacije o prometu		
E	IFR	IFR od IFR	ATC	da	gdje je moguće
			informacije o VFR prometu		
	VFR	nema	informacije o prometu	ne	
F	IFR	IFR od IFR	savjetodavne usluge	da	gdje je moguće ako je zatraženo
	VFR	nema	letne informacije	ne	
G	IFR	nema	letne informacije	ne	gdje je moguće ako je zatraženo
	VFR				

Prilog 2. Točke zračnog prostora slobodnih ruta SECSIMAK

Postoji 5 vrsta navigacijskih točaka:

- ulazna E
- izlazna X
- dolazna A
- odlazna D
- međutočka I

U sljedećoj tablici navedene su sve točke koje su se koristile u novokreiranom prostoru slobodnih ruta SECSIMAK i promjene vrste graničnih točaka ukoliko ih je bilo naznačene s $\rightarrow$.

Točka	Vrsta	Točka	Vrsta	Točka	Vrsta	Točka	Vrsta	Točka	Vrsta
ABETI	E	DOBAR	EX $\rightarrow$ I	KOPRY	EX	PAPIZ	EX	SUNIS	E
ABLOM	X	DOLAP	E	KUBUD	E	PARAK	EX	TALAS	EX
AIOSA	EXAD	DOLEV	E $\rightarrow$ I	KUMOM	E	PESAT	XA	TIBRO	EX
AKIKA	XA $\rightarrow$ IA	EBELA	E $\rightarrow$ I	LABIN	ED	PETAK	X $\rightarrow$ I	TITIG	EXAD
AKIMA	EA	EDUGI	X	LAMSI	EX	PEVAL	EX	TIVAO	EXD
ALELU	ED $\rightarrow$ ID	EPOLA	EX	LANUX	EXD	PINDO	EX	TONDO	X
ANASA	ED	ERANA	X	LATLO	E	PINUK	EXA	TORPO	EX
ARSIN	E	ERKIR	EXA	LEDVA	XD	PISAM	EXD	TOVKA	EX
BABIT	EX	ESEGA	EX	LETNI	E	PITAS	X	TRAUN	EXAD
BADIT	EXA	ETIDA	X	LOKVU	X	RAXAD	EX $\rightarrow$ I	TUMBO	E
BAREB	E	GEDSO	ED	LONTA	X $\rightarrow$ I	REDVA	X $\rightarrow$ I	UDVAR	E $\rightarrow$ I
BARPI	EXD	GEMKA	EX	MAKED	EX	REKLU	A	UMVEG	EX
BAXON	X	GIMBO	E	MALUG	E	RENKA	X	UTEKA	ED
BEGLA	EX	GIMIX	E	MAREG	EX	RETRA	ED $\rightarrow$ ID	VABEK	X $\rightarrow$ I
BEKVA	E	GISAM	E	MAVAR	EX $\rightarrow$ I	RIFEN	EXAD	VAPUP	ED
BIRGI	EX	GOKEL	EX	MAVIT	XAD	RODON	EX $\rightarrow$ I	VAROB	EXD
BITLA	EX	GOMIG	E	MEDUX	XA $\rightarrow$ IA	ROMUX	A	VEBAL	EXD
BUGEV	EX	GOTAR	EXAD	MIKOV	E	ROTAR	X	VEKEN	EXI
DE TSA	XD	GOTRU	E	MODSA	E	RTT	EXAD	VELBA	X
DEXIT	EXA	IBENI	E	NAVTI	X	RUGAS	EXAD	VELIP	XA
DIMIS	EX	INPUL	E	NIKOL	E	SARAX	EA $\rightarrow$ I	VELUG	XA
DIMLO	EXAD	IRLIX	EX	NIKRO	E	SASAL	XD	VJOSA	E
DIRER	E	KATTI	EXAD	NIPEL	E	SIMBA	EXD	XAMIT	X
DISOR	EX	KEROP	ED	NISVA	XA	SOVOX	E	XAXAN	X $\rightarrow$ I
DITIS	EXD	KIRDI	EXD	OKANA	E	STEIN	XAD	XOLTA	EX
DIVAL	E	KOGAT	E $\rightarrow$ I	OLOTA	E $\rightarrow$ I	SUBEN	EXD		



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski 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 _____ diplomskog rada
pod naslovom **Simulacija spajanja zračnih prostora Makedonije, Albanije i Kosova**
sa zračnim prostorom slobodnih ruta Inicijative za zajedničko jugoistočno nebo

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

U Zagrebu, 1.3.2019

Student/ica:

Petrović

(potpis)