

# Simulacija uvođenja FRA u zračni prostor Republike Makedonije

---

Lazarovski, Antonio

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:483172>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Antonio Lazarovski  
SIMULACIJA UVOĐENJA FRA U ZRAČNI PROSTOR  
REPUBLIKE MAKEDONIJE

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**SIMULACIJA UVOĐENJA FRA U ZRAČNI PROSTOR REPUBLIKE  
MAKEDONIJE**

**SIMULATION ON FRA IMPLEMENTATION WITHIN THE REPUBLIC OF  
MACEDONIA AIRSPACE**

Mentor: dr. sc. Tomislav Radišić

Student: Antonio Lazarovski  
JMBAG: 0135226390

**Zagreb, 2017.**

## SAŽETAK

Implementacija koncepta prostora slobodnih ruta na prostoru Europe, kao jedan od dijelova razvoja SESAR-ovog projekta, ima za cilj povećati kapacitet zračnog prostora i poboljšati fleksibilnost istog, te usavršiti korištenje sustava za zrakoplove i omogućiti određene financijske i operativne prednosti korisnicima zračnog prostora. Način letenja unutar prostora slobodnih ruta omogućuje operatorima slobodno planiranje rute od definirane ulazne do definirane izlazne točke, s određenim ograničenjima zbog postojanja mogućnosti rezervacije zračnog prostora. Svrha ovog rada je simulacija prometa kroz zračni prostor Republike Makedonije, nakon stvaranja zajedničkog zračnog prostora slobodnih ruta Makedonije i Grčke, te analiza učinkovitosti uvođenja koncepta zračnog prostora slobodnih ruta usporedno s prostorom mreža fiksnih ruta, usporedbom duljine putanja letova, trajanja letova, potrošnje goriva i emisija CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>.

**KLJUČNI RIJEČI:** prostor slobodnih ruta; NEST; ekonomičnost scenarija, Simulacije zračnog prometa

The implementation of the Free route airspace concept over Europe, as a part of the SESAR development project, aims to increase airspace capacity, improve airspace flexibility, improve the way aircraft systems are used, and provide certain financial and operational benefits to airspace users. Free route airspace operations allow operators to freely plan a route from a defined entry point to a defined exit point with certain limitations considering airspace reservations. The purpose of this paper is to simulate air traffic flows through the airspace of the Republic of Macedonia after the creation of a joint free route airspace between Macedonia and Greece, as well as the efficiency analysis of the implementation of the free route airspace as opposed to the fixed route airspace by comparing route lengths, flight time, fuel efficiency and CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions.

**KEY WORDS:** Free Route Airspace; NEST; scenario economy, air traffic simulation

## Sadržaj:

1.	Uvod .....	1
2.	Koncept zračnog prostora slobodnih ruta .....	3
2.1.	Dizajn zračnog prostora slobodnih ruta.....	4
2.1.1.	Rezervacije zračnog prostora .....	6
2.1.2.	Modeli prostora slobodnih ruta .....	8
2.1.3.	Obrada planova leta - provjera udaljenosti od AUA granice .....	9
2.1.4.	Obrada planova leta - provjera udaljenosti u FRA prostoru .....	9
2.1.5.	Zaštita od približavanja granica FRA prostora .....	10
2.1.6.	Prevenција križanja tokova prometa unutar FRA .....	11
2.1.7.	Vertikalno povezivanje prostora slobodnih ruta .....	12
2.2.	FRA publikacije.....	14
2.3.	Ograničenja država .....	15
2.3.1.	Obvezne FRA među-točke .....	15
2.3.2.	Izbjegavanje opasnih područja .....	16
3.	Mjerenje učinkovitosti ATM sustava .....	18
3.1.	Ključni pokazatelji učinkovitosti za sigurnost .....	18
3.2.	Ključni pokazatelji učinkovitosti za okoliš .....	18
3.3.	Ključni pokazatelji učinkovitosti za kapacitet .....	19
3.4.	Ključni pokazatelj učinkovitosti za troškovnu učinkovitost .....	19
3.5.	Pregled izvještaja o kontroli izvedbe za 2015.....	19
3.5.1.	Pregled izvedbe za sigurnost .....	20
3.5.2.	Pregled izvedbe za kapacitet .....	21
3.5.3.	Pregled izvedbe kapaciteta zračnog prostora Grčke .....	22
3.5.4.	Ključni pokazatelji učinkovitosti leta na ruti .....	23
3.6.	Pregled izvedbe za 2016. ....	25
3.6.1.	Pregled izvedbe za sigurnost - 2016. ....	25
3.6.2.	Pregled izvedbe za učinkovitost leta na ruti – 2016. ....	26
3.6.3.	Horizontalna učinkovitost – 2016.....	26
4.	Zračni prostor Republike Makedonije i Republike Grčke .....	29
4.1.	Klasifikacija zračnog prostora u Republici Makedonije .....	30
4.2.	Promet i kapacitet u Republici Makedonije.....	31
4.3.	Prostor slobodnih ruta u Republici Makedoniji .....	35
4.4.	Prostor slobodnih ruta u Grčkoj .....	38

4.5.	Plan FRA implementacije .....	40
4.6.	Implementacija FRA na Europskom zračnom prostoru u periodu od 2016. do 2021. ....	40
5.	Stvaranje zajedničkog zračnog prostora Makedonije i Grčke .....	43
6.	Analiza simulacije .....	52
6.1.	Analiza prednosti uvođenja MGFRA prostora - FL245 do FL660 .....	52
6.2.	Analiza prednosti uvođenja MGFRA prostora - FL100 do FL660 .....	59
7.	Zaključak .....	61
	Literatura .....	62
	Popis kratica .....	63
	Popis slika .....	67
	Popis tablica .....	68
	Prilog 1. FRA točke MGFRA prostora .....	69

# 1. Uvod

Sustav za Upravljanje protokom zračnog prometa pridonosi praćenju i poboljšanju glavnih karakteristika zračnog prometa uključujući sigurnost, učinkovitost i redovitost zračnog prometa. Detaljnom analizom i preradom podataka koji se kontinuirano prate može se utvrditi koliko će trend povećanja i zagušenje prometa rezultirati narušavanjem separacijskih normi, i eventualno dovesti do povećanja broja nesreća i nezgoda. Prema prognozama dokumenta statistika i prognoza (STATFOR – Statistics and Forecasts) za članice Europske konferencije civilnog zrakoplovstva (ECAC – European Civil Aviation Conference) očekivano povećanje prometa za 2022. iznosi 2.1% godišnje. [8]

Koncept prostora slobodnih ruta (FRA – Free route airspace) i njegova implementacija mogu rezultirati velikim poboljšanjima sigurnosti i učinkovitosti zračnog prometa u Europi, u smislu skraćivanja putanja zrakoplova, trajanja leta, smanjenja potrošnje goriva i razine ispušnih plinova CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>. [8]

Primarni cilj rada je ispitati rezultate uvođenja prostora slobodnih ruta u zračnim prostorima Makedonije i Grčke. U tom smislu odradit će se procjena određenih promatranih karakteristika na temelju kojih se ocjenjuju pogodnosti uvođenja prostora slobodnih ruta u ovim zračnim prostorima simulacijom prometnih tokova i analizom učinkovitosti rezultata simulacija. U grčkom zračnom prostoru trenutno ne postoje prekogranične FRA operacije, međutim makedonski FRA prostor je u fazi prostorno ograničenog FRA s tim da je aktivan na razinama FL245 do FL660.

Utvrđivanje prednosti uvođenja FRA prostora odradit će se usporedbom dva scenarija pomoću softverskog paketa NEST. Prvi scenarij će sadržati referentne putanje po pravilima mreže fiksnih ruta, a drugi modificiranu putanju po pravilima koncepta FRA prostora.

Rad je podijeljen u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Koncept zračnog prostora slobodnih ruta
3. Mjerenje učinkovitosti ATM sustava
4. Zračni prostor Republike Makedonije i Republike Grčke
5. Stvaranje zajedničkog zračnog prostora Makedonije i Grčke
6. Analiza simulacija
7. Zaključak.

Drugo poglavlje sadrži: sažetak podataka o dizajnu prostora slobodnih ruta uključujući rezervacije zračnog prostora, upravljanje zračnim prostorom slobodnih ruta, planiranje leta u prostoru slobodnih ruta, modele prostora slobodnih ruta, obradu planova leta sa strane

Integriranog sustava za planiranje letenja (IFPS - Integrated initial flight plan processing system) sustava u smislu povezivanja prostora slobodnih ruta s ostalim prostorima, zaštitu od križanja tokova u FRA prostoru, državna ograničenja, obvezne FRA točke i procedure za izbjegavanje opasnih područja.

U trećem poglavlju opisani su ključni pokazatelji učinkovitosti za područja sigurnosti, kapaciteta, okoliša i troškovnu učinkovitost. Također detaljno su opisani dokumenti, *Performance Review Report* za 2015.[8] i *Performance Review Report*[9] za 2016. (draft verzija) izdani od strane Eurocontrol-a u kojima su opisane analize prometne potražnje i kapaciteta, kao i trendovi povećanja i smanjenja prometa na prostoru Europe u vremenskom periodu do 2016. godine.

U četvrtom poglavlju opisan je zračni prostor Makedonije i Grčke, organizacijske strukture uključene u upravljanje zračnim prometom, kao i klasifikacija i analiza potražnje i kapaciteta zračnog prostora Republike Makedonije. Također su izrađene analize podataka o zasićenju zračnog prostora i regulacijama zračnog prometa na prostorima Grčke i Makedonije pomoću NEST softverskog paketa. Razrađene su projekcije za implementaciju koncepta prostora slobodnih ruta na prostoru Europe od 2016. do 2021., te su opisane razine implementacije FRA koncepta u svim zemljama Europe.

U petom i šestom poglavlju su detaljno opisani: proces stvaranja zajedničkog zračnog prostora za navedene zemlje, način simuliranja protoka zračnog prometa kroz taj prostor i analiza dobivenih podataka o usporedbi modeliranog zajedničkog prostora u kojem se izvode operacije na osnovi mreža fiksnih ruta naprema operacijama u prostoru slobodnih ruta.



## 2. Koncept zračnog prostora slobodnih ruta

Eurocontrol je pokrenuo koncept za razvoj i implementaciju zračnog prostora slobodnih ruta u 2008. godini. FRA je uključen unutar plana učinkovitosti letenja i tijekom godina je bio razrađen od strane Međunarodne udruge za zračni prijevoz (International Air Transport Association – IATA), Međunarodne organizacije pružatelja usluga u civilnoj zračnoj plovidbi (Civil Air Navigation Services Organization – CANSO) i Eurocontrol-a.[2]

Prema dokumentu Razvoj prostora slobodnih ruta, implementacija koncepta je opširnije opisana unutar verzija mreža ruta (ATS Route Network Version 7 - ARN7) i razrađena na forumu Udruženja za razvoj rutne mreže (Route Network Development sub-group – RNDSG) koji koordinira:

- dizajn i razvijanje europskog zračnog prostora;
- planiranje i implementaciju europske mreže;
- optimizaciju strukture za dinamičko korištenje civilnog i vojnog zračnog prostora kao i sektora kontrole zračne plovidbe. [2]

U daljnjem razvoju unutar FRA koncepta uključen je detaljniji prikaz pravila implementacije za mrežne funkcije sustava upravljanja zračnim prometom i isti je opisan unutar uredbe komisije Europske unije br. 677/2011. od 7-og srpnja 2011. i s izmjenom i dopunom br. 691/2010. U prvom dodatku Uredbe, opisane su funkcije dizajna rutne mreže i Europski plan za razvijanje rutne mreže. [2]

„Unutar Europskog plana za razvoj i poboljšanje rutne mreže (The European Network Improvement Plan – ERNIP) definirana je i prihvaćena Europska mreža ruta, a tamo gdje su potrebne navedene su izmjene i dopune FRA strukture namijenjene ispunjavanju svih potreba korisnika zračnog prostora.“ [2]

Prema dokumentu Razvoj prostora slobodnih ruta, upravitelj mreže (Network manager – NM) je razvio dokumente: ERNIP 1, ERNIP 2, ERNIP 3, ERNIP 4 i primjenu koncepta FRA unutar operativnog centra upravitelja mreže (Network Manager Operations Centre – NMOC). U prvom dijelu ERNIP-a razrađeni su osnovni principi, smjernice i tehničke specifikacije za dizajn zračnog prostora koji sadrži FRA koncept. Unutar ERNIP 2 su opisani svi FRA projekti za razvijanje i implementaciju u sljedećih 5 godina. ERNIP 3 predstavlja priručnik za upravljanje zračnim prostorom u kojem su razrađene sve potrebe korisnika civilnog i vojnog zrakoplovstva povezane za dati FRA prostor. ERNIP 4 predstavlja priručnik korisnika o raspoloživosti ruta, dok u dokumentu za primjenu FRA unutar NMOC-a su opisane smjernice kao dodatak ERNIP-u 1. [2]

## 2.1. Dizajn zračnog prostora slobodnih ruta

„Prostor slobodnih ruta je definiran kao određeni zračni prostor unutar kojeg korisnici mogu slobodno planirati putanje od određene ulazne točke do određene izlazne točke, s mogućnošću odabira među-točke koje mogu biti objavljene ili ne objavljene, bez korištenje rute fiksne mreže, pod uvjetom da je zračni prostor koji se namjerava koristiti slobodan, te da su letovi unutar ovog zračnog prostora podložni kontroli zračnog prometa.“ [10]

Prema dokumentu *Razvoj prostora slobodnih ruta* (FRA developments), svrha FRA projekta je stvoriti okvir za usklađeno implementiranje zračnog prostora slobodnih ruta u Europi u slučaju da bilo koja država, jedinica funkcionalnog zračnog bloka (FAB – functional airspace block) ili pružatelj usluga u zračnoj plovidbi (ANSP – air navigation service provider) odluči odabrati ovaj način upravljanja zračnim prometom. Ovaj koncept također je stvorio temelj za zajedničku terminologiju svih sudionika sustava upravljanja zračnim prometom (Air traffic management – ATM) uključenih u provedbu zračnog prostora slobodnih ruta. Koncept obuhvaća više scenarija implementacije koje moraju biti u skladu s postojećim operacijama i ispuniti zadane sigurnosne ciljeve, te biti održivi kroz daljnji razvoj i omogućiti povezivanje sa susjednim zračnim prostorima kao i primjenjivost na drugim zračnim prostorima unutar Jedinog Evropskog Neba.[10]

Osnovni tipovi implementacije zračnog prostora slobodnih ruta mogu biti:

- ograničeni - prostor slobodnih ruta s ograničenom primjenjivošću može biti primjenjiv u određenim vremenskim intervalima ili primjenjiv samo u određenim područjima;
- neograničeni - implementacija zračnog prostora slobodnih ruta unutar jednog funkcionalnog bloka zračnog prostora (FAB - Functional airspace block) – naprednija faza implementacije u kojoj se jedan funkcionalni blok zračnog prostora tretira kao jedno područje u kojem se pruža usluga davanje informacija o letovima (FIR – Flight information region);
- na regiji cjelokupnog Evropskog zračnog prostora - predstavlja završni cilj ovog projekta čime bi se objedinio Evropski zračni prostor u jedan jedinstveni zračni prostor. [10]

Glavni cilj je trajno i sveobuhvatno implementirati, međutim prostor slobodnih ruta koji je ograničen olakšava proces u ranim fazama unutar kompleksnog prostora, jer kompletna implementacija može štetno utjecati na kapacitet. Kod ovog tipa implementacije prostora slobodnih putanja uspostavljaju se postupci za prijelaz iz mreže fiksnih ruta u FRA prostor. U takvom prostoru, članice, FAB-ova ili pružatelji usluga mogu odlučiti implementirati FRA na temelju ograničenja strukture prostora i točaka u njemu. [10]

Prema dokumentu Razvoj prostora slobodnih ruta, kako bi se operacije letenja mogle obavljati sigurno i učinkovito nakon uspostavljanja prostora slobodnih putanja potrebno je:

- uspostaviti odgovarajući sustav za podršku;
- poboljšati procedure prema zahtjevima za operacijama u prostoru slobodnih ruta;
- prilagoditi strukture zračnog prostora;
- prilagoditi procedure upravljanja zračnim prostorom.[2]

Dodatni zahtjevi u vezi opreme ili procedura nisu predviđeni za operatora zrakoplova, međutim izmjene u sustavu za planiranje su zahtijevane kako bi se osiguralo da se prednosti FRA koncepta optimalno iskoriste.[2]

Što se tiče klasifikacije zračnog prostora, cjelokupni zračni prostor slobodnih ruta spada unutar klase C, a organizacija razina leta objavljuje se unutar odgovarajućih publikacija usluga zrakoplovnog informiranja (Aeronautical information service – AIS).[10]

U prostoru slobodnih ruta: rezervacije prostora i dalje postoje, korisnici zračnog prostora imaju jednak pristup tom prostoru, te je usklađeni projekt fleksibilne uporabe zračnog prostora i koordinacija između civilnog i vojnog zračnog prometa, odnosno uspostavljen je koncept Fleksibilne upotrebe zračnog prostora (Flexible use of airspace – FUA).[10]

Trenutno prostor slobodnih ruta je rascjepkan u malim dijelovima unutar Europske mreže i može vertikalno ili bočno imati susjedni zračni prostor u kojem se operacije letenja izvode po pravilima mreže fiksnih ruta. Vertikalne i horizontalne granice FRA prostora, kao i točke za ulaz i izlaz iz tog prostora pridružene s informacijama o njihovoj svrsi i namjeni, objavljuju se u nacionalnim publikacijama AIS-a, pri čemu donje granice FRA prostora ne smiju negativno utjecati na susjedna područja gdje se FRA još ne provodi ili gdje postoji samo ograničena primjena FRA. Sve granice moraju biti temeljene na operativnim zahtjevima, a ne na granice FIR-ova ili sektora kontrole zračnog prometa. [2]

„Kako bi struktura zračnog prostora Europe bila usklađena potrebno je da:

- donja vertikalna granica bude usklađena sa cijelom Europskom mrežom kako bi se osigurala povezanost sa susjednim prostorima;
- minimalna razina mora bude jednaka ili veća od minimalne visine koja se može koristiti za izvođenje operacija.“ [10]

Za područja u kojima je oblik lateralnih granica FIR-a/gornje područje letnih informacija (Upper information region – UIR) ili jedinica kontrole zračnog prometa takav da direktne rute mogu dovesti do izlaska iz zadanog zračnog prostora u određenom vremenskom intervalu, mora se osigurati da je primjenjivost FRA organizirana na osnovi operativnih zahtjeva i da se u isto vrijeme temelje na određenim ugovorima napravljenima sa susjednim jedinicama kontrole

zračnog prometa ili sa susjednim državama. Ukoliko postoje takve situacije i iste su neizbježne, mora se u odgovarajućim publikacijama objaviti sadržaj horizontalne točke za ulaz ili izlaz iz FRA prostora.[10]

### 2.1.1. Rezervacije zračnog prostora

Rezervacija zračnog prostora unutar FRA prostora je određeni zračni prostor definiranih dimenzija koji se koristi isključivo za potrebe pojedinih korisnika te može biti:

- a) privremeno rezervirano područje (TRA – temporary reserved area),
- b) privremeno podijeljeno područje (TSA – temporary segregated area),
- c) prekogranično područje (CBA – cross border area),
- d) opasna područja (D – danger),
- e) ograničena područja (R – restricted) i
- f) zabranjena područja (P – prohibited).[2]

Rezervacije unutar FRA prostora mogu biti stalno aktivne ili samo u određenim vremenskim intervalima i na određenim razinama, te u slučaju kada je rezervacija aktivna se mogu prijeći ili zaobići ovisno o stupnju koordinacije i statusa aktivnosti u tom području. Unutar područja u kojima procedure koordinacije i uvjeti zračnog prostora dopuštaju, korisnicima zračnog prostora je dozvoljena promjena plana leta kroz zračni prostor u kojem su aktivne određene rezervacije, međutim rerutiranje se mora izdati ukoliko taj isti prostor nije slobodan za prelazak.[10]

U slučajevima kada se u određeni zračni prostor ne smije ulaziti, određuju se FRA točke u nacionalnim AIS publikacijama, kako bi se omogućilo planiranje leta oko rezervacije prostora koje omogućavaju dovoljnu separaciju zrakoplova. Ukoliko se ove točke trebaju koristiti samo u svrhu zaobilaska rezerviranog zračnog prostora, posebni uvjeti za njihovo korištenje i za planiranje leta se također moraju objaviti unutar dokumenta raspoloživosti ruta (Route availability document – RAD).[10]

Dokument o raspoloživosti rute je izdan na osnovu uredbi Europske komisije:

- I. Uredba br. 255/2010. s kojom su utemeljena zajednička pravila upravljanja zračnim prometom,
- II. Uredba br. 677/2011. s kojom su utemeljena pravila za implementacije mrežne funkcije upravljanja zračnim prometom,
- III. Uredba br. 691/2010. dodatak 1 tzv. projektiranje Europske rutne mreže. [10]

„RAD je zajednički i univerzalni dokument koji sadrži osnove postupaka, procedura, opis ruta, kao i pravila za prijelaz iz prostora fiksne rutne mreže u prostor slobodnih ruta i obrnuto, i

njihova raspoloživost, međutim ovaj dokument se koristi i kao alat za upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa uspostavljen u svrhu planiranja leta.“[10]

Implementacijom FRA prostora protok zračnog prometa će biti raspoređen unutar cijelog sektora, te se promet neće nastaviti križati na poznatim točkama zbog čega je potrebna nova sektorizacija. Prema dokumentu ERNIP I kako bi se optimizirao protok zračnog prometa FRA sektori moraju biti:

- nacionalno, FIR/UIR-ovima neograničen;
- osposobljeni za rekonfiguraciju kako bi se zadovoljila prometna potražnja;
- mora postojati strukturirana metodologija za područja gdje postoje značajne fluktuacije u smjeru i količini protoka zračnog prometa.[10]

Prema ERNIP I kriteriji za dizajniranje sektora moraju uzeti u obzir sljedeće:

- princip protoka i orijentacije zračnog prometa;
- smanjenje kratkih prijelaza kroz sektore;
- smanjiti broj ponovnih ulazaka u sektor ili prostor jedinice kontrole zračnog prometa;
- pozicije rezervacija zračnog prostora;
- povezanost sa susjednim prostorima fiksnih ruta;
- koordinaciju civilnog i vojnog zračnog prometa.[10]

Upravljanje zračnim prostorom u FRA prostoru za razliku od prostora mreže fiksnih ruta se sastoji od davanja operaterima podataka o slobodnom prostoru a ne slobodnim rutama, a svim letovima u preletu preko se daju informacije o rezervacijama kako bi mogli izbjeći ta područja.[2]

Međusobno dijeljenje ažuriranih podataka o rezerviranom zračnom prostoru je obvezno među jedinicama kontrole zračnog prometa, odgovarajuće vojne vlasti, korisnika zračnog prostora i upravitelja mreže. [2]

Promjena struktura ICAO-ovog (ICAO – International Civil Aviation Organization) plana leta za prostor slobodnih ruta nije predviđena tako da je obaveza korisnika zračnog prostora da šalje plan leta i prijedlog željene rute koja zaobilazi rezervirani prostor, međutim procedure planiranja leta unutar FRA prostora moraju biti povezane s procedurama mreže fiksnih ruta, razumljive i lagane za korištenje. Objavljivanje principa planiranja leta se izvodi posebno za opći zračni promet (GAT – General Air Traffic) i operativni zračni promet (OAT - Operational Air Traffic). Za poboljšanje operativnih uvjeta korisnicima se može omogućiti planiranje leta po neobjavljenim među-točkama. Podatci o namjeravanom profilu i ruti svakog leta kao i sve izmjene kontinuirano se dijele među kontrolorima leta, operaterima i NMOC. [10]

Upute za korištenje unutar FRA prostora ne ograničavaju duljinu segmenta leta za koji nisu navedeni detalji rute između dvije točke koji se dostavljaju IFPS-a za obradu (Direct – DCT) osim u slučaju kada je tako navedeno od strane ICAO-a. Obradivanje planova leta i provjera procesa tranzicije iz FRA u prostor mreže fiksnih ruta će se obavljati putem IFPS-a.[10]

### 2.1.2. Modeli prostora slobodnih ruta

Unutar Centralne baze podataka o zračnom prostoru i kapacitetima (CACD - Central Airspace And Capacity) se mogu implementirati dva modela prostora slobodnih ruta: potpuni FRA model i FRA model s među-točkama.[3]

Model potpunog prostora slobodnih ruta je model u kojem:

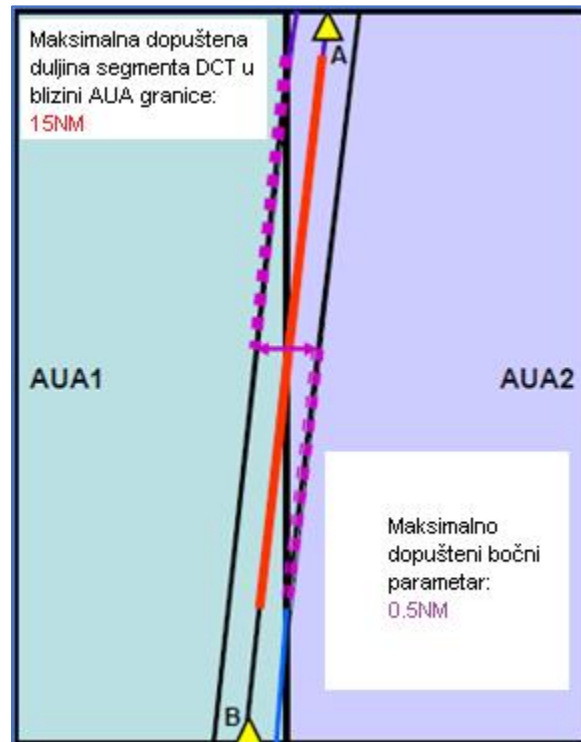
- letovi se provode iz FRA horizontalne ulazne točke do FRA horizontalne izlazne točke;
- letovi se mogu provesti preko jedne ili više FRA među-točaka;
- FRA među-točke su neobvezne u plan leta;
- sve objavljene točke se mogu koristiti;
- neobjavljene točke, koje su određene zemljopisnim koordinatama se isto tako mogu koristiti;
- letovi se mogu obavljati sukladno pravilima korištenja FRA prostora ili sukladno pravilima korištenja mreže fiksnih ruta ukoliko su te opcije raspoložive;
- izvan zračnog prostora mreža fiksnih ruta se može prelaziti korištenjem DCT preko bilo koje među-točke FRA prostora. [3]

Model FRA s među-točkama je model u kojem:

- letovi se provode sa FRA horizontalne ulazne točke do FRA horizontalne izlazne točke;
- letovi se mogu provesti preko jedne ili više FRA među-točaka;
- FRA među-točke su neobvezne u plan leta;
- mogu se koristiti samo definirane FRA među-točke;
- neobjavljene točke, određene zemljopisnim koordinatama se ne smiju koristiti;
- letovi se mogu obavljati sukladno pravilima korištenja FRA prostora ili sukladno pravilima korištenja mreže fiksnih ruta ukoliko su te opcije raspoložive;
- DCT ograničenje u FRA prostoru postavljeno je na CACD 0NM, što znači da izvan mreže fiksnih ruta se zračni prostor može prijeći DCT-om samo sa FRA horizontalne ulazne točke do FRA horizontalne izlazne točke ili preko posebno dozvoljenih FRA među-točaka. [3]

### 2.1.3. Obrada planova leta - provjera udaljenosti od AUA granice

Obrada planova leta sa strane IFPS sustava uključuje procjenu udaljenosti od granice prostora jedinice kontrole zračnog prometa (ATC unit airspace - AUA). Procjena udaljenosti se izvodi kako bi se pomoću putanje zrakoplova moglo klasificirati letove kao letove za koje je potrebna dodatna koordinacija među jedinicama kontrole zračnog prometa. [3]



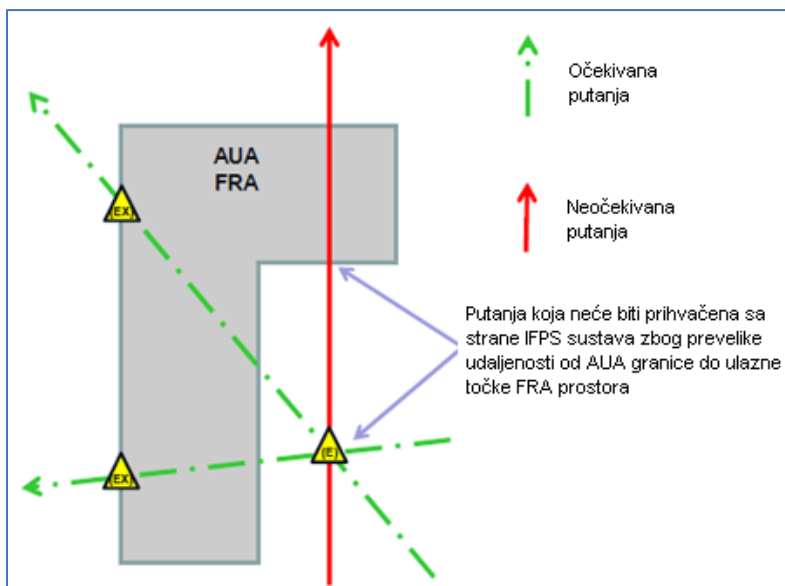
Slika 1. Primjer putanja DCT u blizini prostora dvije jedinice kontrole zračnog prometa[4]

Ova provjera poznata pod imenom „letenje duž granice“ izvodi se kada je segment DCT u blizini AUA granice. Sustav IFPS provjerava duljinu i udaljenost segmenta u odnosu na granicu zračnog prostora, te ukoliko je izvan dopuštenih vrijednosti, IFPS sustav javlja pogrešku. Proces je prikazan na slici 1. Granice za koje IFPS ne javlja pogrešku su kada je maksimalna duljina DCT segmenta jednaka ili veća od 15NM, a maksimalna udaljenost od granice  $\pm 0.5\text{NM}$ . Međutim, sustav IFPS-a neće javiti pogrešku između dva AUA prostora koja pripadaju istoj zemlji, i između susjednih prostora AUA iznad oceana. [3]

### 2.1.4. Obrada planova leta - provjera udaljenosti u FRA prostoru

Kod IFPS obrade podataka, države, FAB-ovi ili ANSP-ovi moraju biti sigurni da zrakoplov ulazi i izlazi iz FRA prostora po putanji koju oni mogu predvidjeti, tako da postoji procedura gdje se mjeri maksimalna dopuštena udaljenost od ulazne/izlazne FRA točke prostora do granica AUA prostora. Udaljenost se izračunava uzimajući pozicije FRA horizontalne ulazne/izlazne točke i

oblik AUA prostora. Maksimalna dopuštena udaljenost koju zrakoplov može prijeći između FRA ulazne/izlazne točke i granice AUA prostora prije ulaska u taj prostoru mora biti najmanje dva puta veća od najkraće udaljenosti između te točke i granice prostora +5NM. [3]



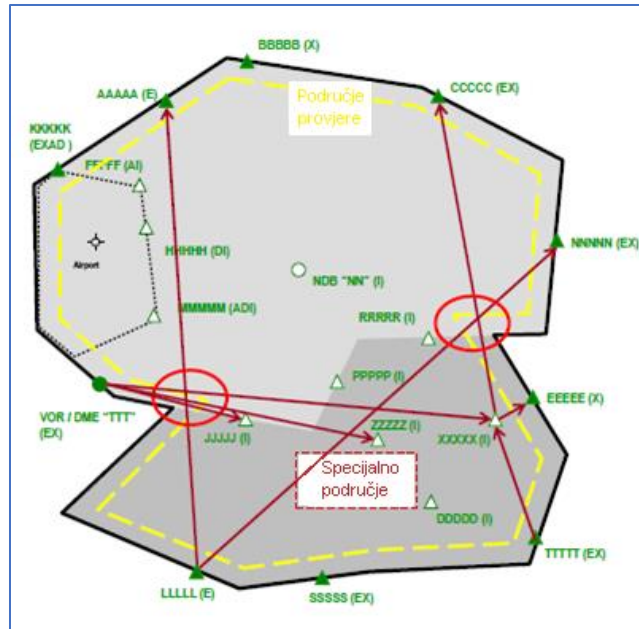
Slika 2. Provjera udaljenosti između FRA točaka i granica AUA prostora[3]

Na slici 2, crvenom bojom prikazana je putanja koja neće biti prihvaćena od strane IFPS-a, dok su zelenom bojom prikazani primjeri prihvatljive (očekivane) putanje. [3]

### 2.1.5. Zaštita od približavanja granica FRA prostora

Pri obradi planova leta potrebno je napraviti zaštitu od približavanja letova granici FRA prostora, međutim IFPS sustav ne provjerava putanje koje su na većoj udaljenosti od granice od 5NM na obje strane. [3]



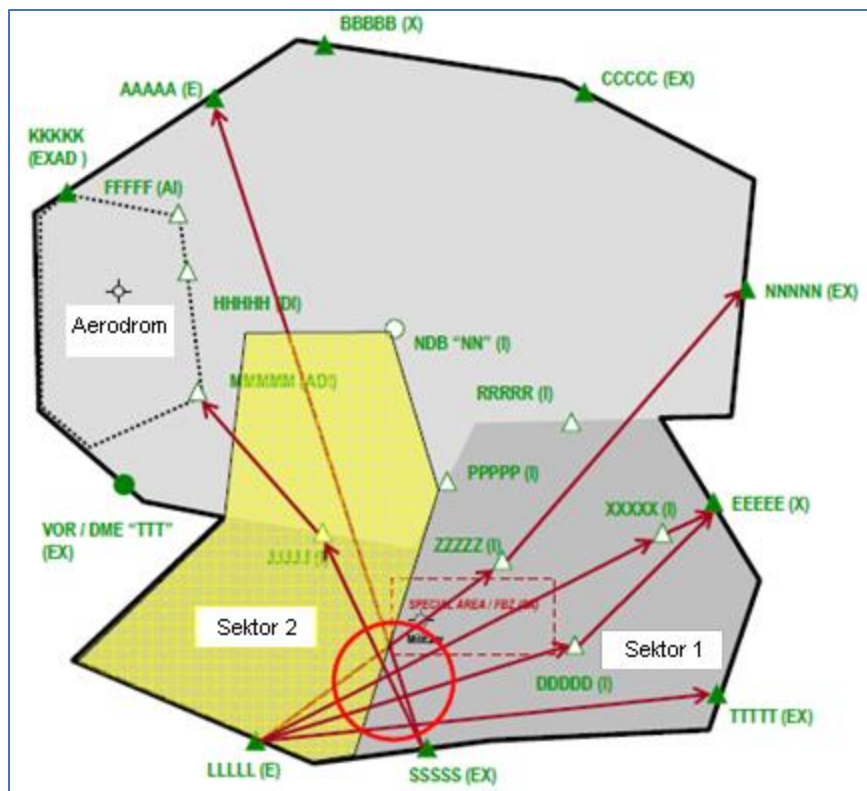


Slika 3. Križanje tokova prometa u blizini granice FRA prostora [3]

Dokument RAD omogućava da se korištenjem pan - europskog dodatka, mogu opisati zabranjeni DCT koji se nalaze u neposrednoj blizini do granice kako se ne bi smjeli koristiti za planiranje leta. Primjer narušavanje norme udaljenosti DCT od granice prikazan je na slici 3. [3]

### 2.1.6. Prevencija križanja tokova prometa unutar FRA

Također dokumentom RAD, putem pan-europskog dodatka se može spriječiti križanje tokova prometa u neposrednoj blizini AUA granice, ovaj proces prikazan je na slici 4. Svrha ovog procesa je zabraniti putanje u slučaju kada su dvije uzastopne dolazne/odlazne točke odvojene granicom od 2 različita sektora kontrole zračne plovidbe - KZP i križanje tokova na granici je neprihvatljivo. [3]



Slika 4. Primjer križanja tokova unutar FRA na granici sektora KZP-a [3]

### 2.1.7. Vertikalno povezivanje prostora slobodnih ruta

Vertikalnim povezivanjem se opisuju procedure ulaska i izlaska iz područja prostora slobodnih ruta prelaženjem njegovih definiranih vertikalnih granica, te se odnosi na zračni promet u dolasku i odlasku i na promet koji mijenja razinu krstarenja, pri tome izlazi ili ulazi u prostor slobodnih ruta, s time da se ne uzima u obzir promet koji održava visinu. [3]

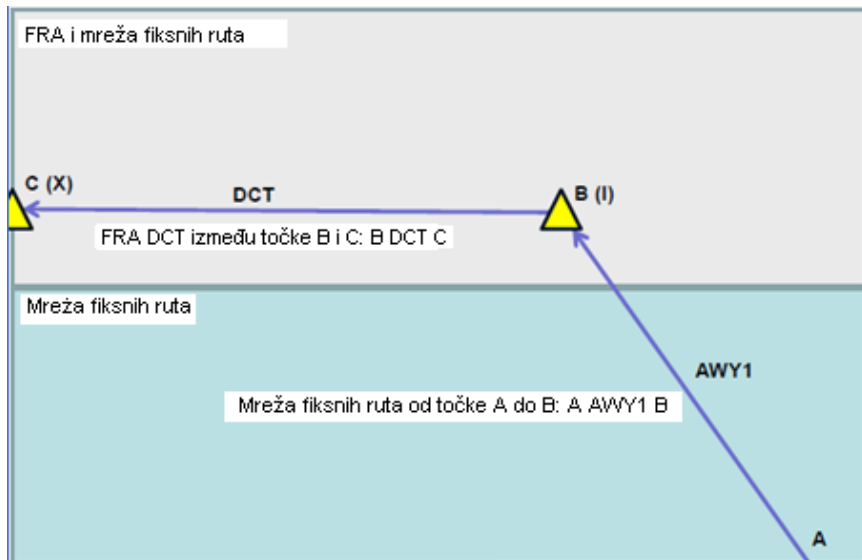
Proces vertikalnog povezivanja odnosi se na:

- prostor slobodnih ruta koji koegzistira s mrežom fiksnih ruta; i na
- prostor slobodnih ruta koji ne koegzistira s mrežom fiksnih ruta. [3]

Letovi mogu vertikalno ulaziti u FRA prostor pomoću mreža fiksnih ruta (za koje nije potrebno korištenje ulazne FRA točke) ili odgovarajuće standardne odlazne procedure (SID – standard instrument departure). [3]

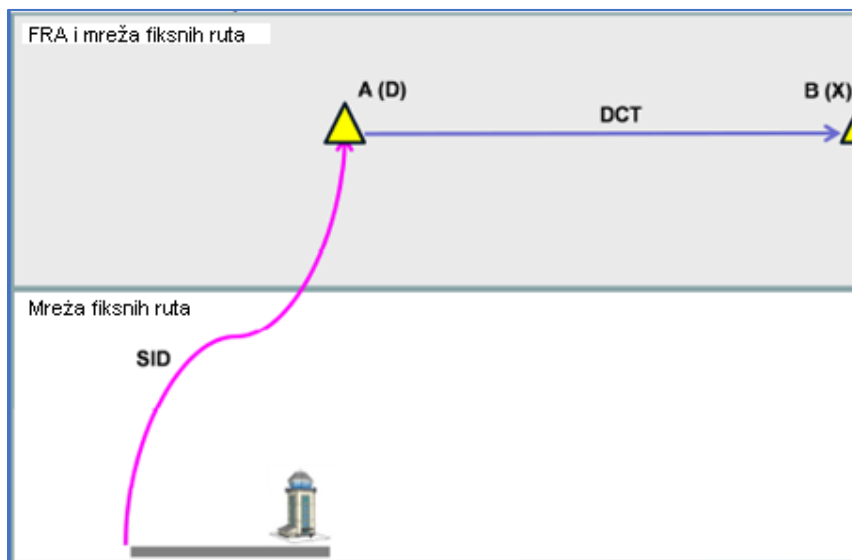
Na slici 5 prikazan je način kako se mrežom fiksnih ruta može doći do prve FRA točke tzv. među-točke B koja je na visini većoj od minimalne razine tog FRA prostora i izaći iz tog prostora korištenjem horizontalne izlazne FRA točke C. U slučaju kada se koristi SID procedura mogućnost ulaska ovisi o minimalnoj razini FRA prostora i maksimalnoj razini SID-a i moguća je samo ukoliko se ove dvije razine preklapaju. Ovaj način vertikalnog povezivanja prostora je prikazan na slici 6

gdje se vidi da je točka A među-točka za spajanje a točka B FRA točka za horizontalni izlazak iz prostora.[3]

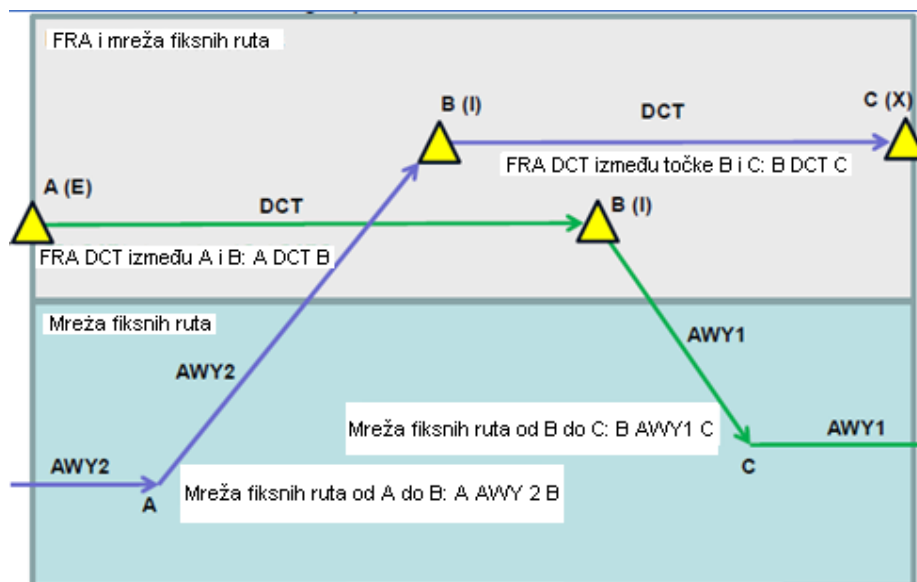


Slika 5. Putanja zrakoplova u odlasku, iz prostora mreže fiksnih ruta u FRA prostor [3]

Prije navedena pravila se odnose i na slučaj kada se radi o prometu u dolasku, te se u ovim slučajevima za izlazak iz FRA prostora vertikalno može koristiti mreža fiksnih ruta i odgovarajuća standardna dolazna procedura (STAR – standard arrival). U slučaju kada se radi o preletima vrijede isti principi za izlazak i ulazak unutar zračnog prostora slobodnih ruta kao posljedica zahtijevane promjene razine leta (RFL-requested flight level), kao što je prikazano na slici 7. [3]



Slika 6. Putanja zrakoplova u odlasku, iz prostora mreže fiksnih ruta u FRA, SID procedurom [3]



Slika 7. Putanja zrakoplova u preletu iz FRA u prostor mreže fiksnih ruta i obrnuto [3]

## 2.2. FRA publikacije

Korištena terminologija i frazeologija operacija unutar FRA prostora, objavljuje se unutar Publikacije zrakoplovnih informacija (Aeronautical information publication - AIP), GEN 2.2, i unutar dokumenta ICAO Doc 8400.[10]

Prema dokumentu ERNIP I procedure koje se odnose na određene FRA točke su opisane unutar posebnih dijelova AIP-a. FRA procedure kao dodatne na osnovne IFR procedure su opisane unutar dio AIP-a ENR 1.3 - Pravila instrumentalnog letenja (Instrument Flight rules - IFR), osnovne FRA procedure unutar ENR 1.3.4., i u slučaju da je implementiran prekogranični FRA prostor procedure za uključeni FIR/UIR ili kontrolirano područje (control area - CTA) će biti navedene unutar ENR1.3.[10]

Prema dokumentu ERNIP I FRA sektori objavljeni su unutar ENR2.1 za FIR/UIR, dok ENR 2.2. se koristi za ostali regulirani prostor. Ukoliko je FRA implementiran na prekogranični prostor susjednih FIR-ova, publikacije ovih podataka moraju biti objavljene unutar ENR2.2. dijela publikacije. Podjela odgovornosti za pružanje ATS usluga je opisana unutar ENR 2.2.[10]

Prema dokumentu ERNIP I rute spajanja FRA i prostora mreže fiksnih ruta opisane su u dijelu ENR3.5, a značajne FRA točke unutar dijela ENR 4.1 (radio navigation aids) i ENR4.4 (name-code designators for significant points). Pojašnjenje i objašnjenje značajnih točaka označava se slovima:

- „E“ horizontalna ulazna točka;
- „X“ horizontalna izlazna točka;

- „I“ među-točka;
- „A“ točka spajanja u dolasku;
- „D“ točka spajanja u odlasku[10].

Rezervacije zračnog prostora objavljuju se unutar dijela ENR 5, a specijalna područja (SA - special areas) unutar:

- ENR 1.9 - ATFM/ASM - uključuje osnovne podatke o CDR i TSA/TRA;
- ENR 5.1. zabranjena, ograničena i opasna područja (P - prohibited, R - restricted i D - danger);
- ENR 5.2. vojne vježbe i područja za izvođenje vježbi (TSA/TRA).[2]

Što se tiče objavljenih karata, implementacija prostora slobodnih ruta može utjecati na rutne i aerodromske karte, tako da za rutne karte postoje dvije alternative od koje prva je ugraditi potrebne podatke unutar postojeće rutne karte i ukoliko prekogranična FRA implementacija obuhvaća nekoliko država onda treba izraditi novu kartu, koje su objavljene unutar ENR 6. En route charts.[10]

### 2.3. Ograničenja država

Države/FAB-ovi/ANSP-ovi mogu definirati zabrane s kojima se ograničavaju DCT segmenti letova:

- od značajne do značajne točke; i
- za prelazak preko susjednog sektora. [3]

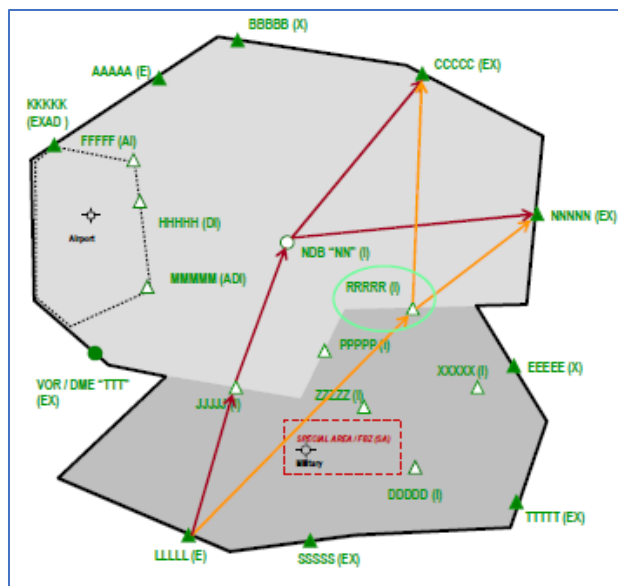
Na slici 8 prikazan je primjer izraza neprihvatljivih FRA DCT-a s kojim se izbjegavaju križanja koja se temelje na značajnoj točki. [3]

Point	Utilisation
LLLLL	Not available for traffic via ZZZZZ / XXXXX / DDDDD / TTTTT.

Slika 8. RAD Pan-europski dodatak koji pokazuje neprihvatljivi FRA DCT [3]

#### 2.3.1. Obvezne FRA među-točke

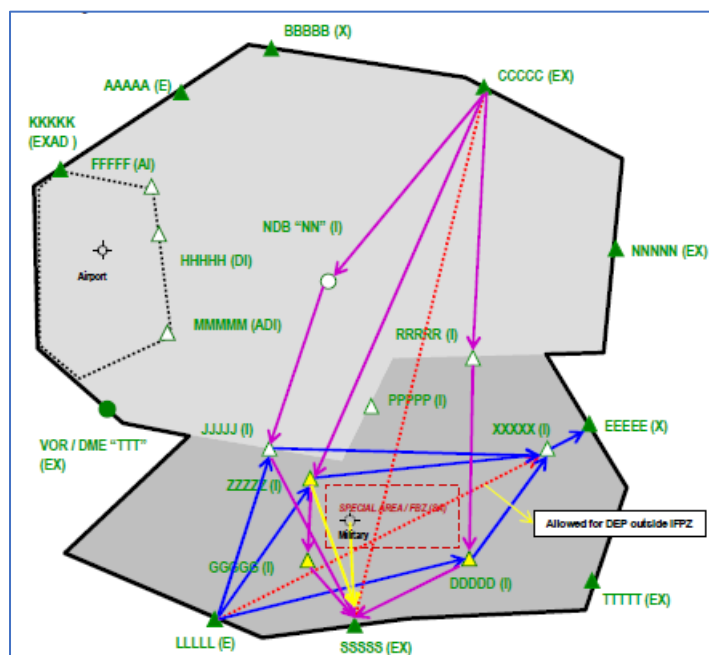
Kako bi države mogli zabraniti ili ograničiti protok prometa preko određenih FRA točaka pomoću RAD dokumenta se mogu određene među-točke pretvoriti u obvezne među-točke. Na slici 9 prikazan je primjer korištenja obvezne FRA među-točke pod nazivom RRRRR, i metoda kako bi se smanjio broj letova na lijevoj strani zadanog prostora eliminacijom crvene putanje. [3]



Slika 9. Obvezna FRA među-točka -RRRRR [3]

### 2.3.2. Izbjegavanje opasnih područja

Dokumentom RAD se može opisati planiranje leta preko aktivnih opasnih područja i države/FAB-ovi/ANSP-ovi mogu odrediti FUA zabrane zračnog prostora kao rezultat aktivacije zabranjenog prostora (RSA - restricted airspace). [3]



Slika 10. Primjer izbjegavanja opasnog područja u FRA prostoru[3]

Države/FAB-ovi/ANSP-ovi mogu također pridružiti i posebne uvjete za korištenje FRA značajnih točaka. Ovaj proces je prikazan na slici 10. [3]

Postoje dva tipa izbjegavanja opasnih područja, cjelovito i parcijalno izbjegavanje opasnog područja. U slučaju parcijalnog izbjegavanja države/FAB-ovi/ANSP-ovi mogu uključiti, kao dozvoljene, jednu ili kombinaciju navedenih tokova prometa:

- Dolaskom i odlaskom od/do određenih aerodroma:
  - bez drugih referenci zračnog prostora;
  - preko određene značajne točke;
  - preko određene mreže fiksnih ruta;
  - preko određenog segmenta rute;
  - preko određenih DCT;
- vojni opći promet;
- preko određene:
  - značajne točke;
  - mreže fiksnih ruta;
  - preko segmenta mreže fiksnih ruta;
  - DCT-a. [3]

### 3. Mjerenje učinkovitosti ATM sustava

Jedan od načina kako bi se omogućila optimizacija procesa ujedinjenja Europskog neba je imati jasan prikaz i točne procjene trenutnog stanja učinkovitosti ATM sustava. Europska komisija trećeg svibnja 2013. uspostavlja uredbu 390/2013. s kojom se definira shema zahtijevanog učinka za usluge zračnog prometa i mrežnih funkcija. Struktura zahtijevanog učinka je uspostavljena s ciljem da bi se postigao održiv razvoj sustava zračnog prijevoza stalnim poboljšanjem učinkovitosti usluga zračnog prometa.

Zahtijevani učinak odnosi se na područja: sigurnost, okoliš, kapacitet, troškovna učinkovitost, operativna učinkovitost i zaštita u zračnom prometu. Shema zahtijevanog učinka se koristi na razini Europe, FAB-ova i na nacionalnoj razini. Na razini države, nacionalna nadzorna tijela imaju ključnu ulogu u implementaciji shema performansi. [1]

#### 3.1. Ključni pokazatelji učinkovitosti za sigurnost

„Kao ključni pokazatelj učinkovitosti sigurnosti, definira se učinkovitost sustava za upravljanje sigurnošću unutar članica, njihovih nacionalnih nadzornih vlasti i pružatelja usluga certificiranih za pružanje usluga u zračnom prometu, komunikaciju, navigaciju i usluge nadzora.“ Ovaj pokazatelj se mjeri razinom provedbe ciljeva upravljanja: upravljanje rizicima, garancija sigurnosti, promocija sigurnosti i sigurnosne politike.[1]

Kao ključni pokazatelj učinkovitosti sigurnosti koristi se klasifikacija rizika prema ozbiljnosti koja se zasniva na metodologiji alata za analizu rizika na prijavljena narušavanja separacija, neautorizirani izlasci na USS-e i ATM specifični događaji. Kada se prijavljuju navedeni događaji koriste se sljedeće klase ozbiljnosti: katastrofalna nezgoda, ozbiljna nezgoda, značajna nezgoda, događaj bez sigurnosnog učinka, događaj sa neodređenim sigurnosnim učinkom.[1]

Ključni pokazatelj učinkovitosti sigurnosti povezan je uz razinu prisutnosti i razinu nepostojanja pravedne kulture. [1]

#### 3.2. Ključni pokazatelji učinkovitosti za okoliš

Kao ključni pokazatelj učinkovitosti za okoliš, definira se „prosječna horizontalna rutna učinkovitost, odnosno uspoređivanje duljine stvarne putanje na ruti (misli se na udaljenost izvan 40NM radijusa oko aerodroma) i optimalne putanje koja je u prosjeku duljina ortodrome, koja se zbraja za sve IFR letove koji su obavljani unutar promatranog zračnog prostora ili koji su prešli preko tog prostora“. [1]



Kao drugi ključni pokazatelj učinkovitosti za okoliš, se koristi razina efektivne uporabe civilno-vojnih zračnih struktura npr. TSA, CBA, i kondicionalne rute (Conditional routes – CDR).[1]

### **3.3. Ključni pokazatelji učinkovitosti za kapacitet**

Ključni pokazatelj učinkovitosti za kapacitet je definiran kao „prosječan broj minuta kašnjenja na ruti po letu kao rezultat sustava za upravljanje zračnim protokom prometa (Air traffic flow management - ATFM).“ Rutno ATFM kašnjenje je kašnjenje preračunato od strane centralne jedinice ATFM-a definirano u odredbi br. 255/2010. i izraženo kao razlika između zahtijevanog vremena polijetanja sa strane operatera u posljednjem predanom planu leta i preračunatog vremena polijetanja od strane centralne ATFM jedinice. Pokazatelj uključuje sve IFR letove unutar prostora, računa se za cijelu godinu i objašnjava uzroke za navedena kašnjenja.[1]

### **3.4. Ključni pokazatelj učinkovitosti za troškovnu učinkovitost**

„Ključni pokazatelj učinkovitosti za troškovnu vrijednost je utvrđeni jedinični trošak koji je omjer utvrđenih troškova na dijelu rute i predviđenom prometu izražen u servisnim jedinicama (service units).“ Pokazatelj je izražen u stvarnim jedinicama u nacionalnoj valuti, te izražava se svake godine za određena razdoblja.[1]

„Drugi ključni pokazatelj učinkovitosti za troškovnu vrijednost je utvrđeni jedinični trošak za terminalne usluge i definiran je kao pokazatelj jednak omjeru utvrđenih troškova i predviđenog prometa, izražen u terminalnim servisnim jedinicama, koje su uključene u planove učinkovitosti.“ Ovaj pokazatelj je također izražen u nacionalnoj valuti, te izražava se svaku godinu za određena razdoblja. [1]

### **3.5. Pregled izvještaja o kontroli izvedbe za 2015.**

Komisija za procjenu učinka (Performance review commission – PRC) uspostavljena u 1998 kao tijelo Eurocontrol-a pruža informacije i savjete o učinku sustava upravljanja zračnim prometom na osnovi istraživanja, analize podataka i suradnje sa sudionicima s ciljem osiguravanja učinkovitog upravljanja Europskim sustavom za upravljanje zračnim prometom. Jedan dokument koji izdaje PRC je dokument Pregled izvedbi (performance review report – PRR) 2015. u kojem je prikazana procjena učinka usluga u zračnoj plovidbi za 2015., mjerena pokazateljima učinkovitosti. [8][9]

Porast u ukupnom broju kontroliranih letova u Europi od 1.5% je primijećen u 2015. u odnosu na 2014., od kojih najveća vrijednost je u zračnom prostoru Turske, Bugarske, Mađarske, Britanije i Španjolske, međutim porast prometa u Centralnoj Europi je najviše zbog

preusmjerenog toka prometa od Ukrajinskog zračnog prostora zbog krize u tom periodu. Također veliki utjecaj na Grčki zračni prostor je imalo zatvaranje Libijskog zračnog prostora u kolovozu 2014. što je uzrokovalo promjenu tokova između Europe i Afrike sa zračnog prostora Malte preko zračnog prostora Grčke, pri čemu je došlo do drastičnog povećanja broja letova.[8]

Očekivani porast broja letova na temelju prognoze prometa iz 2015. za 2016. iznosi 2.4%, dok se za daljnje povećanje prometa do 2022. očekuje godišnja stopa od 2.2%. [8]

Najveća točnost letova u Europi je izmjerena 2013., te od tada u 2014. i 2015. se kašnjenja povećavaju, s tim da je u 2015. izmjerena 82.1% učinkovitost.[8]

Varijabilnost prometa određuje razinu predvidljivosti, a manja predvidljivost znači da je teže uravnotežiti potražnju i kapacitet, što uzrokuje manji stupanj učinkovitosti odnosno veća kašnjenja ili troškove.[8]

Pokraj buke, drugi tip utjecaja na okoliš koji prouzrokuje zračni promet i koji je povezan za klimatske uvjete su povećanje emisija stakleničkih plinova CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i kondenzacijskih plinova kao H<sub>2</sub>O koji se stvaraju od ispušnih plinova motora zrakoplova. Metode za smanjivanje količina emisija uključuju: korištenje alternativnih goriva s niskom razinom ugljika, razvitak tehnologije i obnove flote zrakoplova. [8]

### 3.5.1. Pregled izvedbe za sigurnost

Kao što je navedeno u prijašnjim poglavljima, razina sigurnosti se može mjeriti pokazateljima učinkovitosti za sigurnost, te prema podacima iz 2015. godine, korištenjem podataka za 40 zemalja članica, broj ključnih pokazatelja za sigurnost *Neovlašteni ulasci u zračni prostor* (Unauthorised penetrations of airspace – UPA) i ATM specifičnih događaja se povećao, dok se broj narušavanja separacijske norme (separation minima infringements – SMI) i neovlašteni izlasci na USS (RWY incursions - RIs) smanjio.[8]

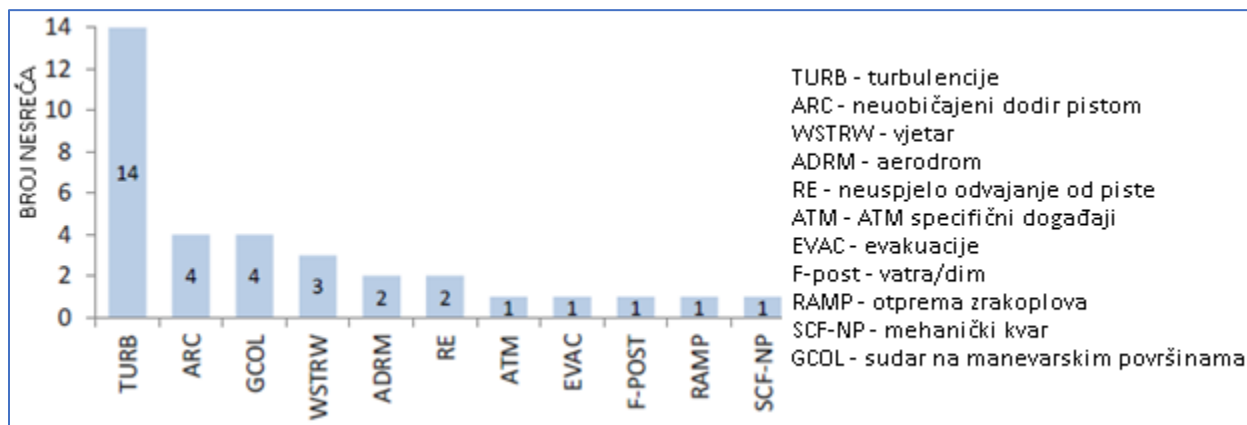
Tablica 1. Ključni pokazatelji učinkovitosti za sigurnost u 2014. i 2015.[8]

Ključni pokazatelji učinkovitosti za sigurnost	2014.	2015.	Promjena [%]
Ukupno SMI	2,359	2,316	-1.8 %
Ukupno RIs	1,442	1,397	-3.1 %
Ukupno UPA	4,325	4,358	+0.8 %
Ukupno ATM specifični dog.	12,287	16,587	+35.0 %
Neocijenjeni [%]	9%	11%	+26.5 %

Podatci u tablici 1 prikazuju ukupan broj događaja, međutim od ukupnog broja događaja samo događaji s razinom ozbiljnosti A i B imaju veliki utjecaj na sigurnost.[8]

Gledajući SMI događaje koje su imali razinu ozbiljnosti rizika A i B, od 2014. do 2015. godine, dolazi do smanjenja od 10.7%, dok UPA događaji koje su imali razine ozbiljnosti rizika A i B, od 2014. do 2015. godine su se povećali za 2%. RIs događaje s razinom ozbiljnosti A i B od 2014. do 2015. smanjili su se za 3%, dok su se ATM specifične događaje razinom ozbiljnosti A i B iz 2014. u 2015. povećali za samo 0.6%.[8]

U razdoblju 2013.-2015. nisu se dogodile nesreće za koji je sustav pružanja usluge u zračnoj plovidbi bio uzrok. Ukupni broj nezgoda u ovom razdoblju je bio rezultat: turbulencija, nepravilno slijetanje, sudar na manevarskim površinama, varijacije vjetra, vatra/dim, otprema zrakoplova i mehanički kvarovi, prikazani na slici 11 u redosljedju od najčešćih do najrjeđih. [8]

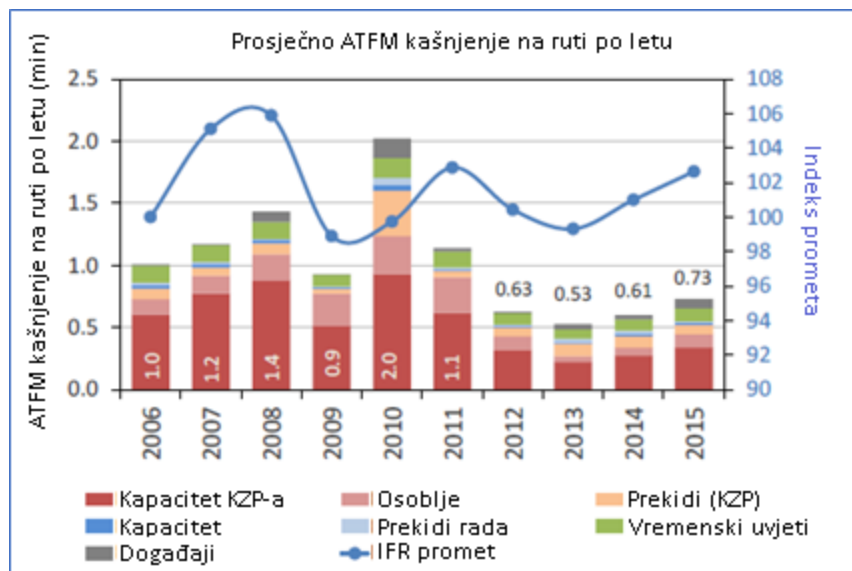


Slika 11. Nesreće povezane uz usluge u zračnoj plovidbi prikazane po kategorijama[8]

Ključni pokazatelj za sigurnost koji obuhvaća izvješćivanje o događajima koji utječu na sigurnost se mjeri na način da se normalizira ukupni broj prijavljenih specifičnih ATM događaja naprema broju sati leta u području. Najveći utjecaj u ovom periodu na izvješćivanje o događajima je imala razina pravedne kulture i kvaliteta sustava za obvezno izvještavanje. [8]

### 3.5.2. Pregled izvedbe za kapacitet

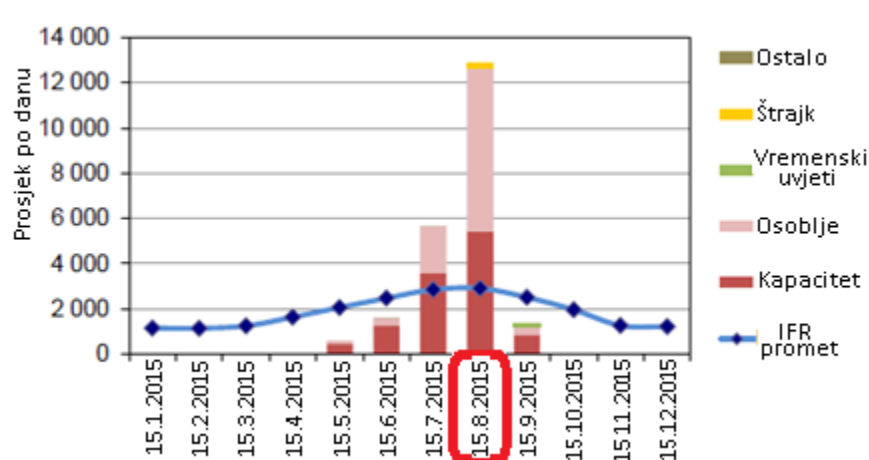
Vrijednost ATFM kašnjenja za područje Europe je povećana za 23.3% u 2015. što odgovara 0.73 minuta po letu na ruti, za razliku od 2014. kada je bilo 0.61 min/letu. Uzroci ovog tipa kašnjenja uključuju: kapacitet zračnog prostora, kapacitet sustava kontrole zračnog prometa, događaji na ruti, osoblje, prekidi, prekidi uzrokovani od kontrole zračnog prometa i vremenski uvjeti. Udio svakog od ovih uzroka prikazan je na slici 12, pri čemu se vidi da kapacitet sustava kontrole zračnog prometa ima najveći udio u ATFM kašnjenja na ruti po letu, te također vidljivo je da su kašnjenja najveća u 2010. Broj letova na koje je ATFM rutno kašnjenje utjecalo povećao se sa 3.2% na 3.9% u 2015. [8]



Slika 12. Prosječno ATFM kašnjenje u Europi[8]

### 3.5.3. Pregled izvedbe kapaciteta zračnog prostora Grčke

Najprometniji mjesec u 2015. u Grčkoj je bio kolovoz u kojem je primijećen najveći porast u ATFM kašnjenjima sa više od 12 000 minuta po danu, s time da je potražnja prometa tijekom vikenda bila 200 do 300 letova veća. Razlog za približno sva ATFM kašnjenja na ovom području se pripisuju nedostatku osoblja ili nedostatku kapaciteta kontrole zračnog prometa. Broj raspoloživih sektora koji su objavljeni u planu mrežnih operacija 2015. – 2019. za Atenski ACC je smanjen na 5, od ukupnog broja raspoloživih sektora u 2012. kada je bio 8.[8]



Slika 13. Mjesečno ATFM kašnjenje i prometa za Athinai [8]

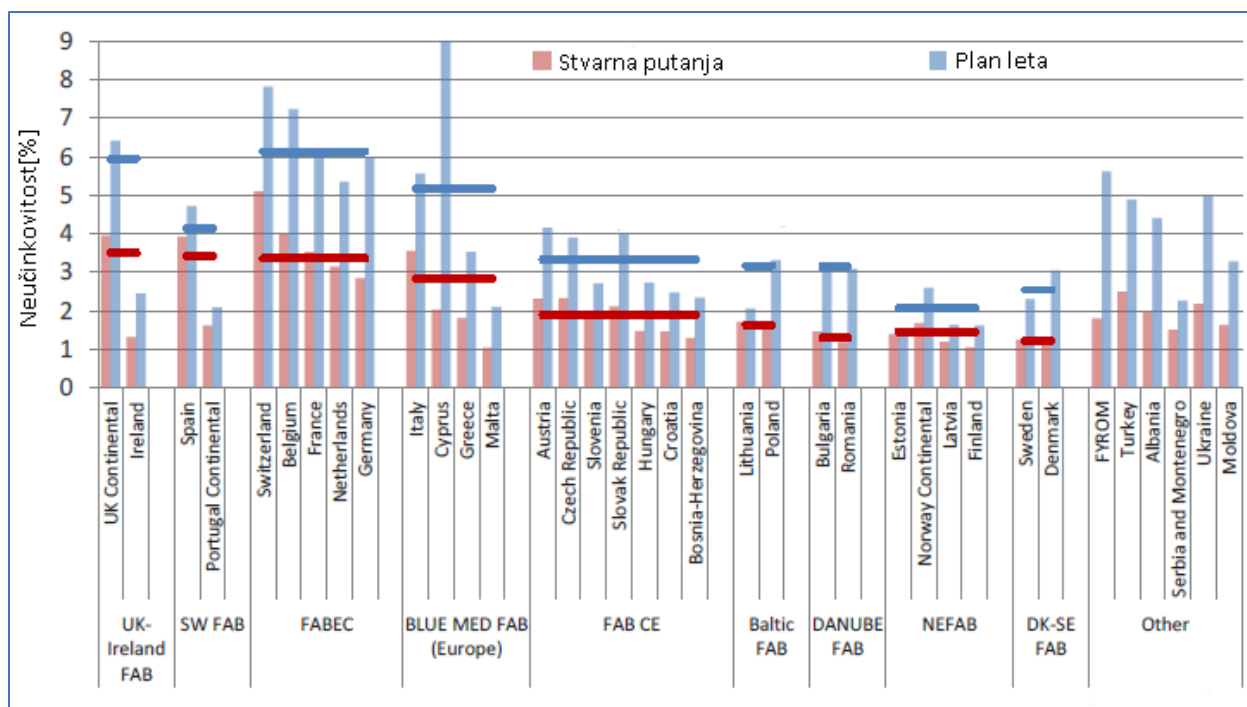
Na slici 13 jasno je vidljivo da su najveća ATFM kašnjenja prisutna u 8 mjesecu, a od uzroka najveći udio ima nedostatak osoblja, pa nedostatak kapaciteta, a onda vremenski uvjeti, štrajkovi i ostalo. [8]

### 3.5.4. Ključni pokazatelji učinkovitosti leta na ruti

Kao prije navedeno, pokazatelji učinkovitosti leta su povezani uz vrijednost koja predstavlja razliku između stvarne i željene putanje. Poslani plan leta predstavlja finalni dokument procesa planiranja korisnika zračnog prostora. Kako bi pružatelji usluga stvorili najveću moguću sigurnost operacija i najučinkovitije upravljanje protokom zračnog prometa potrebno je stvoriti ograničenja. Sami pružatelji bez mrežnog upravitelja Eurocontrol koji ima dostup podatcima cijele Europe ne mogu raditi procjene na globalnoj razini, nego samo na lokalnu, a to nije dovoljno da bi se optimizirala učinkovitost na ruti i zbog toga se podatci o planovima letova šalju Upravitelju mreže. [8]

Prednosti poboljšanja efikasnosti leta nisu samo ekonomske kao ušteda goriva, nego imaju i pozitivan učinak na okoliš i klimatske uvjete u smislu smanjenja ispuštanja štetnih plinova. Prihvaćeno je da se utjecaj zračnog prometa na klimatske uvjete ne odnosi samo na CO<sub>2</sub> plinove, nego da ovisi i o lokaciji, vremenu i tipu emisije. Bitno za utjecaj na okoliš je fizička putanja koja se sastoji od horizontalne i vertikalne komponente, od koji se horizontalna komponenta smatra od većeg ekonomskog i ekološkog značaja što je razlog zašto se ona uglavnom koristi u analizama. [8]

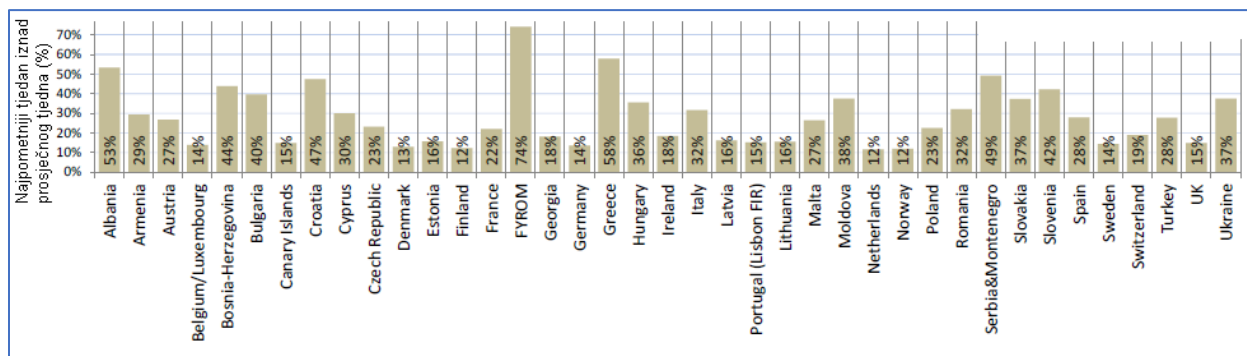
Planirana putanja se dobiva simulacijom planova leta koji su poslani sa strane korisnika do mrežnog upravitelja. Stvarna putanja se zasniva na prerađenim podatcima radarske putanje dobivene sa strane pružatelja usluga do sustava upravljanja protokom unutar Eurocontrol-a. Najčešći čimbenici koji utječu na horizontalnoj učinkovitosti leta na ruti su: potrošnja goriva (ovisno o tipu zrakoplova i vjetru), troškovi osoblja, naplata ruta, upravljanje kašnjenjima, biznis strategije kao i korištenja software za planiranje leta i ažuriranih podataka i raspoloživost rute. [8]



Slika 14. Razlike u učinkovitosti po državi i FAB-ovima [8]

Korištenjem pokazatelja horizontalne učinkovitosti dobiva se graf zemalja i FAB-ova i njihova učinkovitost u ovom području koja je prikazana na slici 14. Vidljivo je da postoji velika razlika između putanja u planu leta i stvarnih putanja, pogotovo u prostoru FABEC-a koji je zaslužan za 40% cjelokupne dodane putanje u Europi i BLUE MED FAB sa 12.6% produžene putanju. [8]

Za Makedonski zračni prostor neučinkovitost planova leta mjerena u postotcima jednaka je 5.5%, a neučinkovitost stvarne putanje 1.9%. Za Grčku je neučinkovitost relativno mala u usporedbi sa svim ostalim državama u Europi, odnosno za planova leta 3.5 %, a za stvarnu putanju 1.9%. [8]



Slika 15. Razlika najprometnijeg tjedna naspram prosječnom tjednu – 2015.[8]

Sa slike 15 vidljive su varijacije prometa u 2015. godini, najprometnijeg tjedna naprema prosječnom. Ove vrijednosti se vjerojatno promijenile u 2017. zbog implementacije prostora slobodnih ruta i ostalih koncepata, međutim prema podacima iz 2015. Makedonija i Grčka imaju najveći postotak varijacije prometa i to od 74% i 58% respektivno.

### **3.6. Pregled izvedbe za 2016.**

Dokument Performance review report 2016. je izdan od strane Eurocontrol-a i odnosi se na praćenje izvedbe usluga u zračnoj navigaciji u zračnom prostoru zemalja članice Eurocontrol-a. Područja na koja se ovaj izvještaj odnosi su: sigurnost, kapacitet, okoliš, troškovna učinkovitost i učinkovitost leta.[9]

Prema PRR 2016. zračni se promet u području Eurocontrol-a nastavio povećavati stopom od 2.4% što je jednako prosječnom povećanju od 681 letova po danu i jednako je prognoziranoj vrijednosti objavljenoj u PRR2015. Najprometniji dan je bio 09.09.2016. sa 34 024 letova. Do najvećeg rasta prometa je došlo u: Portugalu (10.5%), Irskoj (7.5%), Španjolskoj (7.5%) i Poljskoj (7.3 %), dok je do najvećeg pada u prometu došlo u sljedećim zemljama: Ukrajini (9.0%), Moldaviji (8.3%), Armeniji (7.8%) i Albaniji (7.8%).[9]

Prema PRR 2016. očekivan rast prometa u 2017. naprema 2016. u osnovnoj prognozi iznosi 2.8%, dok optimistička i pesimistička prognoza daju povećanje od 4.1% i 1.4% respektivno. Prema ovim prognozama do 2023 očekuje se povećanje zračnog prometa od ukupno 14 % u usporedbi s 2016., što je jednako 11 600 000 letova godišnje.[9]

Prema PRR 2016. kod rezultata kašnjenja u 2016. je došlo do smanjenja od 1.6% naprema 2015., s time da je 80.5% letova bilo na vrijeme, međutim prosječno kašnjenje po zrakoplovu se povećalo s 10.2 min na 11.2 min po odlasku. [9]

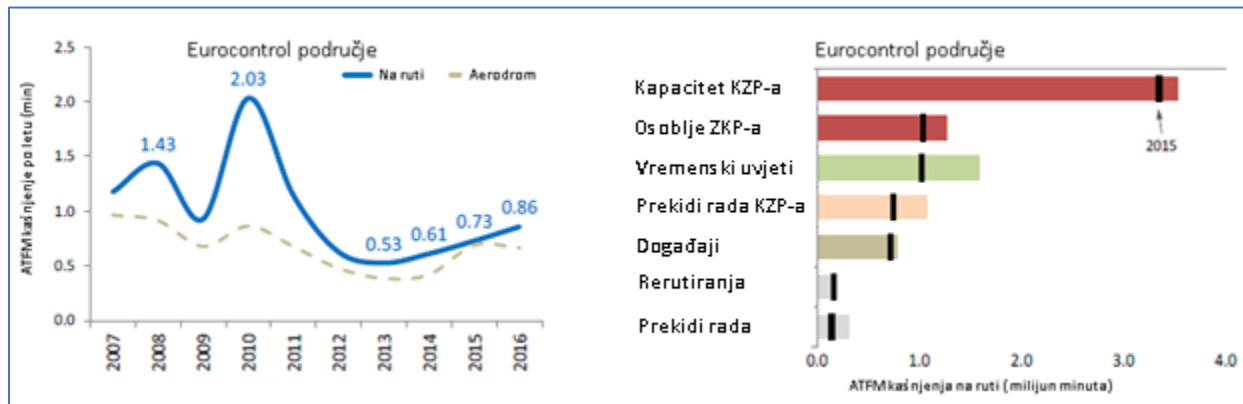
#### **3.6.1. Pregled izvedbe za sigurnost - 2016.**

Tijekom 2015. od ukupno 91 nesreće na području Eurocontrol-a, 18 ih je bilo fatalnih što predstavlja 20% od ukupne vrijednosti. Većina nesreća koje su bile rezultat usluga u zračnoj plovidbi od 2014. do 2016. su povezane uz sudar na manevarskim površinama između zrakoplova i drugog vozila. [9]

Prema broju predanih izvještaja sa strane 40 Eurocontrol članica, došlo je do povećanja od 4.4% u ukupnom broju nezgoda uključujući SMI, RI, UPA i ATM događaje. [9]

### 3.6.2. Pregled izvedbe za učinkovitost leta na ruti – 2016.

Ukupna vrijednost ATFM kašnjenja za područje Eurocontrol-a u 2016. je povećana za 20.9%, što odgovara 0.86 min ili 51 s po letu, naprema vrijednosti ATFM kašnjenja u 2015. od 0.73min. Rezultati ATFM kašnjenja i razlozi prikazani su na slici 16. [9]



Slika 16. ATFM kašnjenja po letu (lijevo) i ATFM kašnjenja milijun minuta (desno) [15]

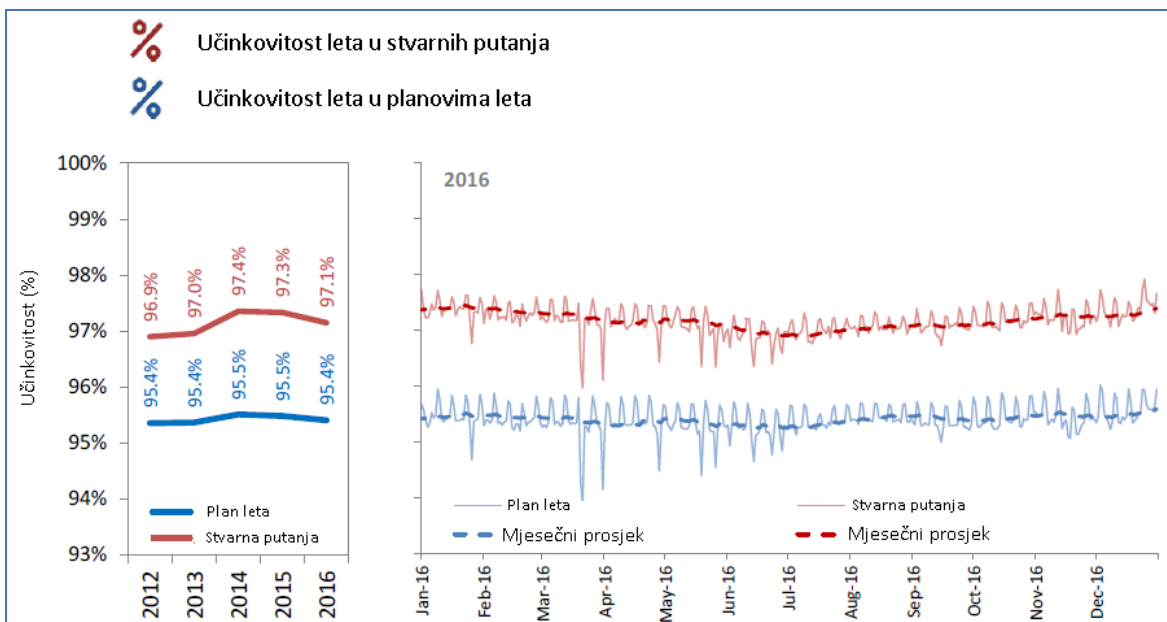
Prema ovim podacima nedostatak osoblja je uzrokovao najveći dio ATFM kašnjenja od 55.3%, dok su vremenski uvjeti uzrokovali 18.3% ATFM kašnjenja, prekid rada KZP-a 12.3%, a kašnjenja uzrokovana od specifičnog događaja 9.1%. [9]

Jedinice oblasne kontrole zračnog prometa koje su imali najveći utjecaj na kašnjenja su bili Brussels, Bordeaux, Prestwick, Maastricht itd. [9]

### 3.6.3. Horizontalna učinkovitost – 2016.

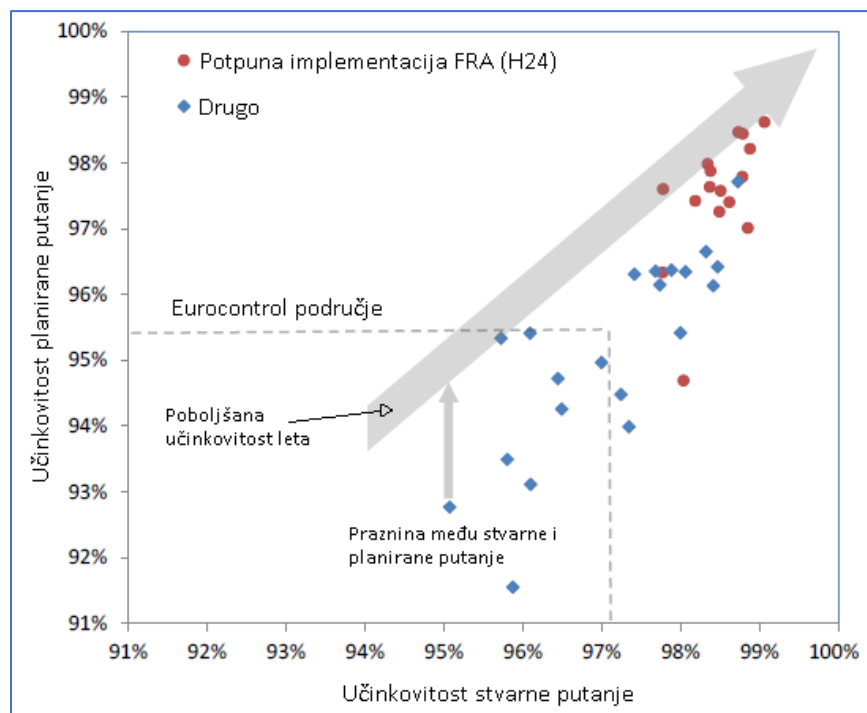
Na području Eurocontrol-a je horizontalna učinkovitost poslanih planova leta u opadanju kada se usporede 2016. i 2015., za koje su vrijednosti respektivno 95.4% i 95.5%, dok se učinkovitost stvarnih putanja smanjila sa 97.3% na 97.1%. [9]





Slika 17. Horizontalna učinkovitost leta na ruti – 2016. [9]

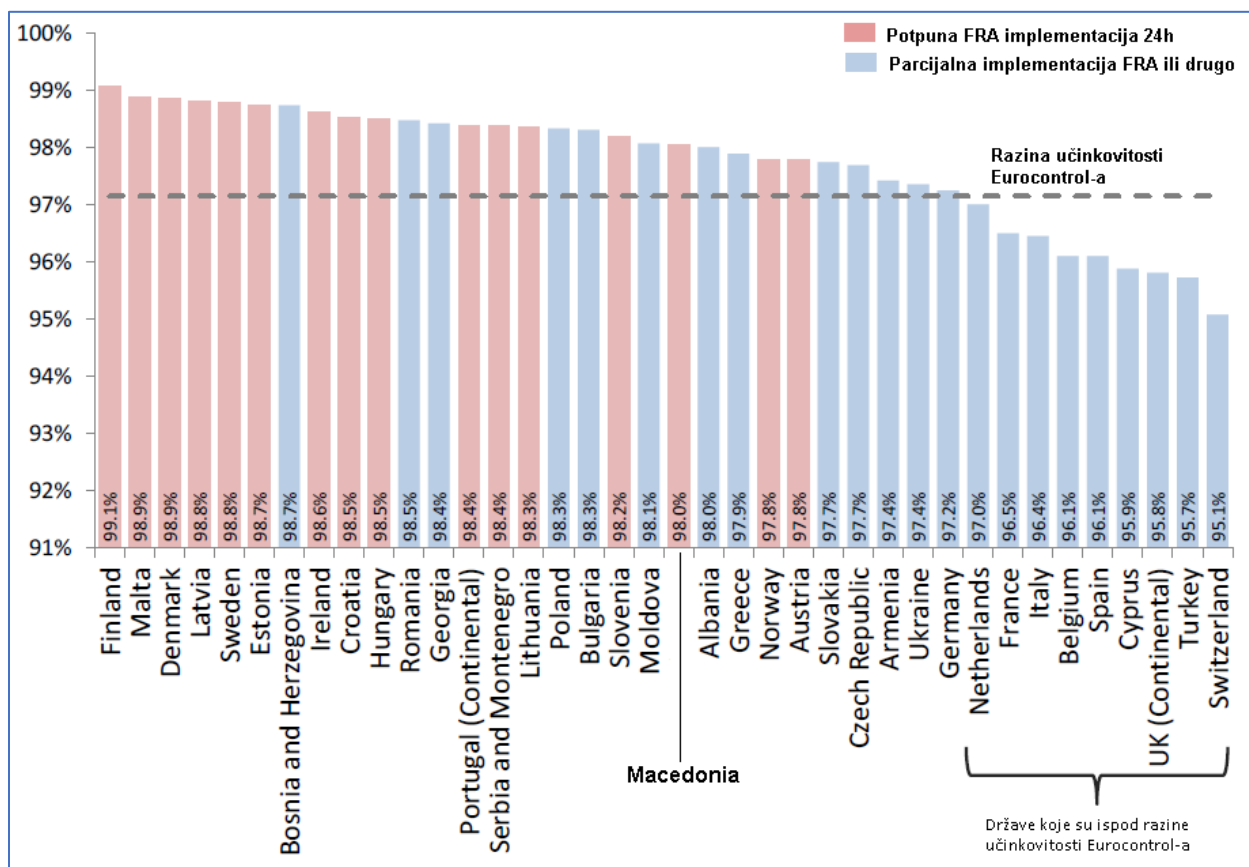
Na slici 17 su prikazani trendovi horizontalne učinkovitosti za 2012., 2013., 2014., 2015. i 2016. na lijevoj strani, pri čemu je vidljivo da se vrijednost povećavala od 2012. do 2014., a u zadnjim godinama je u padu. Na desnoj strani je prikazana promjena učinkovitosti u mjesecima u 2016., pri čemu se može primijetiti da vrijednost učinkovitosti pada obično u sezoni, te da je učinkovitost stvarne putanje podložnija na promjene u sezoni od učinkovitosti plana leta. [9]



Slika 18. Učinkovitost leta po državama za 2016.. [9]

Na slici 18 je vidljiva učinkovitost stvarne i planirane putanje po državama prikazana crvenim i plavim točkama ovisno o tome je li u toj državi implementiran prostor slobodnih ruta ili se operacije letenja izvode po drugim pravilima. Također se mogu primijetiti očite prednosti uvođenja koncepta prostora slobodnih ruta, time da države u kojima je implementiran pokazuju 1.6% bolju učinkovitost od ostalih. Predvidljivost u zračnom prometu je uglavnom određena s razlikom planirane od stvarne putanje, a ova vrijednost je za 1% veća kod država u kojima je implementiran FRA 24h nego kod ostalih. [9]

Prema podacima iz PRR2016., te iz slike 19 Makedonija se nalazi na 20-oj poziciji sa 98% učinkovitosti leta, za razdoblje od kada je implementiran potpuni FRA u tom zračnom prostoru. Grčka je dva mjesta iza sa 97.8% učinkovitosti uzimajući u obzir da se promet izvodi po pravilima mreža fiksnih ruta. [9]

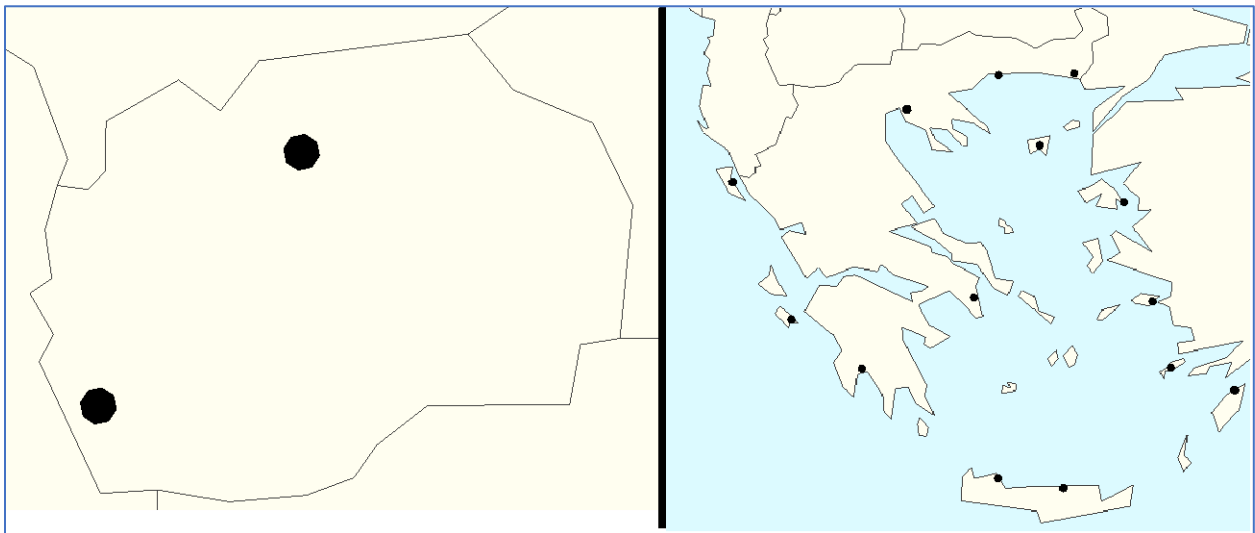


Slika 19. Horizontalna učinkovitost po državama[9]

## 4. Zračni prostor Republike Makedonije i Republike Grčke

Prije iznošenja ciljeva ovog rada o simulaciji protoka zračnog prometa najprije nešto o zračnom prostoru Makedonije i Grčke. Zračni prostor Makedonije ima dimenzije lateralno po granici države i vertikalno iznad. Republika Makedonija je članica internacionalnih organizacija uključujući: ECAC-a iz 1997, Eurocontrol iz 1998, ICAO iz 1993, ITU iz 1993 i trenutno nije članica Europske unije i EASA-e. [6]

Glavni nacionalni sudionici uključeni u sustav upravljanja zračnim prometom su: Agencija za civilno zrakoplovstvo (CAA), Makedonski pružatelj usluga zračne plovidbe (M-NAV), državna tijela vojske i zračni prijevoznici. Kontrolu upravljanja civilnim zračnim prometom država ostvaruje putem delegiranja funkcije kontrole M-NAV-a. Podjelom Agencije za civilno zrakoplovstvo u srpnju 2009., nastale su dvije tvrtke, državno nadzirana tvrtka M-NAV i Agencija za civilno zrakoplovstvo kao regulatorno tijelo. Sjedište M-NAV-a i CAA se nalazi u Skopju i operativnom strukturom na cijelom državnom području. [15]



Slika 20. Internacionalni aerodromi na teritoriji Makedonije(lijevo) i Grčke(desno)

Zračni prostor Grčke obuhvaća prostor lateralno po granici države i vertikalno sav prostor iznad nje. Na ovom zračnom prostoru pružatelj usluge u zračnoj plovidbi je Grčka uprava civilnog zrakoplovstva (Hellenic Civil Aviation Authority – HCAA). To je odjel grčke vlade pod upravom Ministarstva infrastrukture, prometa i mreže koji pruža usluge u kontroli zračnog prometa, zrakoplovne komunikacije, aerodromske operacije, registraciju zrakoplova i inspekciju, licenciranje civilnih zračnih operatera i certificiranje osoblja. [15][12]

Internationalni aerodromi na teritoriji Makedonije (LWSK, LWOH) i Grčke (LGAL, LGAV, LGIR, LGKL, LGKO, LGKR, LGKV, LGLM, LGMT, LGRP, LGSA, LGSM, LGTS, LGZA) prikazani su na slici

20. S obzirom na razliku u veličini i broju aerodroma očigledno je da je Grčki prostor znatno kompleksniji za analizu.

KZP jedinice u Republici Makedoniji su Skopje ACC/APP i Ohrid TWR/APP, od kojih Skopje ACC/APP funkcioniše korištenjem konfiguracije zračnog prostora od 2 sektora u 2015./2016., dok je konfiguracija od 3 sektora korištena samo u određenim uvjetima. U slučaju kada se koristi konfiguracija 2 sektora, tada je prva mogućnost da prvi sektor počinje od GND do FL365, a drugi od FL365 do FL660, a druga mogućnost je da je prvi sektor od GND do FL345, a drugi od FL345 do FL660. U slučaju kada se koristi konfiguracija 3 sektora: prvi sektor je od GND do FL365, drugi od FL365 do FL385 i treći od FL385 do FL660. [6]

#### 4.1. Klasifikacija zračnog prostora u Republici Makedonije

Zračni prostor Makedonije od 2003, spada u klasu C od FL245 do FL600, dok od srpnja 2016. u tom je prostoru implementiran FRA24h. Zračni prostor koji spada u D klasu se primjenjuje na:

- CTA od FL105 do FL200 unutar lateralnih granica SKOPJE FIR;
- sve mreže fiksnih ruta unutar SKOPJE FIR za koje je donja granica 1000ft *Above ground level* - AGL i gornja granica FL200;
- unutar lateralnih granica SKOPJE TMA ima:
  - donja granica 1000ft AGL unutar kruga od 20NM od aerodroma Aleksandar Veliki, ili 1000ft AGL ili 9000ft iznad srednje razine mora (Above mean sea level – AMSL) izvan kruga
  - gornja granica FL145;
- SKOPJE CTR unutar lateralnih granica, gdje je donja granica GND i gornja granica 4000ft AMSL;
- OHRID CTR unutar lateralnih granica, s donjom granicom GND i gornjom 4000ft AMSL. [6]

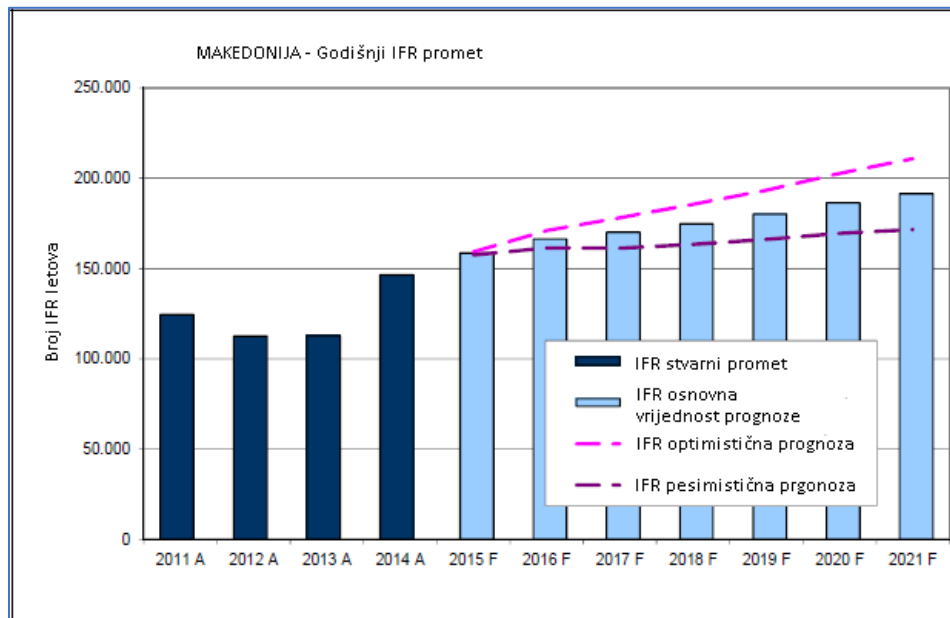
Zračni prostor koji spada u E klasu se primjenjuje na CTA unutar SKOPJE FIR; s izuzetkom CTR-ova, TMA i ATS ruta niža granica je 1000ft AGL, a gornja FL105, i unutar Skopja TMA donja granica GND, a gornja 1000ft unutar kruga od 20NM sa centrom Aerodrom Aleksandar Veliki.[6]

Zračni prostor koji spada u G klasu se primjenjuje na lateralnoj granici SKOPJE FIR-a s izuzetkom TMA i CTR od GND do 1000ft AGL.[6]

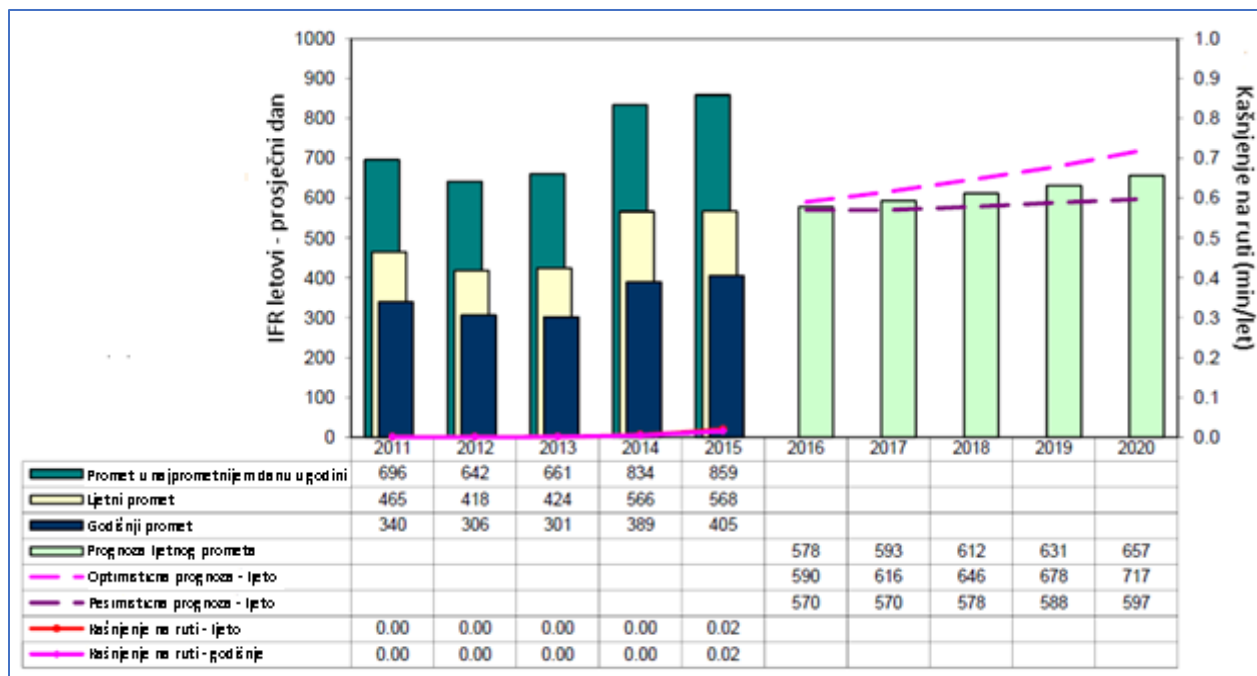
## 4.2. Promet i kapacitet u Republici Makedonije

Zadnji raspoloživi podatci o prometu i kapacitetu Republike Makedonije su iz 2015. godine, kada su i vršene usporedbe sa 2014. u kojima se pokazuje da je došlo do 1.1% rasta prometa u ljetnim sezonama, dok srednjoročna prognoza STATFOR-a predviđa prosječno godišnje povećanje prometa od 1.5% do 5%, sa srednjom vrijednošću od 3.3%. [6]

Na slici 21 prikazana je promjena prometa u Makedoniji u vremenskom razdoblju od 10 godina, s tim da se na Y osi nalazi broj IFR letova, a na X osi godine. Vidljivo je da se promet tijekom godina polazeći od 2011. smanjivao, te da se prvi put počeo povećavati u 2014. IFR optimistična prognoza prema ovim podacima pokazuje da će se broj IFR letova do 2021. povećati na iznad 210 000 u toku godine, dok IFR pesimistična prognoza pokazuje da će se broj letova do 2021. povećati do 175 000 u godini. Osnovna vrijednost prognoze letova pokazuje da će se do 2021. broj letova povećati do 190 000 u godini. [6]



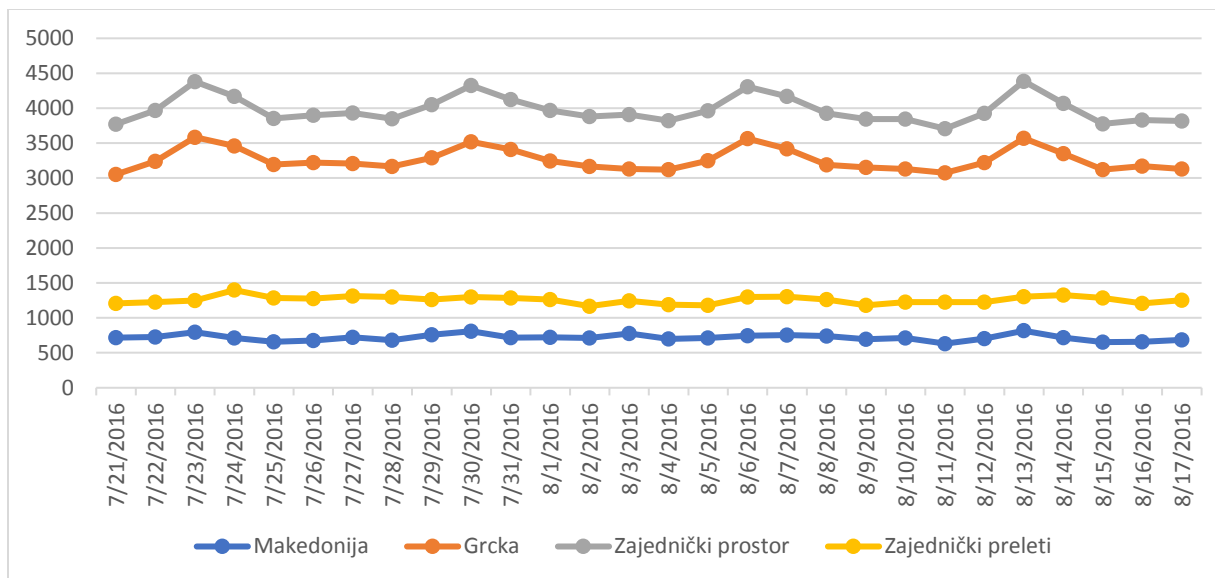
Slika 21. Godišnji promet - Makedonija od 2011. do 2021.. [6]



Slika 22. Procjena i stvarni promet i ATFM kašnjenja unutar LWSSACC od 2011. do 2021. [6]

Na slici 22 prikazani su podaci o prometu u: najprometnijem danu u godini, ljetnoj sezoni, godišnje, optimistične i pesimistične prognoze, te vrijednosti rutnog kašnjenja preko ljeta i u toku godine. Iz ovih podataka se može primijetiti da je prosječni ljetni promet po danu veći od prosječnog prometa po danu u godini za 150 letova, što je jednako 137% od prosječnog godišnjeg prometa po danu. U najprometnijem danu u 2015. u zračnom prostoru Makedonije je bilo 859 letova što je znatno više kada se uspoređi sa 2013. ili 2012. kada je bilo manje od 700 letova u najprometnijim danima. Prognoza ljetnog prometa prikazuje da bi rast do 2020. za ljetni promet po danu trebao iznositi od 580 na 657, dok je srednja vrijednost optimistične i pesimistične ljetne prognoze respektivno 717 i 597 letova. Kašnjenja na ruti u ljetnom i godišnjem razdoblju od 2011. do 2014. je 0 min/let, međutim povećanje kašnjenja je primijećeno u 2015. od 0.02min/letu. [6]

Na slici 23 prikazan je broj letova na području Makedonije, Grčke, ukupno i preleti u razdoblju od 21.07.2016. do 17.08.2016. Prosječni broj letova u zračnom prostoru Makedonije u sedmom i osmom mjesecu 2016. je oko 750 letova, s tim da se taj broj povećava u periodu tokom vikenda i najveći je 13.08.2016. sa ukupnim brojem od 816 letova.



Slika 23. Promet u Makedoniji, Grčke, ukupno i broj preleta u zajedničkom prostoru

Prosječni broj letova u zračnom prostoru Grčke u sedmom i osmom mjesecu je 3260, s tim da se taj broj mijenja većim gradijentom i dostiže maksimalne vrijednosti tijekom vikenda, te maksimalna vrijednost broja letova iznosi 3585 23.07.2016. Ukupni broj letova preko Makedonije i Grčke u vremenskom razdoblju od 21.07.2016. do 16.08.2016. iznosi 111474, prosječni broj letova po danu je 3980 za ovo razdoblje, te najveći promet od 4387 leta je bio 13.08.2016. Promet Grčke kao znatno veći u većini određuje gradijent povećanja i smanjenja ukupnog prometa po tjednima. Za dobivanje ovih podataka korišten je program NEST<sup>1</sup>, te baza podataka AIRAC<sup>2</sup> 1608\_415 koja sadrži podatke za razdoblje od 21.07.2016. do 17.08.2016.. Kako bi se pregledali ovi podatci korišten je prilagođeni filtar protoka (custom flow filter) za ACC LW i ACC LG tj. kontrolirani zračni prostor Makedonije i Grčke, za svaki dan u tom razdoblju, te je pri tome korištena opcija stvarnog (actual) prometa.

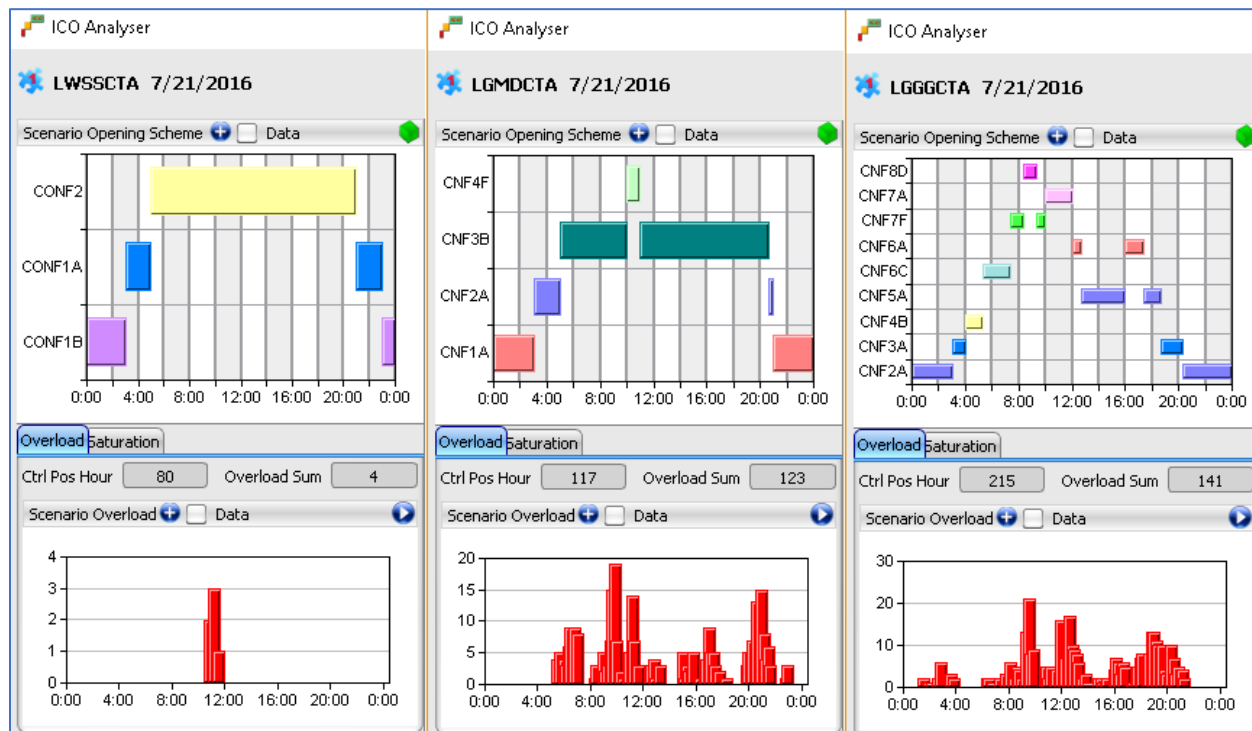
U ovom radu za glavnu analizu neće se koristiti ukupni promet u ovom zajedničkom prostoru, nego samo letovi u preletu i to u granicama od FL245 do FL660. Uzimajući to u obzir na dan 24.7.2016. je primijećen najveći broj preleta preko ovog zračnog prostora koji iznosi 1398, te podatke iz ovog dana će se koristiti dalje u simulacijama.

Korištenjem NEST-a se mogu dobiti podatci o preopterećenju i otvorene konfiguracije sektora određenog CTA prostora u određenom vremenskom razdoblju pomoću opcije ICO analyzer-a. Na slici 24 prikazani su kontrolirani zračni prostori Makedonije LWSSCTA i Grčke LGMDCTA i LGGGCTA, te konfiguracija zračnog prostora po satima u gornjem dijelu prozora i

<sup>1</sup> NEST – eng. Network management tool – hrv. Alat za upravljanje mrežom

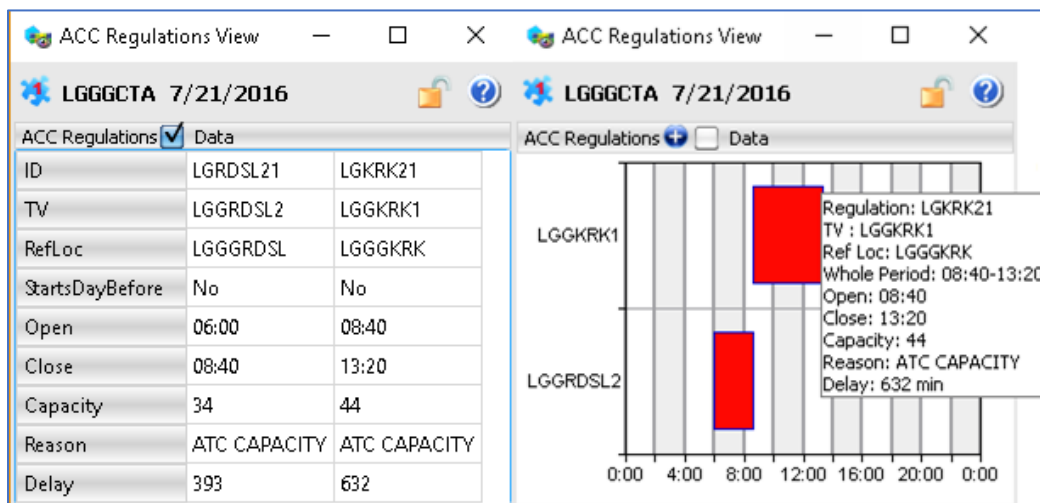
<sup>2</sup> AIRAC –eng. Aeronautical information and regulation control – hrv. Scenariji zrakoplovnih podataka i kontrola regulacije

preopterećenje izraženo u avionima po vremenskom razdoblju u donjem dijelu prozora. Ovi podatci su validni za 21.7.2016.



Slika 24. Prozor za pregled konfiguracije i preopterećenja - ICO Analyser-om.

Kako ne bi došlo do preopterećenja, regulacije za ograničenje zračnog prometa za dan 21.07.2016. su izdane samo u Grčkom zračnom prostoru LGGGCTA, prikazani na slici 25, dok se zabrane u Makedonskom zračnom prostoru ne koriste.

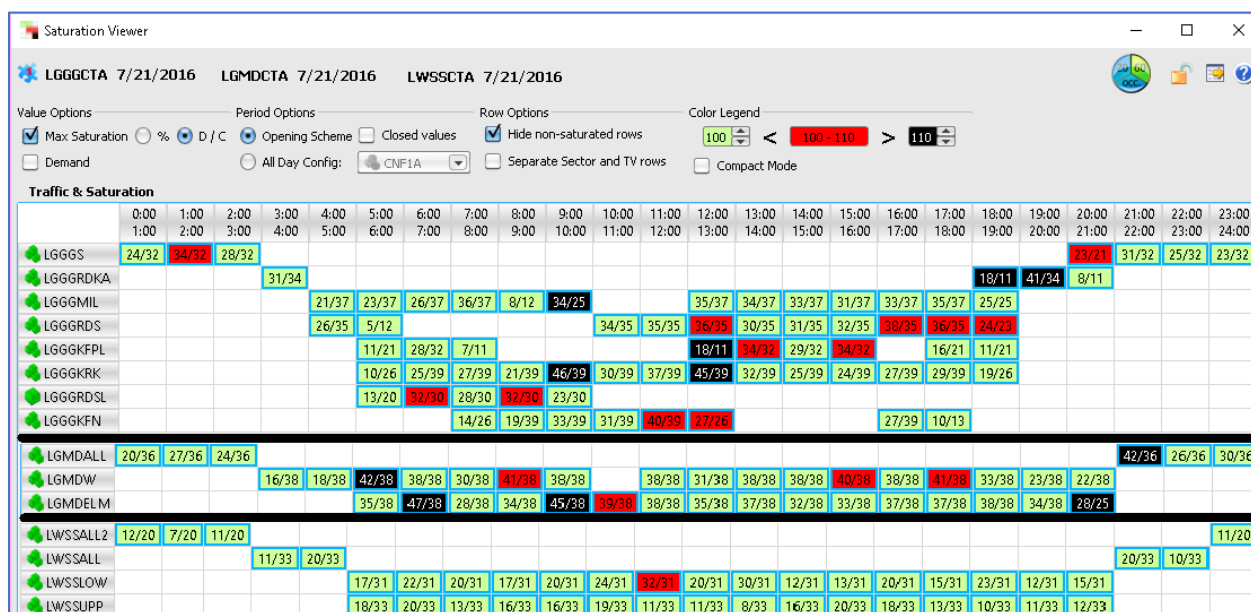


Slika 25. Regulacije na dan 21..7.2016.. unutar LGGGCTA prostora



Na lijevoj strani na slici 25 su prikazane sve regulacije u tom zračnom prostoru s detaljnim podacima, a na desnoj je pojednostavljeni prikaz. Prvi podatak je ID odnosno naziv regulacije, te vremensko razdoblje od kada do kada je bila aktivna, kapacitet odnosno broj zrakoplova na koje je utjecala ova regulacija, razlog (što može biti zbog nedovoljni broj kontrolora ili previše prometa) i kašnjenje u minutama.

Iz programa NEST se mogu iščitati provjereni podatci o zasićenosti sektora komandom view/saturation. Tablica zasićenja prikazuje podatke o potražnji, kapacitetima i zasićenost za sektore koji pripadaju odabranom ACC prostoru (slika 26). U redovima su prikazi nazivi sektora, te svaka kolona predstavlja određeno vremensko razdoblje koje je prikazano u različitim bojama ovisno o razini zasićenja. Postoji opcija da se koristi stvarni, inicijalni ili simulirani protok pri određivanju zasićenja. Čelije koje su označene bijelom bojom označuju zatvoreni sektor, zeleno obojene ćelije označavaju otvoreni sektor ispunjenjem od 1% pa do maksimalnog kapaciteta, crveno obojene ćelije označavaju sektore ispunjenjem od 100% do 110% svog kapaciteta, a crne obojene ćelije označuju preopterećene sektore sa prekoračenjem većim od 110%.



Slika 26. Zasićenost sektora unutar zračnog prostora LGGGCTA, LGMDCTA i LWSSCTA

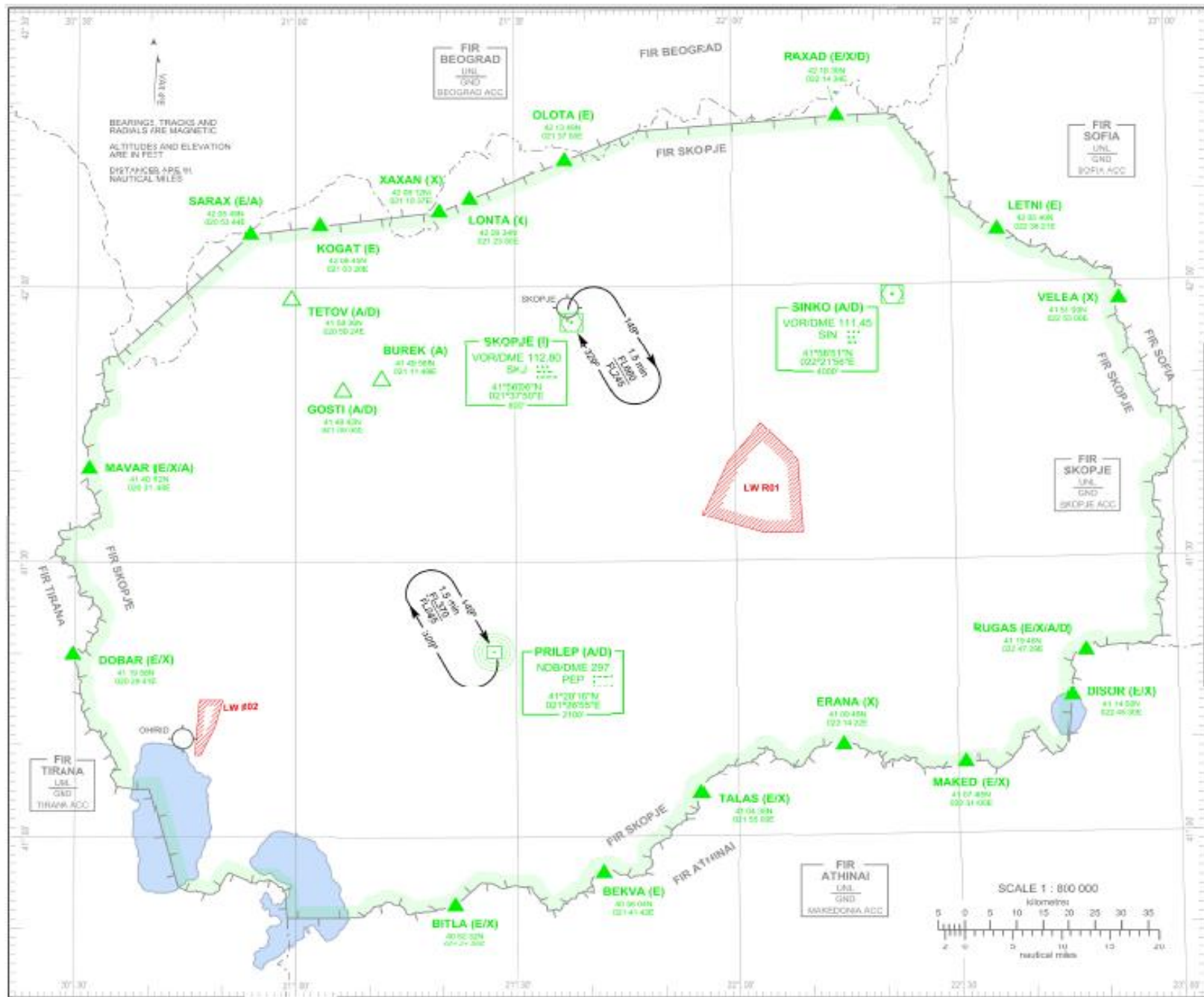
### 4.3. Prostor slobodnih ruta u Republici Makedoniji

Prostor slobodnih ruta na području Republike Makedonije je implementiran u lipnju 2016. na razini FRA24h. Korišteni naziv FRA prostora u programu NEST koji se koristi za ovo područje je M\_FRA, te je aktivan 24 sata na dan tijekom cijele godine, od FL245 do FL660. [17]

Ovaj zračni prostor je definiran: jednom ulaznom-izlaznom-dolaznom-odlaznom točkom „RUGAS“, jednom ulaznom-izlaznom-dolaznom točkom „MAVAR“, jednom ulaznom-izlaznom-

odlaznom točkom „RAXAD“, pet ulazno-izlaznih točkaka „BITLA“, „DISOR“, DOBAR“, „MAKED“ i „TALAS“, jedna ulazno-dolazna točka „SARAX“, četiri ulazne točke „BEKVA“, „KOGAT“, „LETNI“, „OLOTA“, četiri izlazne točke „ERANA“, „LONTA“, „VELBA“, „XAXAN“, dvije dolazno-odlazne točke „GOSTI“, „TETOV“ i jedna dolazna točka „BUREK“. [17]

Sve FRA točke, njihove karakteristike i lokacije, aerodromi kao i zabranjeni zračni prostor LW01 i LW02 u Makedoniji prikazane su na slici 27.



Slika 27. M\_FRA [17]

#### 4.4. Prostor slobodnih ruta u Grčkoj

Koncept prostora slobodnih ruta u zračnom prostoru Grčke nije implementiran, međutim trenutno se koristi DCT po noći, a u ostatku vremena koristi se mreža fiksnih ruta na svim razinama. Kako bi se mogao dobiti jedan zajednički FRA prostor Grčke i Makedonije prvo se mora stvoriti grčki FRA prostor, a prije toga je potrebno odrediti točke koje će se koristiti u zadanom FRA prostoru i njihova svrha.

Prvi korak stvaranja grčkog prostora slobodnih ruta je identifikacija svih točaka na granici grčkog prostora, te će se za ovaj cilj u ovom radu koristiti online verzija software-a „SkyVector Aeronautical Charts online & Flight Plan“. Drugi korak nakon identifikacije točaka je odrediti namjenu točaka. U ovom koraku koristi se program NEST na način da se promatraju putanje i analiziraju se rute u planovima leta opcijom „flight route“, te smjer leta i točke ulaska-izlaska iz prostora.

Ukoliko je zrakoplov izašao kroz neku točku onda ta točka dobije namjenu X (exit), a ukoliko je ušao kroz tu točku dobije namjenu E(entry). Na taj način se sve točke klasificiraju i dobije se prostor slobodnih ruta. Rezultat ovog procesa prikazan je na slici 28.



*Slika 28. Kreirani Grčki FRA prostor*

## 4.5. Plan FRA implementacije

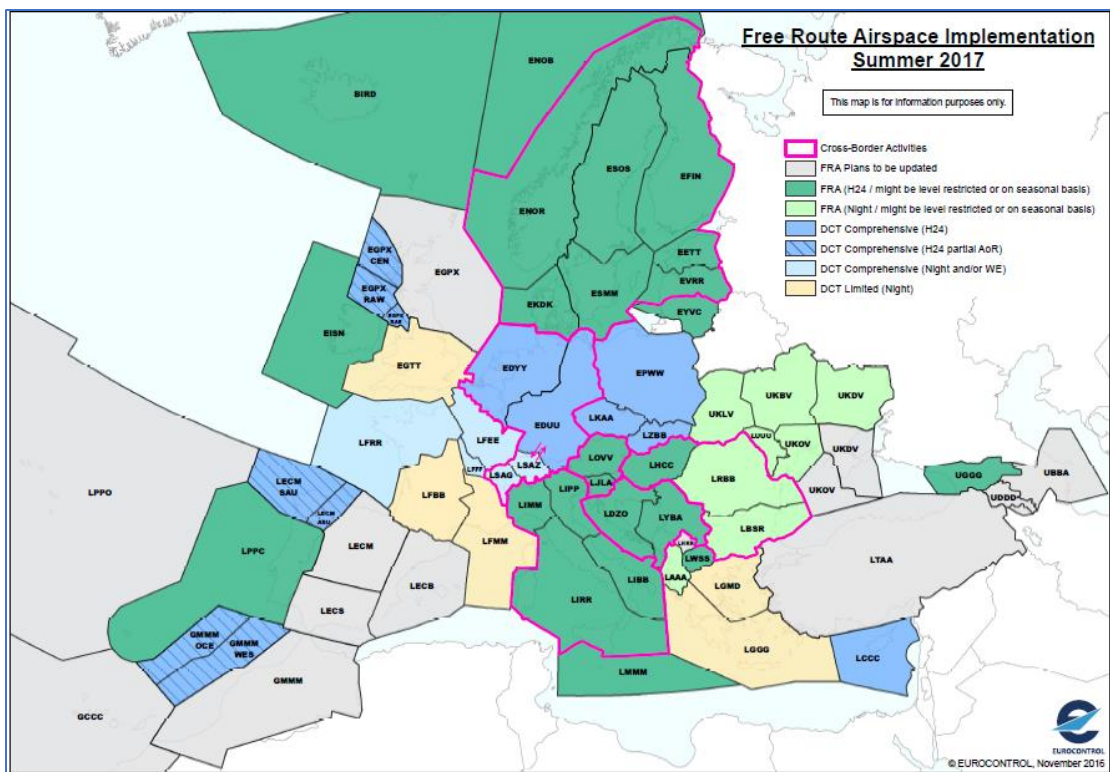
Postupak prelaska iz sustava koji koristi navigaciju mreže fiksnih ruta na navigaciju prostora korištenjem koncepta slobodnih ruta pridonijet će dodatnim poboljšanjima koje mogu omogućiti smanjenje udaljenosti leta za 7500 000 NM za cjelokupni Europski zračni prostor. Poboljšanja time mogu pridonijeti na uštedi goriva za 45 000 tona goriva godišnje. [13]

Koncept FRA je bitan element pri postizanju 4D profila leta i poslovnih putanja koji su sastavni dio SESAR-a, te će se time ispuniti zahtjevi korisnika zračnog prostora u budućih 50 godina, kao što je prijevoz nadzvučnim brzinama, operacije svemirskih letjelica unutar zemljine orbite te bežične mreže zračnih letjelica. U svrsi uspješnijeg implementiranja koncepta prostora slobodnih ruta mrežni upravitelj Eurocontrol pruža pomoć lokalnim ANSP-ovima u smislu dizajna zračnog prostora, koncepta operacija, konzultacija za zrakoplovne publikacije i validacije FRA prostora, kao i rješenja za daljnja poboljšanja poput pro-aktivne koordinacije i tehničke podrške. Ove aktivnosti uključuju:

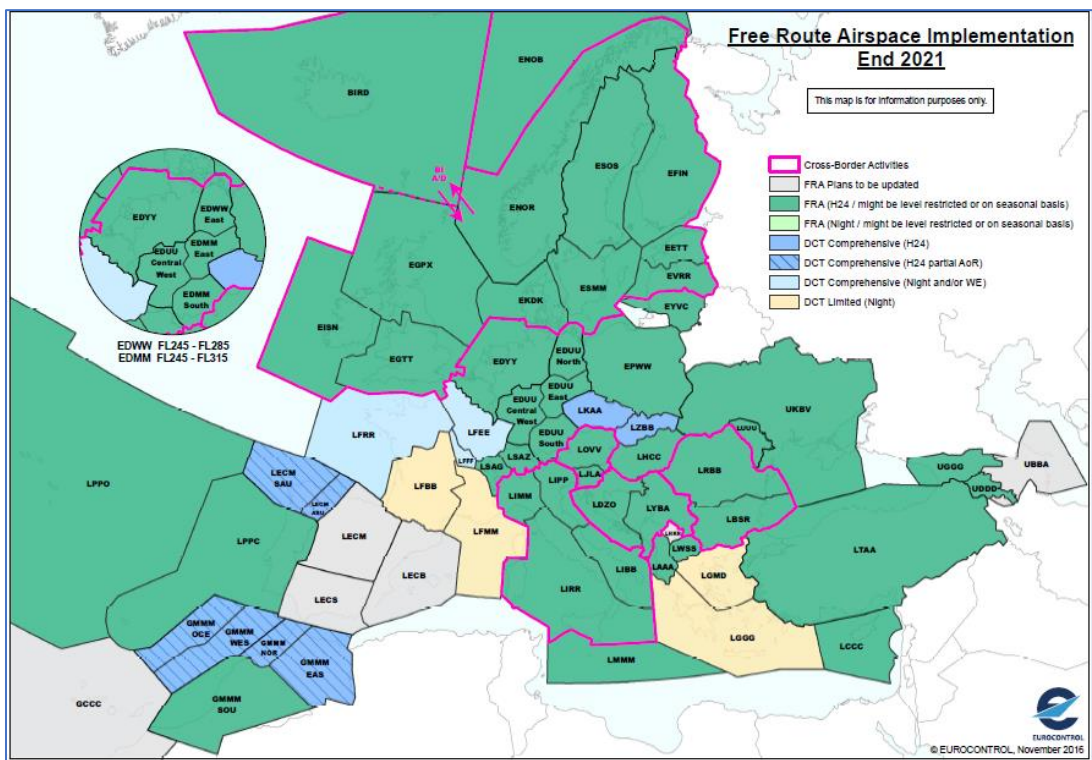
- razvijanje koncepta Europskog prostora slobodnih ruta u kontekstu ARN 7 i Europskog mrežnog plana ERNIP 1;
- pružanje usluge za objedinjenje podataka o FRA inicijativi, planovi i prijedlozi;
- podršku pri modeliranju i optimizaciji korištenja zračnog prostora za pojedine ANSP-a, FAB-ova ili grupe ANSP-ova i FAB-ova
- simulacije za procjenu opterećenja i kapaciteta;
- tehnička i operativna podrška pri usvajanju zajedničkog pristupa između različitih inicijativa. [13]

## 4.6. Implementacija FRA na Europskom zračnom prostoru u periodu od 2016. do 2021.

Završetkom 2016. 48 ACC-ova su parcijalno ili cjelovito implementirali prostor slobodnih ruta s čime je prebačen cilj plana mrežnog upravitelja koji je predvidio 35 ACC. Podatci o implementaciji FRA na Europskom zračnom prostoru se objavljuju kao FRA projekcije izvedbe za svaku godinu od strane mrežnog upravitelja, te prikazane su na slikama 29 i 30. [13]



Slika 29. Projekcije izvedbe FRA prostora – 2017. [4]



Slika 30. Projekcije izvedbe FRA prostora – 2021.. [5]

Na svakom dokumentu u različitim bojama je označena razina implementacije FRA koncepta polazeći od toga da je: bijela boja za FRA planove koje se trebaju ažurirati, tamno zelenom bojom FRA prostor koji je aktivan 24 sati na dan koji može biti zabranjen na određenim razinama ili u određenim sezonama, svjetlo zelenom bojom FRA prostor koji je aktivan samo po noći na određenim razinama ili u određenim sezonama, sveobuhvatni DCT aktivan 24 sati na dan plavom bojom, sveobuhvatni DCT aktivan 24 sati na dan (s parcijalnim AoR) plavom bojom sa kosim crtama, sveobuhvatni DCT aktivan po noći označen svjetlo plavom bojom i ograničeni DCT označen oker bojom.[13]

Vidljivo je kako će područja LPPG, GCCC,EGPX, LTAA, UKOV i UKDV prijeći iz vrste prostora u kojem se FRA planovi trebaju ažurirati u FRA prostor koji je aktivan 24 sati na dan, te kako će UKLV, UKBV, UKDV, LUUU, UKOV, LRBB, LBSR i LAAA prijeći iz vrste prostora u kojem je FRA aktivan po noći u FRA prostor koji je aktivan 24 sati na dan, te EDYY, EDUU, EPWW, LCCC iz klasifikacije prostora sveobuhvatni DCT u FRA prostor aktivan 24 sati na dan, te EGPX-CEH, EGPX-RAW, EGPX-RAE su iz sveobuhvatni DCT (parcijalni AOR) prešli u FRA 24 sati na dan, i kako će LSAG, LSAZ prijeći iz sveobuhvatnog DCT aktivan po noći u FRA aktivan 24 sati na dan. Također se mogu primijetiti prostori koji se neće razvijati u smjeru cjelovite FRA implementacije kao LFBB, LFMM, LGGG, LGMD što predstavlja zračne prostore Francuske i Grčke.

Prema podacima službene internetske stranice upravitelja mreže Eurocontrol-a je navedeno da se do 2019./2020. mogu očekivati uštede od 60.000NM do 75.000NM na dnevnoj osnovi, kao i dodatne prednosti što se tiče goriva, okoliša i troškova. Do kraja 2019. se očekuje da se u većem dijelu Europskog zračnog prostora uvede FRA koncept, a do kraja 2022. da se u cjelokupnom zračnom prostoru Europe uvedu FRA operacije. [13]

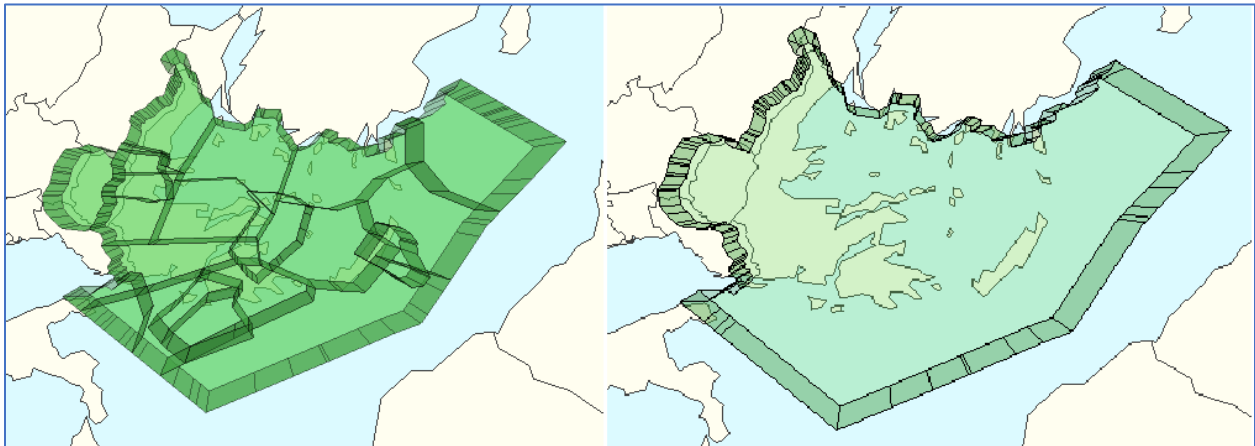
Što se tiče prekograničnih operacija iste su implementirane na prostorima: SAXFRA (Austrije i Slovenije), SEENFRA (Rumunjske, Mađarske i Bugarske), SEAFRA (Zagreb, Belgrade ACC), Malta i Italija i NEFRA (Estonija, Latvija, Finske, Švedske, Danske, Norveške).[13]



## 5. Stvaranje zajedničkog zračnog prostora Makedonije i Grčke

Kako bi se mogli analizirati prednosti i nedostaci koncepta uvođenja prostora slobodnih ruta u zračnom prostoru Makedonije i Grčke koristit će se NEST, program razvijen od strane Eurocontrol-a. Uvođenjem prostora slobodnih ruta predviđa se smanjenje količine izgaranja goriva, smanjenje prijeđenih milja, skraćeno vrijeme leta i bolja učinkovitost u planiranju letenja između zračnog prostora Makedonije i Grčke. Opcijom scenarija o ekonomičnosti koji je sastavni dio programa NEST će se usporediti dva zračna prostora od kojih se u prvom se letovi obavljaju prema pravilima mreže fiksnih ruta, a u drugom će se letovi obavljati prema pravilima prostora slobodnih ruta.

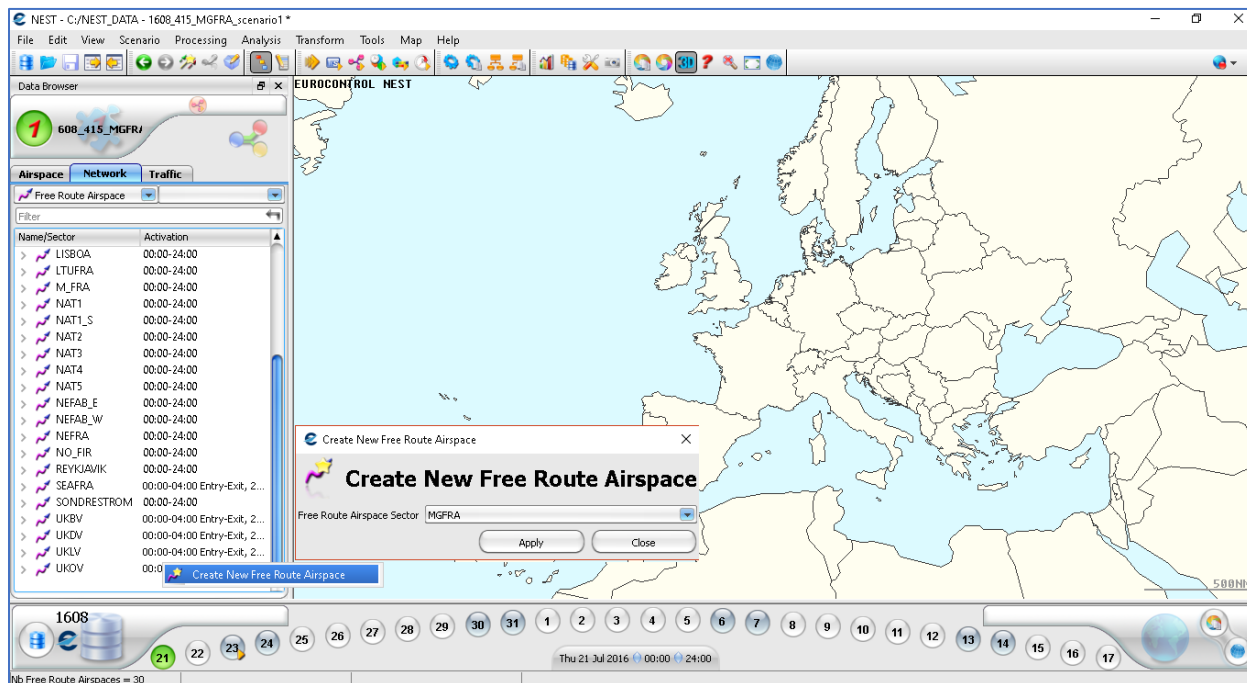
Nakon učitavanja AIRAC 1608\_2016., prvi korak, da bi se mogli usporediti ta dva prostora treba izraditi jedan zajednički sektor zračnog prostora Republike Makedonije i Republike Grčke. Za ovo je potrebno spajanje FIR sektora LWSSFIR i LGGGFIR. Kako bi se ova dva FIR-a mogli spojiti potrebno je grupirati ih opcijom „*group/copy to group*“ i imenovati grupu, u ovom slučaju korišten naziv grupe MGFRA, dok će sami sektori dobiti svoji naziv: COPY\_OF\_LGGGFIR i COPY\_OF\_LWSSFIR.



Slika 31. Zajednički zračni prostor MGFRA prije spajanja opcija(lijevo) i nakon spajanja(desno)

Kako bi se mogao stvoriti jedan jedinstven zračni prostor, prvo se mora stvoriti jedan zajednički sektor opcijom „*edit/create colapsed sector*“. Drugi korak je da se svi blokovi zračnog prostora unutar ovih dva prostora spoje opcijom „*merge*“. Uvjet za spajanja zračnih blokova je da im se lateralne granice dodiruju i da su im vertikalne granice jednake. Za donju granicu prostora će se uzeti FL245, a gornja FL660, kako bi MGFRA bio sukladan sa prije navedenim podacima u kojima stoji da već postojeći M\_FRA prostor slobodnih ruta ima vertikalne granice od FL245 do FL660. Dobiveni prostor MGFRA prikazan je na desnoj strani na slici 31 i može se koristiti za stvaranje FRA prostora potrebnog za simulacije.

Treći korak koji uključuje stvaranje FRA područja, izrađuje se korištenjem postojećeg sektora MGFRA koji je napravljen u prošla dva koraka. Da bi se ovo moglo napraviti odabire se meni „*Network*“, i u pod-meniju odabire se „*Free route airspace*“. U ovom prozoru se desnim klikom otvara opcija „*Create new free route airspace*“, i nakon toga odabire se sektor MGFRA za definiranje novokreiranog područja prostora slobodnih ruta. Ovaj proces prikazan je na slici 32.



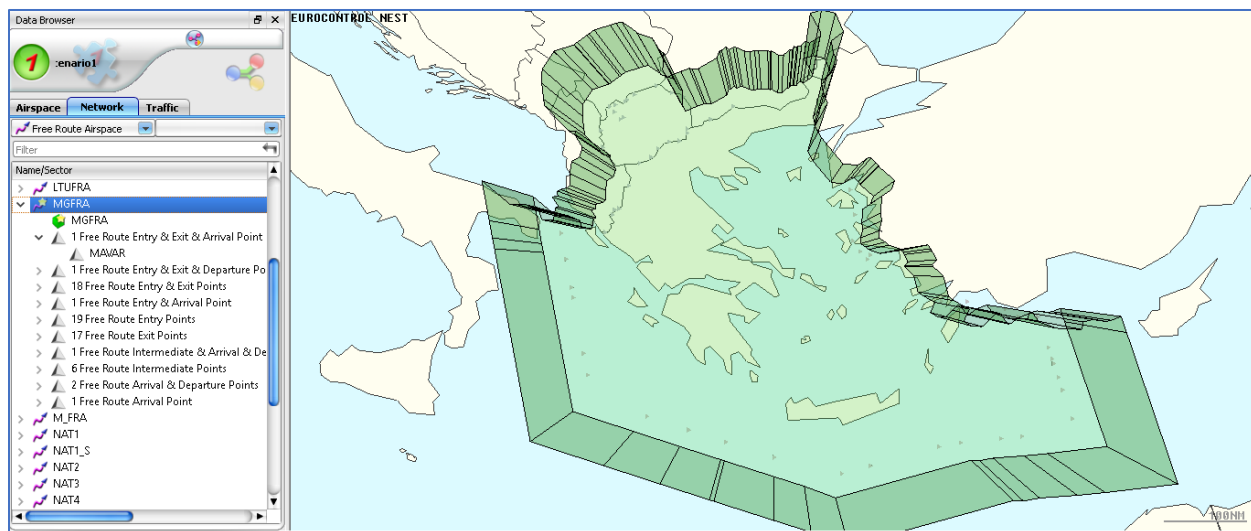
Slika 32. Kreiranje novog FRA prostora

Četvrti korak se sastoji od uvođenja FRA točaka u NEST-u, te se izvodi opcijom „*file/import*“. Datoteka koja se uvozi, mora imati ekstenziju .frp ili .sxls, i u oba slučaja se za svaku točku mora navesti svrha: ulazna (E), izlazna(X), ulazno-izlazna (EX) ili među-točka (I).

LISBOA EX RETEN	SWEDENNORTH EX GIKAV	Irland I AMPED N513400 W0111300
LISBOA EX ARMED	SWEDENNORTH EX SOLKA	Irland I UNLID N511233 W0104329
LISBOA D CP	SWEDENNORTH X TIGBA	Irland I LINRA N513447 W0100156
LISBOA A LAR	SWEDENNORTH X OBIVO	
LISBOA AD POR	SWEDENNORTH EX XELVI	

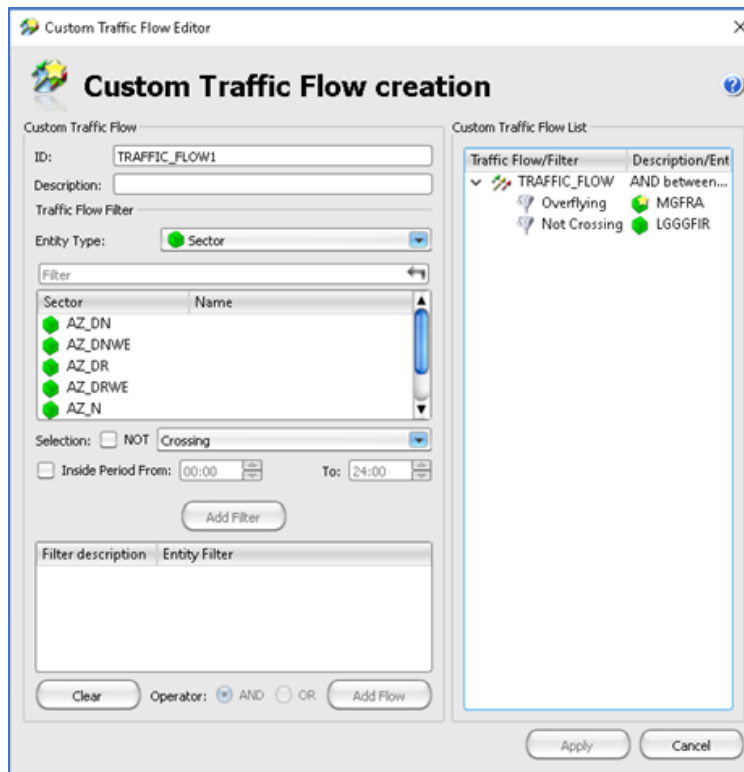
Slika 33. Primjer FRA točke u .frp datoteci

Lista točaka koje su korištene u ovom radu je navedena u prilogu br. 1. Način pisanja točaka je prikazan na slici 33, s tim da se ulazne, izlazne i ulazno-izlazne točke nalaze na vanjskim granicama MGFRA prostora, dok se među-točke nalaze na međusobnoj zajedničkoj nacionalnoj granici tj. na granici između Makedonije i Grčke. Nakon uvođenja .frp datoteke, otvara se „*network*“ meni, i pod „*free route airspace*“ opcijom se može naći MGFRA prostor za koji su prikazane sve točke koje smo u prijašnjem koraku uveli. Ovo je prikazano na slici 34.



Slika 34. FRA prostor sa uvezenim točkama

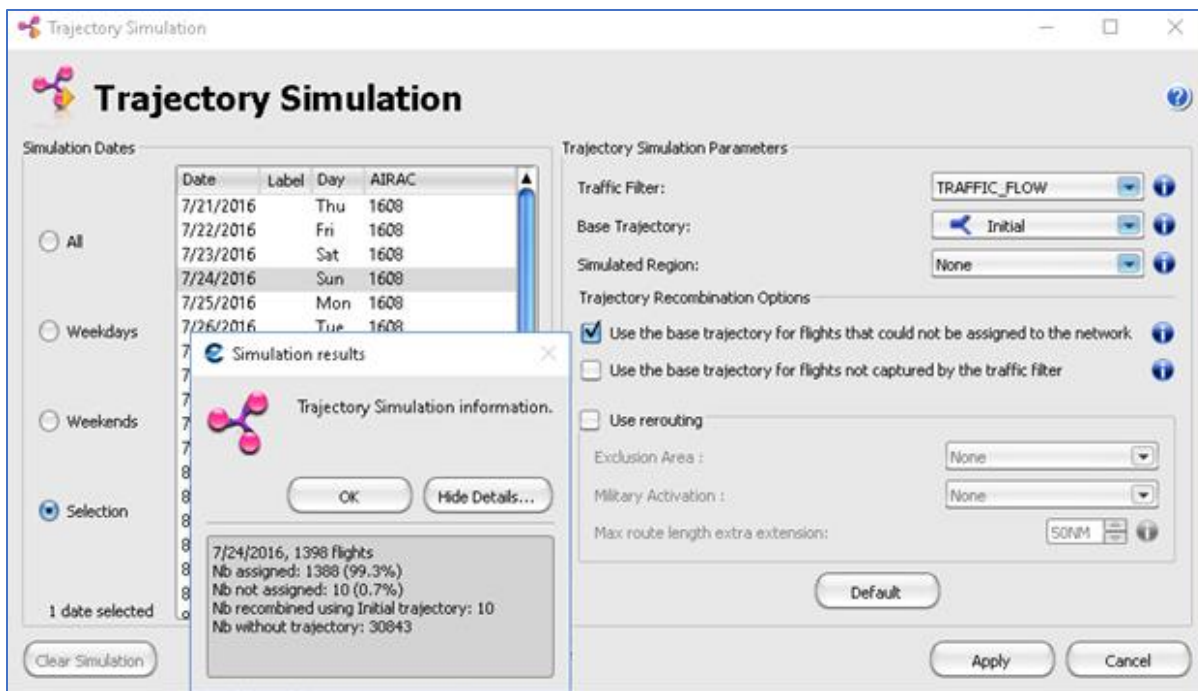
Nakon kompletiranja procesa uvođenja FRA prostora, može se nastaviti simulacijom. Prvi korak je odraditi simulaciju letova preko MGFRA prostora korištenjem mreže fiksnih ruta. Da bi se ovo moglo izvesti prvo se mora izraditi prilagođeni filter protoka opcijom „*edit/create custom filter*“. Ime filtra se može dodati u polju ID sa odgovarajućim opisom u polju „*description*“, te pod opcijom „*Entity type*“ se odabire „*Sector*“ koji će se koristiti. U polju „*Filter*“ odabire se prostor MGFRA, te u polju „*selection*“ tip prometa što je u ovom slučaju prelet ili „*overflying*“, te dodaje se ta opcija kao prvo ograničenje. Nakon toga se ponovno u polju „*filter*“ upisuje pod „*Entity type*“ ime LGGGFIR, što označava sektor grčkog zračnog prostora od FL000 do FL245, te pod „*selection*“ se odabire „*NOT*“ i „*crossing*“, kako bi se isključio broj letova koji polijeću i slijeću u Grčkoj. Ovaj proces je prikazan na slici 35.



Slika 35. Stvaranje prilagođenog filtra protoka

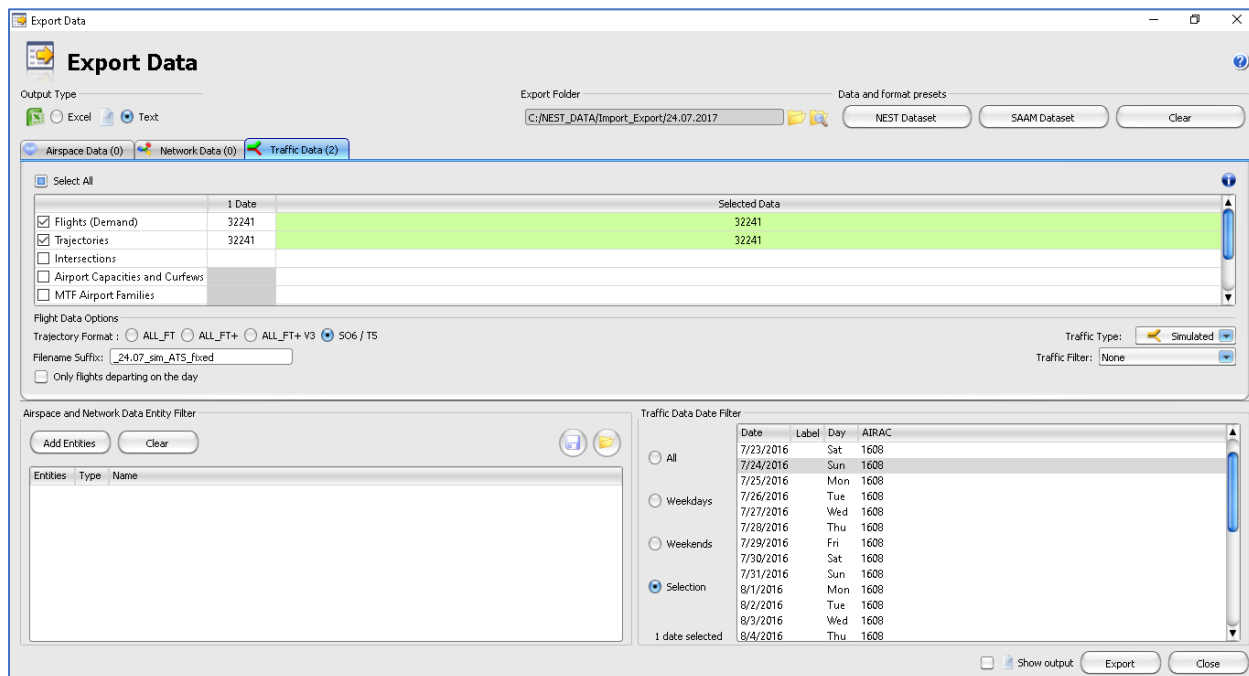
Nakon kreiranja filtra pod imenom „Traffic flow1“ koji obuhvaća prelete samo unutar prostora MGFRA može se simulirati promet za dan 24.07 opcijom „scenario/simulate trajectory“. Ova opcija omogućava simulaciju novih putanja za određeni broj letova time da ih dodjeljuje ograničenoj mreži rute i preračunava novi profil leta. Nakon simuliranja, putanje se kombiniraju sa izabranim osnovnim putanjama kako bi se stvorila nova simulirana putanja za sve letove. Ovaj proces, te rezultati simulacije prikazane su na slici 36.

Na lijevoj strani je lista datuma koji se mogu odabrati, a na desnoj su simulacijske opcije: filter prometa (eng. „Traffic filter“) koji se koristi za odabiranje određenog prilagođenog protoka prometa (eng. „Custom traffic flow“), tip osnovne putanje koji će se koristiti kao referentna putanja i regije simulacije koje služe kao ograničenja unutar kojeg će se simulirati, opcija rekombiniranja putanje za korištenje osnovne putanje za letove koji se ne mogu dodati mreži i korištenje osnovne putanje za letove koje ne sadrže filter prometa. Opcije za promjenu rute neće biti korištene u ovim simulacijama.



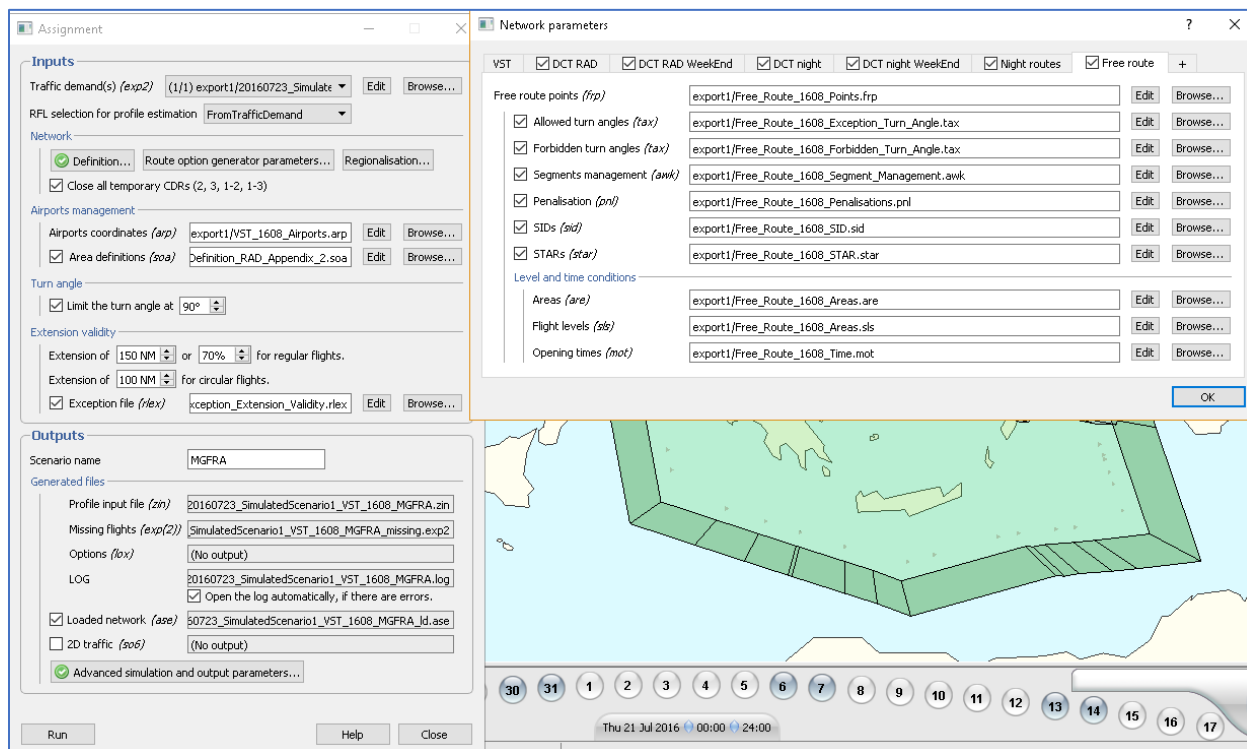
Slika 36. Simulacija putanje

Nakon simulacije se podatci o putanji i planovima leta (eng. „trajectories and demand“) izvoze iz NEST-a opcijom „File/export“ kao što je prikazano na slici 37.



Slika 37. Izvoz podataka

Drugi dio simulacije korištenjem prostora slobodnih ruta MGFRA uključuje dodjeljivanje (eng. „Assignment“), zbog toga se prvo moraju izvesti podatci iz NEST-a opcijom „file/export“ za dan 24.07.2016. Izvezu se svi podatci iz dijela podatci zračnog prostora (eng. „airspace data“), mrežni podatci (eng. „Network data“) i podatci o prometu (eng. „traffic data“) za taj jedan dan. Dodjeljivanje se vrši opcijom „processing/assignment“, gdje se dodjeljuju podatci koje smo u prošlom koraku izveli iz programa, što je prikazano na slici 38.



Slika 38. Dodjeljivanje podataka

Ovaj korak se koristi za pronalaženja najkraće rute u određenoj mreži za određenu potražnju prometa. Mreža se sastoji od nekoliko povezanih segmenata, dok ruta može sadržavati jedan ili više segmenata (SL – segment length). Duljina rute (RL – route length) jednaka je ukupnoj duljini svih segmenata koja ta ruta sadrži. Proces dodjele uvijek automatski odabire rute s najkraćom duljinom. [7]

Podatci o prometnoj potražnji - planovi leta nalaze se unutar datoteke .exp, koja sadrži broj letova između parova gradova. Proces dodjele stvara .zin datoteku za procese 3D profiliranja, koji je obavezan za kompletnu 4D putanju aviona. [7]

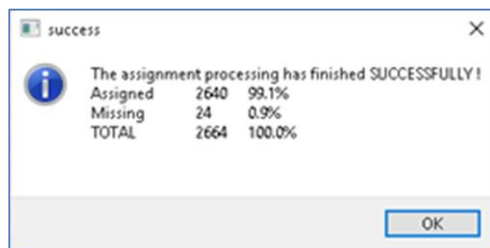
Ulazni podatci za dodjelu su: datoteka s potražnjom prometa u zadanoj .exp ekstenziji, datoteka s opisom mreže što je skup informacija o strukturi mreže u .ase ili .frp ekstenziji, datoteka sa koordinatama zračnih luka u .arp ekstenziji, definicije područja u .soa ekstenziji,

datoteka s proširenjem duljina rute koje se koriste za dodanu duljinu rute među parovima gradova u .rlex ekstenziji. [7]

Izlazni podatci za dodjelu su: među-datoteka .zin koja se koristi kao ulazni podatak u preračunavanju profila leta, ukoliko nisu dodani neki letovi ili su loše dodani datoteka \_missing.exp, ukoliko se traži opcija stvaranje rute stvara se lista datoteke za opciju .lox, datoteka .log koja sadrži upozorenje za nemoguće spajanje konekcije između aerodroma i mreže, dodatnu učitano mrežnu datoteku .ase i dodatne izlazne datoteke 2D.s06. [7]

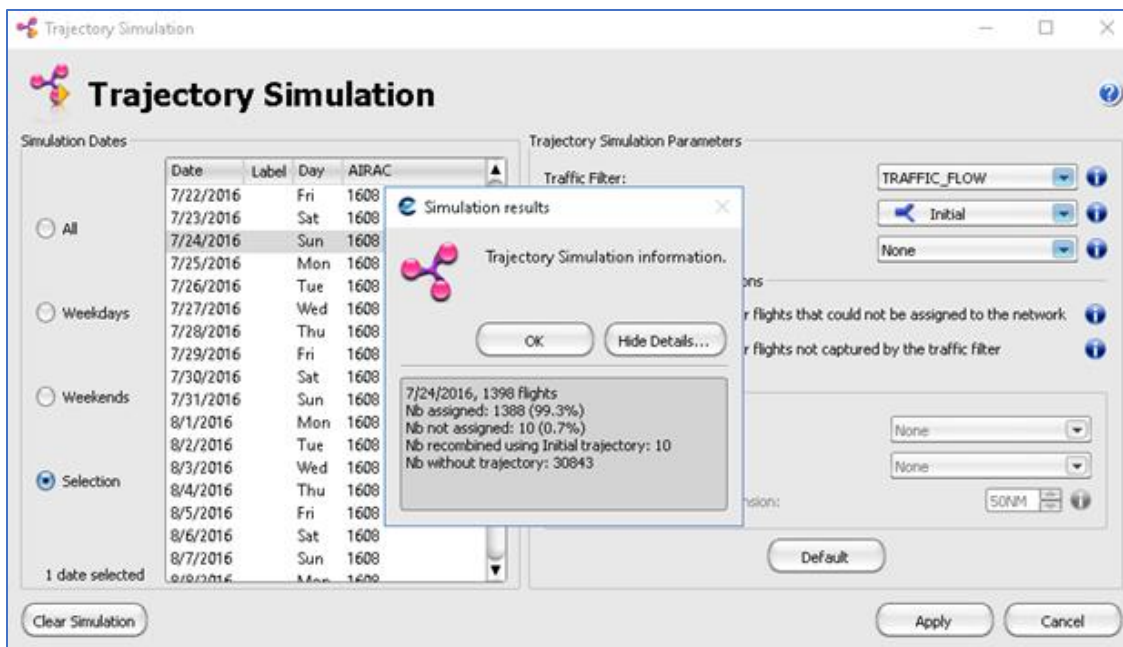
Proces dodjele sadrži: pripremanje i grupiranje ulaznih podataka unutar poznate lokacije, dodavanje ulaznih podataka unutar odgovarajućeg polja, određivanje naziva scenarija, uređivanje ulaznih podataka ili izmjena parametara, pokretanje postupka dodjele i provjere datoteka assignment.log. [7]

U našem slučaju se unose datoteke: za potražnju prometa .exp2, u polju „network“ pod „definition“ se unose potrebne datoteke, dok polja za: upravljanje aerodromima (eng. „Airport mangement“), kut skretanja (eng. „turn angle“) i polje za dopuštena proširenja ostaju pod zadanim vrijednostima, te se zadaje ime scenarija u ovom slučaju MGFRA. Rezultat dodjeljivanja je prikazan na slici 39, u kojem je prikazano da je proces završio uspješno i da su 99.1% letovi dodijeljeni.



Slika 39. Rezultat dodjeljivanja podataka

Nakon dodjele podataka, u programu NEST se mogu izvesti simulacije protoka prometa za prostor slobodnih ruta MGFRA. Ova simulirana putanja može biti odabrana i uspoređena s osnovnom, reguliranom i stvarnom putanjom.

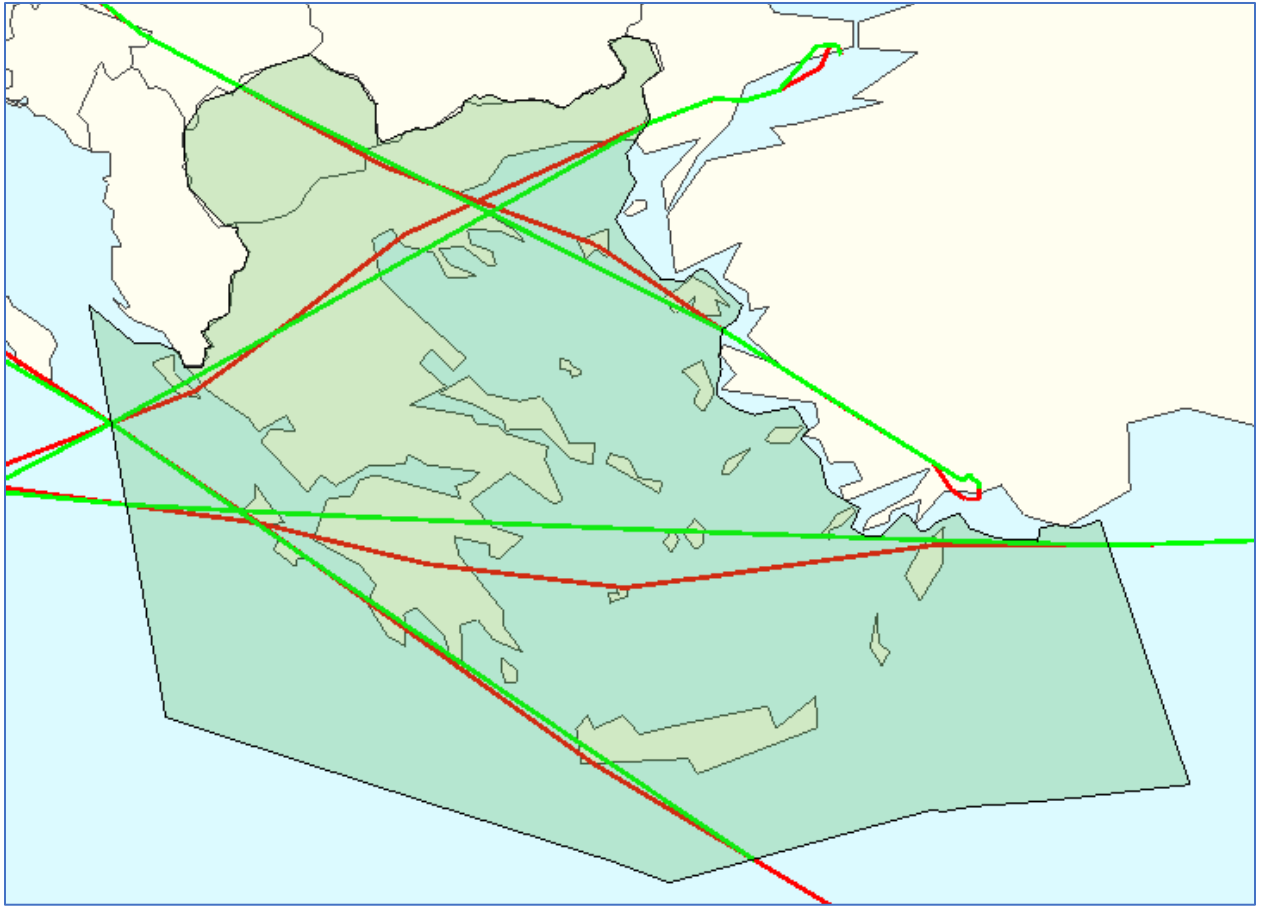


Slika 40. Simulacija protoka prometa 24.07.2016.. kroz MGFRA

Nakon uspješne simulacije kroz FRA prostora MGFRA koja je prikazana na slici 40, dobivene podatke o putanji i planovima leta izvozi se opcijom izvoz (eng. „Export“) prikazanom ranije. Rezultat simulacije su FRA putanje u prostoru MGFRA koje se razlikuju od putanje po mreži fiksnih ruta na način da po ravnoj crti povezuju FRA točke koje se nalaze na granici FRA prostora.

Dobiveni rezultati simulacije su prikazani na slici 41, s tim da je samo mali broj letova prikazan zbog preglednosti. Zelenom bojom su prikazane FRA putanje, a putanje mreža fiksnih ruta prikazane crvenom bojom. Iz same slike vidljivo je da su zelene FRA putanje kraće zbog toga što idu ravnom linijom od ulazne do izlazne točke za razliku od putanje po mreži fiksnih ruta prikazane crvenom bojom.





*Slika 41. Putanje po fiksnim rutama (crvenom bojom) u usporedbi s FRA putanjama (zelenom bojom)*

## 6. Analiza simulacije

Kako bi se mogli usporediti simulacije u prijašnjim poglavljima koristiti će se opcija „*analysis/scenario economy*“ u program NEST. Simulacije koje će se analizirati obuhvaćaju datume kada je primijećen ekstrem u broju preleta, odnosno maksimum ili minimum.

### 6.1. Analiza prednosti uvođenja MGFRA prostora - FL245 do FL660

Broj letova koji su predali plan leta za prelazak preko prostora MGFRA koji predstavlja zajednički prostor Makedonije i Grčke na razinama od FL245 do FL660, u vremenskom razdoblju od 21.07.2016. do 17.08.2016., iznosi 1398. Broj letova čija je putanja simulirana u FRA prostoru MGFRA jednak je 1202, što znači da 196 ne ulaze u analizu. Razlog zašto ovi letovi ne ulaze u simulaciju je što se određena mrežna ograničenja ne mogu ispuniti unutar dozvoljenog produžetka duljine rute.

Duljina rute po zrakoplovu koji prelaze kroz MGFRA prostor u slučaju kada se koristi mreža fiksnih ruta su u rasponu od minimalne 235.6 NM do maksimalne 7474.89 NM, sa srednjom vrijednošću od 2066.05NM, dok su duljine ruta u prostoru MGFRA kada se letovi obavljaju po FRA pravilima u rasponu od 381.72 NM do 7330.42 NM, sa srednjom vrijednošću duljine ruta 2005.53 NM. Ukupna duljina ruta letova koji prolaze kroz MGFRA prostor po pravilima mreže fiksnih ruta je 2 888 286 NM, dok po pravilima FRA prostora je 2 803 730 (uzimajući da je broj letova jednak 1398).

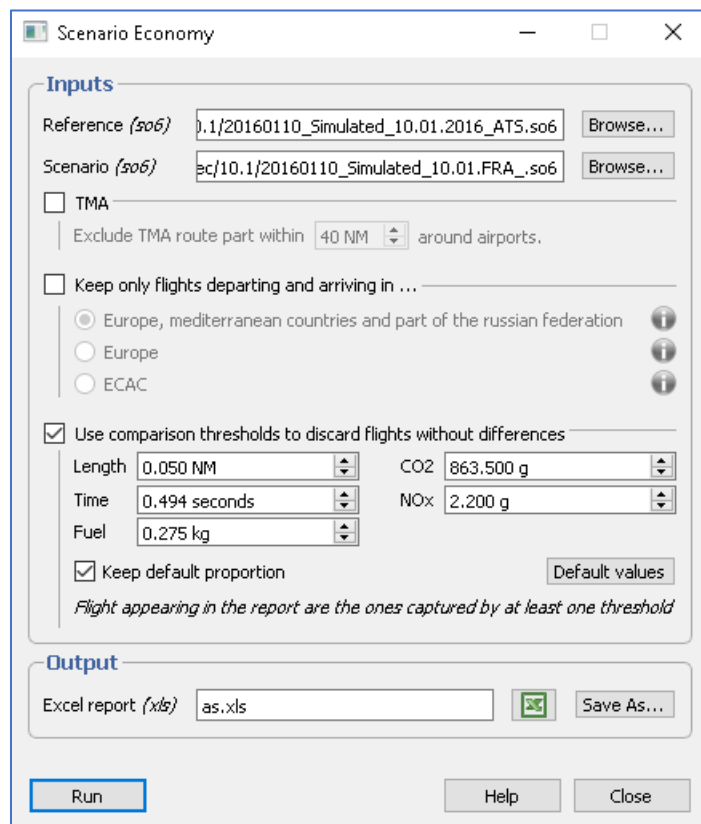
Opcija ekonomičnosti scenarija se koristi za uspoređivanja duljine, trajanja leta, potrošnju goriva, razine ispušnih plinova CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> iz obje datoteke prometa. U analizu ulaze svi letovi koje su zajedničke za obje datoteke koje uspoređujemo, i između kojih postoje određene razlike. Radi se analiza letova koje se prepoznaju po njihovom ID-u, od ishodišta do odredišta.

Ulazne datoteke su referentna datoteka prometa i datoteka prometa određenog scenarija, koje su tip .s06, dok je izlazni podatak jedna datoteka u excel-u pod zadanim imenom „ScenarioEconomics.xls“.

Ukoliko se jedan od kriterija: duljina putanja, vremena, potrošnja goriva, razina CO<sub>2</sub> ili NO<sub>x</sub> promijeni, taj let se pojavljuje u izlaznoj datoteci. Izlazna datoteka se sastoji od tri stranice excel dokumenta. U prvoj tabeli opisani su rezultati usporedbe „Granica uspoređivanja“ u kojoj stoje minimalne granice prema kojima se određuje hoće li se neka razlika u te dvije datoteke smatrati značajnom i prikazati u tabeli „Jednostavnog izvještaja“ u kojoj stoji kratak sažetak potencijalnih povećanja ili smanjenja u duljini, trajanju leta, potrošnji, ispušnim plinovima CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>. U tabeli „Detaljnog izvještaja“ je predstavljen: detaljni prikaz ukupnog broja letova u kojima je došlo do povećanje promatranih karakteristika, ukupnog broja letova u kojima nije došlo do promjena

promatranih karakteristika, i ukupni broj letova u kojima je došlo do smanjenja promatranih karakteristika. Na drugoj stranici dokumenta su predstavljeni svi letovi pojedinačno sa sljedećim karakteristikama: informacije o letu (ID, ishodište, destinacija, tip zrakoplova, i „callsign“ po ICAO kodovima), rezultati promatranih karakteristika za svaki par letova pojedinačno, promatrane karakteristike za referentnu datoteku i promatrane karakteristike za datoteku određenog scenarija. Na trećoj stranici su prikazane informacije o letu kao ishodište i odredište, rezultati usporedbe promatranih karakteristika, referentne promatrane karakteristike i promatrane karakteristike određenog scenarija.

Proces analize pomoću scenarija ekonomičnosti (prikazan na slici 42) uključuje: dodavanje obje prometne datoteke kao referentnog scenarija (s06) (eng. „Reference“) i određenog scenarija (s06) (eng. „Scenario“), uključivanje opcije „TMA“ koja isključuje dijelove rute u radijusu od 40NM od aerodrom polijetanja i slijetanja, te omogućavanje opcije za usporedbu letova koji ulaze ili izlaze iz Europe, iz ne-EU mediteranskih zemalja i dijela Ruske federacije, usporedbu letova koje ulaze ili izlaze iz Europe, i usporedbu letova unutar ECAC članica, podešavanje minimalnih granica usporedbe promatranih karakteristika, te odabir naziva i lokacije izlaznog dokumenta.



Slika 42. Scenarij ekonomičnosti

Nakon odabira referentnog scenarija i određenog scenarija za datum 24.07.2016., s tim da je isključeno TMA ograničenje i da se koriste referentne vrijednosti za granice promatranih karakteristika koje se uspoređuju, dobiju se podatci prikazani u tablici 2 i tablici 3.

U prvoj tablici su prikazane minimalne vrijednosti promatranih karakteristika letova koje ulaze u analizu kao npr. za vrijednost udaljenosti u nautičkih miljama letovi čija je razlika uspoređenih vrijednosti manja od 0.05 NM se ne uzimaju u obzir.

U tablici 2 su prikazane ukupne vrijednosti razlika promatranih karakteristika između scenarija u kojem se letovi izvode po pravilima mreže fiksnih ruta i FRA pravilima. Vidljivo je da je ukupni broj letova koji se razlikuju jednak 836, te da su promatrane karakteristike negativne, što znači da je pri korištenju procedure letenja po FRA pravilima došlo do smanjenja od 2918 NM, 378 min leta, 16 992 kg goriva, 53698 kg CO<sub>2</sub> i 228 kg NO<sub>x</sub>.

Tablica 2. Granice usporedbe promatranih karakteristika

Usporedni pragovi:		Jedinica
Duljina leta:	0.05	NM
Trajanje leta:	0.00823333	min
Gorivo:	0.275	kg
CO2:	0.8635	kg
NOx:	0.0022	kg

Tablica 3. Jednostavni izvještaj promatranih karakteristika

Jednostavni izvještaj					
Scenarij ekonomičnosti za ... (Potencijalni dobici/gubici)					
Ukupni broj letova koji su uspoređeni	Duljina leta (NM)	Trajanje leta (min)	Gorivo (kg)	CO2 (kg)	NOx (kg)
836	-2918.466	-378.954	-16992.207	-53698.450	-228.801

Tablica 4. Detaljni izvještaj promatranih karakteristika

Detaljni izvještaj										
Status	Duljina leta (NM)		Trajanje leta (min)		Gorivo (kg)		CO2 (kg)		NOx (kg)	
	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena	Broj letova	Promjena
Povećanje	0	0.000	12	9.012	43	1602.290	43	5063.040	48	38.013
Jednako	0	0.000	11	-0.077	2	-0.320	1	-0.100	3	0.002
Smanjenje	836	-2918.466	813	-387.889	791	-18594.177	792	-58761.390	785	-266.816
<b>Ukupno</b>	<b>836</b>	<b>-2918.466</b>	<b>836</b>	<b>-378.954</b>	<b>836</b>	<b>-16992.207</b>	<b>836</b>	<b>-53698.450</b>	<b>836</b>	<b>-228.801</b>

U tablici 3 prikazane su razlike promatranih karakteristika, odnosno letovi u kojima je došlo do povećanja, smanjenja ili letovi u kojima su promatrane karakteristike ostale nepromijenjene pri usporedbi. Promatrajući karakteristiku udaljenosti u nautičkim miljama može se primijetiti da kod nijednog para letova koji su uspoređeni nije došlo do povećanja ili zadržavanja iste udaljenosti, međutim pri izvođenju letova po FRA pravilima došlo je do smanjenja duljine 836 letova u iznosu od 2918 NM ukupno. Promatrajući karakteristiku trajanja leta, vidljivo je da je kod 12 letova trajanje leta bilo povećano pri korištenju FRA pravila letenja i to u iznosu od 9 min ukupno, dok je kod 813 letova došlo do smanjenja trajanja leta od 387 min ukupno, a trajanje leta 11 letova nije se promijenilo. U odnosu na potrošnju goriva kod 43 leta se potrošnja goriva povećala za 1602 kg ukupno, 2 leta nisu dobili značajnu promjenu potrošnje, a čak 791 let su dobili smanjenu potrošnju iznosu od 18593 kg ukupno. Količina ispušnih plinova se kod 43 letova povećala za 5063 kg CO<sub>2</sub> ukupno, kod jednog leta se nije promijenila, a kod 792 letova je došlo do smanjenja CO<sub>2</sub> u iznosu od 53698 kg ukupno. Količina ispušnih plinova se kod 48 letova povećala za 38 kg NO<sub>x</sub> ukupno, kod 3 leta je ostala nepromijenjena, a kod 785 letova je došlo do smanjenje NO<sub>x</sub> plina u iznosu od 228 kg ukupno.

Kako bi se mogle zaokružiti prednosti uvođenja FRA prostora na području MGFRA na godišnjoj razini, moraju se napraviti slijedeći koraci:

1. Napravljena je usporedba simulacije za dan sa najvećem brojem preleta preko ovog prostora u razdoblju od 20.07.2016. do 17.08.2016., tj. 24.07.2016. kada je primijećeno 1398 preleta;
2. napravljena je usporedba simulacije za dan sa najmanjim brojem preleta preko ovog prostora u razdoblju 20.07.2016. do 17.08.2016., tj. 02.08.2016. kada je primijećeno 1168 preleta;
3. Prvi i drugi korak se ponavljaju za period godine kada je primijećen najmanji promet, odnosno za dva dana unutar tog razdoblja i to dani sa najvećim i najmanjim prometom, u ovom slučaju su to dani 10.01.2016. i 18.01.2016., kada je primijećen broj preleta od 902 i 675 preleta respektivno;
4. Za ova četiri dana određuju se vrijednosti promatrane karakteristike po letu na način da se svaka karakteristika dijeli sa brojem letova koji su bili uključeni u usporedbu ili tzv. *Impacted flights*;
5. Novo dobivene vrijednosti pomnože se omjerom ukupnog broja letova i letovima koji su uključeni u usporedbu;
6. Za svaku promatranu karakteristiku po letu određuje se standardna devijacija i srednja vrijednost;
7. Na temelju broja letova za sva četiri dana zaokružuje se srednja vrijednost letova u godini u ovom slučaju 1035;

8. Korištenjem vrijednosti standardne devijacije i srednje vrijednosti promatranih karakteristika i njihovom množenju s brojem letova u godini dobiju se vrijednosti godišnjih dobitka i varijacije tih vrijednosti.

Na tablici 5 i 6 prikazani su dobiveni podaci ovog procesa, te se može vidjeti godišnji dobitak od implementacije ograničenog FRA prostora na području Makedonije i Grčke, na razini od FL245 do FL660. Veliki dobitak se može primijetiti u polju skraćene putanje i to od 712 245.50 NM s mogućim odstupanjem od 51 747.89 NM, kao i u polju skraćenog trajanja leta od 95 799.06 minute s mogućim odstupanjem od 14 803.84 min. Veliki dobitak se primjećuje sa ekonomske perspektive u potrošnji goriva od 4 672 628.81.2kg koja može varirati u vrijednosti od +- 737 609.22kg . Razlika u količini ispušnih plinova je značajna, sa 14 764 932.46 kg CO<sub>2</sub> i 63126.22 kg NO<sub>x</sub> s mogućim odstupanjem od 2 331 557.086 kg CO<sub>2</sub> i 11037.00198 kg NO<sub>x</sub>.

Tablica 5. Scenarij ekonomičnosti MGFRA FL245-FL660

Scenarij ekonomičnosti za ... (Mogući dobici/gubici) MGFRA FL245-FL660						
Datum	Ukupni broj letova koji su uspoređeni naprema ukupni broj preleta unutar MGFRA	Duljina leta (NM)	Trajanje leta (min)	Gorivo (kg)	CO2 (kg)	NOx (kg)
24.07.2016	836/1398 (0.5979)	-2918.466	-378.954	-16992.207	-53698.45	-228.801
02.08.2016	581/1168 (0.4974)	-1849.126	-243.595	-11270.12	-35609.06	-148.23
24.07.2016	Skraćivanje po letu	-3.490988038	-0.453294258	-20.32560646	-64.23259569	-0.273685407
02.08.2016	Skraćivanje po letu	-3.182660929	-0.419268503	-19.3977969	-61.2892599	-0.255129088
10.01.2016	467/902 (0.5177)	-1768.9	-236.45	-12237.221	-38671.55	-165.811
18.01.2016	301/675 (0.4459)	-1109.575	-148.221	-8576.66	-27094.62	-119.44
10.01.2016	Skraćivanje po letu	-3.787794433	-0.506316916	-26.20389936	-82.80845824	-0.355055675
18.01.2016	Skraćivanje po letu	-3.686295681	-0.492428571	-28.49388704	-90.01534884	-0.396810631

Tablica 6. Godišnji mogući dobici MGFRA FL245-FL660

	24.07.2016	02.08.2016	10.01.2016	18.01.2016	Standardna devijacija	Srednja vrijednost	Br. let. u prosj. danu	Godišnje	Varijacija godišnje (+/-)
Duljina leta (NM)	-2.0872569	-1.583055	-1.960941	-1.643719	0.211247589	-1.818743099	377775	-687075.67	79804.05
Trajanje leta (min)	-0.271022	-0.208544	-0.262120	-0.219573	0.026730021	-0.240315093	377775	-90785.03	10097.93
Gorivo (kg)	-12.15267	-9.648460	-13.56575	-12.70542	1.457820497	-12.01807993	377775	-4540130.14	550728.13
CO2 (kg)	-38.40466	-30.48527	-42.869938	-40.13784	4.607571842	-37.97443134	377775	-14345790.8	1740625.45
NOx (kg)	-0.1636332	-0.1269011	-0.1838122	-0.1769378	0.021970513	-0.162821142	377775	-61509.756	8299.910463



## 6.2. Analiza prednosti uvođenja MGFRA prostora - FL100 do FL660

U prethodnim poglavljima je razrađen koncept uvođenja prostora slobodnih ruta na području Republike Makedonije i Grčke, na razinama od FL245 do FL660. Razlog korištenja ove vertikalne granice je zbog toga što se u Makedonskom prostoru slobodnih ruta već koristi FRA s početkom od lipnja 2016. na razinama od FL245 do FL660, dok u Grčkom zračnom prostoru još uvijek nije implementiran. Međutim, kako bi se dobio potpuni dobitak koncepta slobodnih ruta na ovim prostorima, potrebna je potpuna implementacija, odnosno implementacija bez prostornih ili vremenskih ograničenja.

Implementacija ovakvog FRA koncepta se može testirati na sličan način kao i u prošlim poglavljima, s tim da je potrebno promijeniti nekoliko parametara. Prvi korak uključuje izradu MGFRA sektora na isti način kao i prije, međutim, u ovom slučaju vertikalne granice prostora nisu od FL245 do FL660, nego od FL100 do FL660. Ovo se radi kako bi se izolirali svi preleti preko ovog prostora, ali i da se zbog jednostavnosti simuliranja svejedno ne koriste slijetanja i polijetanja u analizi. Drugi korak, tj. pretvaranje MGFRA sektora u FRA prostor je identičan kao i prije. Prva simulacija koja uključuje prelete po mreži fiksnih ruta koristi prilagođeni filter prometa, pri čemu se simuliraju samo preleti, nakon čega se putanje i planovi leta ili „trajectories“ i „demand“ izvezu. Treći korak, tj. druga simulacija uključuje izvoz svih podataka i dodjela istih, nakon čega se ponovo simuliraju letovi. Nakon simulacije se putanje i planovi leta izvoze i odrađuje se četvrti korak ili tzv. scenarij ekonomičnosti, koji uspoređuje putanje obje simulacije. Dobiveni podaci su prikazani u tablici 7.

Kako bi se mogle zaokružiti prednosti uvođenja FRA prostora na području MGFRA, na godišnjoj razini ponavljaju se navedeni koraci iz prošlog poglavlja, te se pri tome dobiju tablice 7 i 8.

Iz tih tablica vidljivo je da se implementacijom potpunog FRA koncepta, na razinama od FL100 do FL660, dobiju sljedeće prednosti u usporedbi s podacima koncepta MGFRA FL245-FL660: smanjenje duljine putanja od 25169NM, 5014 min smanjenog vremena trajanja letova, 132499 kg goriva veće uštede i 419142kg CO<sub>2</sub> i 1616kg NO<sub>x</sub> smanjenja emisija štetnih plinova.

Tablica 7. Scenarij ekonomičnosti MGFRA FL100-FL660

Scenarij ekonomičnosti za ... (Mogući dobiti/gubici) MGFRA FL100-FL660						
Datum	Ukupni broj letova koji su uspoređeni naprema ukupni broj preleta unutar MGFRA	Duljina leta (NM)	Trajanje leta (min)	Gorivo (kg)	CO2 (kg)	NOx (kg)
24.07.2016	748/1428 (0.5238)	-2117.569	-282.53	-12433.09	-39283.74	-160.721
02.08.2016	646/1192 (0.5419)	-2692.975	-354.92	-15666.71	-49513.41	-210.6
24.07.2016	Skraćivanje po letu	-3.277970588	-0.437352941	-19.24626935	-60.81074303	-0.248794118
02.08.2016	Skraćivanje po letu	-3.600233957	-0.474491979	-20.94479947	-66.1943984	-0.281550802
10.01.2016	487/961 (0.5067)	-1875.39	-250.497	-12785.261	-40403.63	-173.064
18.01.2016	312/708 ( 0.4407)	-1176.612	-157.975	-8932.108	-28218.14	-124.641
10.01.2016	Skraćivanje po letu	-3.850903491	-0.514367556	-26.25310267	-82.96433265	-0.355367556
18.01.2016	Skraćivanje po letu	-3.771192308	-0.506330128	-28.62855128	-90.44275641	-0.399490385

Tablica 8. Godišnji mogući dobiti MGFRA FL100-FL660

	24.07.2016	02.08.2016	10.01.2016	18.01.2016	Standardna devijacija	Srednja vrijednost	Br. letova u prosječnom danu	Godišnje	Varijacija godišnje (+/-)
Duljina leta (NM)*	-1.7170009	-1.9509667	-1.95125279	-1.66196445	0.132252855	-1.82029621	391280	-712245.50	51747.89
Trajanje leta (min)*	-0.1978444	-0.2977262	-0.26063001	-0.22313967	0.037834393	-0.244835072	391280	-95799.06	14803.84
Gorivo (kg)*	-8.70648312	-13.1420899	-13.3024467	-12.6166024	1.885118647	-11.94190558	391280	-4672628.81	737609.22
CO2 (kg)*	-27.5091169	-41.5345459	-42.0380270	-39.8581225	5.958794433	-37.73495314	391280	-14764932.46	2331557.08
NOx (kg)*	-0.11254764	-0.17666270	-0.18006471	-0.17605537	0.028207427	-0.161332611	391280	-63126.22	11037.00

## 7. Zaključak

Korištenjem NEST softverskog paketa odrađene su simulacije u prostoru MGFRA, odnosno zajedničkog prostora Makedonije i Grčke, u kojem je kod prve simulacije korišten prostor mreže fiksnih ruta, a zatim, u drugoj simulaciji, je korišten koncept prostora slobodnih ruta. Rezultati dobiveni usporedbom putanja prometa su analizirani pomoću opcija ekonomičnosti scenarija, nakon čega su dobiveni rezultati o duljini letova, trajanju letova, potrošnji goriva, i količini ispušnih plinova.

Rezultati dobiveni uspoređivanjem simuliranih putanja za dan 24.07.2016., kao dan u kojem je primijećen najveći broj letova u preletu u prostoru MGFRA na razinama od FL245 do FL660 su bili sljedeći: 2918 NM smanjenje u putanji leta, 376 min smanjenje vremena leta, 16 992 kg goriva uštede, smanjenje ispušnih plinova CO<sub>2</sub> u količini od 53 698 kg i smanjene količine ispušnog plina NO<sub>x</sub> od 228 kg.

Uspoređivanjem simuliranih putanja za dan 24.07.2016., kao dan u kojem je primijećen najveći broj letova u preletu u MGFRA na razinama od FL100 do FL660 dobiveni su sljedeći rezultati: 2692 NM smanjenje u putanji leta, 354 min smanjenje vremena leta zrakoplova, 15666 kg goriva uštede, smanjenje ispušnih plinova CO<sub>2</sub> u količini od 49513 kg i smanjene količine ispušnog plina NO<sub>x</sub> od 210 kg.

Prosječni godišnji dobiti za 2016. godinu, na osnovi podataka za razdoblja od 21.07.2016. do 17.08.2016. i od 07.01.2016. do 03.02.2016. za FRA prostor na razinama od FL245 do FL660, na području Republike Makedonije i Grčke je: 687 075 NM, 90 785 min vremena leta, 4 540 130 kg goriva, smanjenje CO<sub>2</sub> za 14 345 790 kg i smanjene razine NO<sub>x</sub> za 61 509kg.

Prosječni godišnji dobiti za 2016. godinu, na osnovi podataka za vremensko razdoblje od 21.07.2016. do 17.08.2016. i od 07.01.2016. do 03.02.2016. za FRA prostor na razinama od FL100 do FL660, na području Republike Makedonije i Grčke je: 712 245 NM, 95 799min vremena leta, 4 672 628 kg goriva, smanjenje CO<sub>2</sub> za 14 764 932 kg i smanjene razine NO<sub>x</sub> za 63 126kg.

Uvođenje FRA koncepta donosi očite i značajne dobitke koji se mogu podijeliti sa aspekta ekonomske, ekološke i tehnološke analize. Prednosti FRA koncepta su značajno velike, kako po danu, tako i na godišnjoj razini. Sa financijskog aspekta aviokompanija i drugih sudionika u zračnom prometu, može se očekivati znatno smanjenje potrošnje goriva, te skraćeno vrijeme leta koje najviše utječe na opterećenost kontrolora, pilota, te putnika. Uvođenje prostora slobodnih ruta na ovim prostorima će, prema postignutim rezultatima u ovom radu, definitivno omogućiti sigurniju, učinkovitiju i zeleniju budućnost zračnog prometa.

## Literatura

1. COMMISSION REGULATION (EU) No 390/2013., Official Journal of the European Union
2. Free Route Airspace developments – For a route-free European network, Eurocontrol, rujan 2016.
3. Free Route Airspace (FRA) Applications in NMOC – Guidelines, Eurocontrol, prosinac 2016.
4. Free Route Airspace Implementation Summer 2017., Eurocontrol, studeni 2016.
5. Free Route Airspace Implementation End 2022., Eurocontrol, studeni 2016.
6. Local Single Sky Implementation (LSSIP) THE FORMER YUGOSLAV REPUBLIC OF MACEDONIA, Eurocontrol and Macedonian`s ATM stakeholders, 2015.
7. NEST User Guide 1.5, Eurocontrol, 2016.
8. Performance Review Report 2015., Performance Review Commission, Eurocontrol, lipanj 2016.
9. Performance Review Report 2016. – Draft final report, Performance Review Commission, Eurocontrol, ožujak 2017.
10. The European Route Network Improvement Plan (ERNIP) Part 1 - A European Airspace Design Methodology, Eurocontrol, lipanj 2016.
11. The European Route Network Improvement Plan (ERNIP) Part 3, Eurocontrol, studeni 2016.
12. URL:<http://www.ypa.gr/en/> (pristupljeno: travanj 2017.)
13. URL:<http://www.eurocontrol.int/articles/free-route-airspace> (pristupljeno: travanj 2017.)
14. URL:<https://skyvector.com/> (pristupljeno: travanj 2017.)
15. URL:<http://www.mnavigation.mk/> (pristupljeno: ožujak 2017.)
16. URL:<http://www.eurocontrol.int/articles/about-european-ans-performance-review> (pristupljeno: svibanj 2017.)
17. URL: <http://www.mnavigation.mk/Data/Sites/1/media/eaip/en/index.htm> (pristupljeno: svibanj 2017.)

## Popis kratica

FRA	Free Route Airspace
STATFOR	Statistics And Forecast
ECAC	European Civil Aviation Conference
ATM	Air Traffic Management
NEST	Network Strategic Tool
MGFRA	Macedonian And Greek Free Route Airspace
IATA	International Air Transport Association
CANSO	Civil Air Navigation Services Organization
ARN6	ATS Route Network Version 6
ARN7	ATS Route Network Version 7
RNDSG	Route Network Development Sub-Group
ERNIP	European Network Improvement Plan
ATS	Air Traffic Services
NM	Network Manager
NMOC	Network Management Operations Centre
FAB	Functional Airspace Block)
ANSP	Air Navigation Service Provider
FIR	Flight Information Region
FLOS	Flight Level Orientation Scheme
AIS	Aeronautical Information Service
FUA	Flexible Use of Airspace
CBA	Cross Border Area
TRA	Temporary Reserved Area
TSA	Temporary Reserved Area

D	Danger
R	Restricted
P	Prohibited
RAD	Route Availability Document
UIR	Upper Information Region
ASM	Airspace Management
GAT	General Air Traffic
OAT	Operational Air Traffic
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFPS	Integrated Initial Flight Plan Processing System
CACD	Central Airspace And Capacity
AUA	ATC Unit Airspace
AoR	Area Of Responsibility
KZP	Kontrola Zračnog Prometa
DCT	Direct
SID	Standard Instrument Departure
STAR	Standard Arrival Procedure
RFL	Requested Flight Level
FL	Flight Level
AIP	Aeronautical Information Publication
ATFM	Air Traffic Flow Management
CDR	Conditional Routes
DEP	Departure
ARR	Arrival
RSA	Restricted Airspace
USS	Uzletno Slijetna Staza

IFR	Instrument Flight Rules
PRR	Performance Review Report
UPA	Unauthorized penetrations of airspace
SMI	Small separation minima infringements
Ris	RWY incursions
RWY	Runway
TURB	Turbulencije
ARC	Neuobičajeni dodir pistom
GOOL	Sudar na manevarskim površinama
WSTRW	Vjetar
ADRM	Aerodrom
RE	Neuspjelo odvajanje od piste
EVAC	Evakuacije
RAMP	Otprema zrakoplova
SCF	NP-mehanički kvar
F-post	Vatra/dim
CAA	Civil Aviation Agency
M-NAV	Macedonian Navigations (ANSP)
HCAA	Hellenic Civil Aviation Authority
ACC	Area Control Center
APP	Approach Control Center
GND	Ground
TWR	Tower Control Centre
FRA24h	Free Route Airspace Active 24 hours a day
CTA	Control Area
TMA	Terminal Control Area

NM	Nautical Miles
AMSL	Above Mean Sea Level
AGL	Above Ground Level
CTR	Control Zone
AIRAC	Aeronautical Information Regulation Control
SESAR	Single European Sky ATM Research
SL	Segment length
RL	Route length



## Popis slika

Slika 1. Primjer putanja DCT u blizini prostora dvije jedinice kontrole zračnog prometa[4] .....	9
Slika 2. Provjera udaljenosti između FRA točaka i granica AUA prostora[3] .....	10
Slika 3. Križanje tokova prometa u blizini graniče FRA prostora [3] .....	11
Slika 4. Primjer križanja tokova unutar FRA na granici sektora KZP-a [3] .....	12
Slika 5. Putanja zrakoplova u odlasku, iz prostora mreže fiksnih ruta u FRA prostor [3] .....	13
Slika 6. Putanja zrakoplova u odlasku, iz prostora mreže fiksnih ruta u FRA, SID procedurom [3] .....	13
Slika 7. Putanja zrakoplova u preletu iz FRA u prostor mreže fiksnih rutai ili obrnuto [3] .....	14
Slika 8. RAD Pan-europski dodatak koji pokazuje neprihvatljivi FRA DCT [3] .....	15
Slika 9. Obvezna FRA među-točka -RRRRR [3] .....	16
Slika 10. Primjer izbjegavanja opasnog područja u FRA prostoru[3] .....	16
Slika 11. Nesreće povezane uz usluge u zračnoj plovidbi prikazane po kategorijama[8] .....	21
Slika 12. Prosječno ATFM kašnjenje u Europi[8] .....	22
Slika 13. Mjesečno ATFM kašnjenje i prometa za Athinai [8] .....	22
Slika 14. Razlike u učinkovitosti po državi i FAB-ovima [8] .....	24
Slika 15. Razlika najprometnijeg tjedna naspram prosječnom tjednu – 2015.[8] .....	24
Slika 16. ATFM kašnjenja po letu (lijevo) i ATFM kašnjenja milijun minuta (desno) [15] .....	26
Slika 17. Horizontalna učinkovitost leta na ruti – 2016. [9] .....	27
Slika 18. Učinkovitost leta po državama za 2016.. [9] .....	27
Slika 19. Horizontalna učinkovitost po državama[9] .....	28
Slika 20. Internacionalni aerodromi na teritoriji Makedonije(lijevo) i Grčke(desno) .....	29
Slika 21. Godišnji promet - Makedonija od 2011. do 2021.. [6] .....	31
Slika 22. Procjena i stvarni promet i ATFM kašnjenja unutar LWSSACC od 2011. do 2021. [6] .....	32
Slika 23. Promet u Makedoniji, Grčke, ukupno i broj preleta u zajedničkom prostoru .....	33
Slika 24. Prozor za pregled konfiguracije i preopterećenja - ICO Analyzer-om. ....	34
Slika 25. Regulacije na dan 21..7.2016.. unutar LGGGCTA prostora .....	34
Slika 26. Zasićenost sektora unutar zračnog prostora LGGGCTA, LGMDCTA i LWSSCTA .....	35
Slika 27. M_FRA [17] .....	37
Slika 28. Kreirani Grčki FRA prostor .....	39
Slika 29. Projekcije izvedbe FRA prostora – 2017. [4] .....	41
Slika 30. Projekcije izvedbe FRA prostora – 2021.. [5] .....	41
Slika 31. Zajednički zračni prostor MGFRA prije spajanja opcija(lijevo) i nakon spajanja(desno) .....	43
Slika 32. Kreiranje novog FRA prostora .....	44
Slika 33. Primjer FRA točke u .frp datoteci .....	44
Slika 34. FRA prostor sa uvezenim točkama .....	45
Slika 35. Stvaranje prilagođenog filtra protoka .....	46
Slika 36. Simulacija putanje .....	47
Slika 37. Izvoz podataka .....	47
Slika 38. Dodjeljivanje podataka .....	48
Slika 39. Rezultat dodjeljivanja podataka .....	49
Slika 40. Simulacija protoka prometa 24.07.2016.. kroz MGFRA .....	50
Slika 41. Putanje po fiksnim rutama (crvenom bojom) u usporedbi s FRA putanjama (zelenom bojom) .....	51
Slika 42. Scenarij ekonomičnosti .....	53

## Popis tablica

Tablica 1. Ključni pokazatelji učinkovitosti za sigurnost u 2014. i 2015.[8] .....	20
Tablica 2. Granice usporedbe promatranih karakteristika .....	55
Tablica 3. Jednostavni izvještaj promatranih karakteristika .....	55
Tablica 4. Detaljni izvještaj promatranih karakteristika .....	55
Tablica 5. Scenarij ekonomičnosti MGFRA FL245-FL660 .....	58
Tablica 6. Godišnji mogući dobiti MGFRA FL245-FL660 .....	58
Tablica 7. Scenarij ekonomičnosti MGFRA FL100-FL660 .....	60
Tablica 8. Godišnji mogući dobiti MGFRA FL100-FL660 .....	60

## Prilog 1. FRA točke MGFRA prostora

MGFRA EX MAVAR N414012 E0203148
MGFRA EX RAXAD N421830 E0221434
MGFRA EX AMANI N391956 E0262958
MGFRA EX BENEM N361100 E0291900
MGFRA EX DIMIS N400421 E0203541
MGFRA EX DOBAR N411958 E0202941
MGFRA EX EVENO N355000 E0300000
MGFRA EX EXELA N355720 E0293252
MGFRA EX GOLDO N405256 E0261458
MGFRA EX KAVOS N334400 E0300000
MGFRA EX LATAN N391736 E0190000
MGFRA EX NISOS N375509 E0262508
MGFRA EX PINDO N402851 E0205721
MGFRA EX REDRA N375856 E0263128
MGFRA EX RIKSO N385000 E0262600
MGFRA EX SOTIV N363300 E0282900
MGFRA EX TIGRA N400324 E0190000
MGFRA EX TOSKA N345800 E0300000
MGFRA EX VEXOL N382056 E0261158
MGFRA EX YUNUS N364235 E0275300
MGFRA E SARAX N420549 E0205344
MGFRA E ABILO N341924 E0300000
MGFRA E AGAPI N345212 E0300000
MGFRA E ANTAR N334800 E0281600
MGFRA E ARLOS N343731 E0230000
MGFRA E BELIX N365800 E0190000
MGFRA E KOGAT N420645 E0210320
MGFRA E LETNI N420549 E0223621
MGFRA E METRU N340000 E0250900
MGFRA E NEVIK N350800 E0215740
MGFRA E NIKTI N413247 E0240718
MGFRA E NOSTO N394900 E0190000

MGFRA E OLOTA N421348 E0213700
MGFRA E PIROX N362900 E0280300
MGFRA E PITAS N395400 E0195040
MGFRA E PODIP N505634 E0074910
MGFRA E ROTAS N355650 E0201346
MGFRA E RUTOM N383106 E0190000
MGFRA E SITRU N380626 E0261758
MGFRA E TANSA N340000 E0264900
MGFRA X ALKIS N351200 E0300000
MGFRA X BELGI N403000 E0255300
MGFRA X DEMAG N353105 E0210912
MGFRA X DINO B N384327 E0190000
MGFRA X EVIVI N412410 E0232720
MGFRA X KUMBI N334250 E0284500
MGFRA X LONTA N420934 E0212350
MGFRA X LORNO N372400 E0190000
MGFRA X MAGIS N343500 E0300000
MGFRA X NIKRO N393957 E0200712
MGFRA X OLGAT N401441 E0190000
MGFRA X PAXIS N335706 E0272000
MGFRA X SALUN N340000 E0242700
MGFRA X TUMBO N400402 E0202822
MGFRA X VELBA N415800 E0225300
MGFRA X VJOSA N395855 E0202329
MGFRA X XAXAN N420812 E0211937
MGFRA I RUGAS N411946 E0224729
MGFRA I BEKVA N405604 E0214142
MGFRA I BITLA N405232 E0212129
MGFRA I DISOR N411450 E0224530
MGFRA I ERANA N410948 E0221422
MGFRA I MAKED N410745 E0223100
MGFRA I TALAS N410436 E0215500