Simulacija implementacije zajedničkog zračnog prostora jugoistočne Europe

Barać, Igor

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:119:643462

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Igor Barać

SIMULACIJA IMPLEMENTACIJE ZAJEDNIČKOG ZRAČNOG PROSTORA JUGOISTOČNE EUROPE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, prosinac 2017.

Sveučilište u Zagreb

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

Simulacija implementacije zajedničkog zračnog prostora jugoistočne Europe

Simulation of South East Common Sky Initiative

Mentor: Doc.dr.sc. Biljana Juričić

Student: Igor Barać, 0135202470

Zagreb, prosinac 2017.

SAŽETAK

Koncept slobodnih ruta jedan je od temeljnih dijelova stvaranja Jedinstvenog europskog neba. Unutar prostora omogućeno je planiranje prometa od ulazne do izlazne točke rubnih dijelova. Spajanje tih prostora u jednu cjelinu korak je bliže uspješnom završetku SES inicijative. Jedan od takvih prostora je SEAFRA u nadležnosti Hrvatske, Srbije i Crne Gore te SAXFRA u nadležnosti Slovenije i Austrije. U SEAFRA prostoru spustit će se donja vertikalna granica s postojeće razine leta 325 na 205. Ta promjena omogućit će Bosni i Hercegovini operativan koncept slobodnih ruta. Spajanjem SEAFRA i SAXFRA kreirat će se jedan SECSI prostor. Prostor će omogućiti uštedu u području nautičkih milja, vremena leta, potrošnje goriva te smanjiti emisiju štetnih plinova ugljikovog dioksida i dušikovih oksida. U radu su simulirani SECSI uvjeti te prikazani rezultati.

KLJUČNE RIJEČI: zračni prostor slobodnih ruta, kontrole zračnog prometa, pružatelj usluga zračne plovidbe, kašnjenje.

SUMMARY:

The free route airspace is one of the fundamental parts of creating the Single European Sky. Inside traffic planning is possible from entry to exit points of the airspace edges. Merging these airspaces into one is a step forward in terms of finishing the SES initiative. One such space is SEAFRA under the jurisdiction of Croatia, Serbia and Montenegro and SAXFRA under the jurisdiction od Slovenia and Austria. Inside the space of SEAFRA, the lower vertical boundary will descend from existing level of 325 to 205. This change will enable operational planning of free routes in Bosnia and Herzegovina. By merging SEAFRA and SAXFRA one SECSI airspace will be created. The airspace will enable savings in the nautical mile, flight times, fuel consumption and reduce the emission of harmful gases of carbon dioxide and nitrogen oxides. The paper presents the simulated SECSI conditions with results.

Key Words: FRA, ACC, ANSP, delay

Sadržaj

1. Uvod....1

2. Integracija zračnog prostora s konceptom slobodnih ruta....3

2.1 Koncept slobodnih ruta (FRA)....4

2.2 Koraci implementacije koncepta slobodnih ruta....6

2.3 Jedinstveno europsko nebo SES....9

2.4 Koncept slobodnih ruta SEAFRA....12

2.5 Koncept slobodnih ruta SAXFRA....14

3 . Analiza prometa kroz prostor SECSI....18

3.1 Analiza do 2016....18

3.2 Analiza FRA prometa 2017....25

3.2.1 Hrvatska kontrola zračne plovidbe....25

3.2.2 Kontrola letenja Srbije i Crne Gore....29

3.2.3 Kontrola zračnog prometa Slovenije....32

3.2.4 Austrijska kontrola 35

4. Simulacija prometne potražnje....39

4.1 NEST....40

4.1.1 Funkcije NEST-a....41

4.1.2 Princip rada NEST-a....42

4.1.3 Simulacija putanja....43

4.2 Kreiranje SECSI prostora....45

4.3 Simulacija putanja....47

5. Usporedba prometnih tokova prilikom uvođenja koncepta slobodnih ruta....50

6. Analiza uštede goriva i štetnih plinova zbog integracije novog prostora....57

7. Usporedba kompleksnosti pojedinih jedinica zračnog prometa....61

8. Evidencija ostalih promjena u novom okruženju....63

9. Zaključna razmatranja....66

Literatura....67

Popis slika 68

Popis tablica 70

Popis kratica 71

1 Uvod

Koncept slobodnih ruta je prostor definiran operativnim granicama unutar pružatelja usluga zračne plovidbe. Ideja Europske Unije je stvoriti jedinstven europski prostor s konceptom slobodnih ruta do 1.1.2022. U ovom radu opisan je proces simulacije implementacije zajedničkog prostora jugoistočnog dijela Europe. Proces uključuje 6 zemalja: Hrvatsku, Srbiju, Crnu Goru, Bosnu i Hercegovinu, Sloveniju i Austriju. U Hrvatskoj, Srbiji i Crnoj Gori postoji takav prostor imena SEAFRA, u Sloveniji i Austriji SAXFRA. Cilj ovog rada je spojiti SEAFRA i SAXFRA u jedan SECSI prostor. Osim toga spustit će se donja vertikalna granica SEAFRA prostora s trenutne razine 325 na razinu leta 205. Tako Bosna i Hercegovina će po prvi puta dobiti svoj koncept slobodnih ruta. Implementacija SECSI prostora predviđena je 1.2.2018., početak AIRAC ciklusa 1802. Prostor će omogućiti kraću duljinu rute, uštedu goriva i vremena te smanjenje utjecaja štetnih plinova.

U drugom poglavlju prikazano je SECSI područje, odnosno integracija zračnog prostora SEAFRA i SAXFRA. Mogu se primijetiti pogodnosti koje pruža prostor s konceptom slobodnih ruta u odnosu na druge prostore. U potpoglavlju 2.2 opisani su koraci implementacije koncepta od strane pružatelja usluga zračne plovidbe, a sljedećem potpoglavlju Jedinstveno europsko nebo. SEAFRA i SAXFRA prostori opisani su zasebno kao jedna cjelina.

Poglavlje tri prikazuje analizu prometa kroz buduće članove SECSI područja. Analiza je podijeljena u dva dijela. U prvom dijelu prikazana je analiza do 2016. na području EUROCONTROL-a te usporedba iz 2016. u odnosu na 2015. u području: povećanja prometa, kompleksnosti i sezonskog prometa. Drugi dio usporedba je prometa i kašnjenja iz 2017. u odnosu na 2016. na području koncepta slobodnih ruta. Svaki od budućih članova SESCI prostora opisan je zasebno.

U četvrtom poglavlju spominje se strateški alata EUROCONTROL-a NEST. NEST omogućava analizu i simulaciju prometa u području prostora i mreže. Alat se može dobiti uz posebno dopuštenje EUROCONTROL-a, preciznije od *NEST project team*-a. Prikazane su funkcije, princip rada te simulacija putanja. Opisan je način kreiranja SECSI prostora u NEST alatu. Također, opisuje se odabir i redoslijed simulacije budućeg prostora te njegova usporedba s trenutnim stanjem.

U petom poglavlju uspoređuju se prometni tokovi u trenutnom prostoru SEAFRA i SAXFRA s tokovima nastalim u novom SECSI ozračju. Prikazani su tokovi te njihove vrijednosti po navigacijskim točkama. Zbog raspršenja prometnih tokova po sektorskom području jedinica prostora kontrole zračne plovidbe skala prikaza je redefinirana.

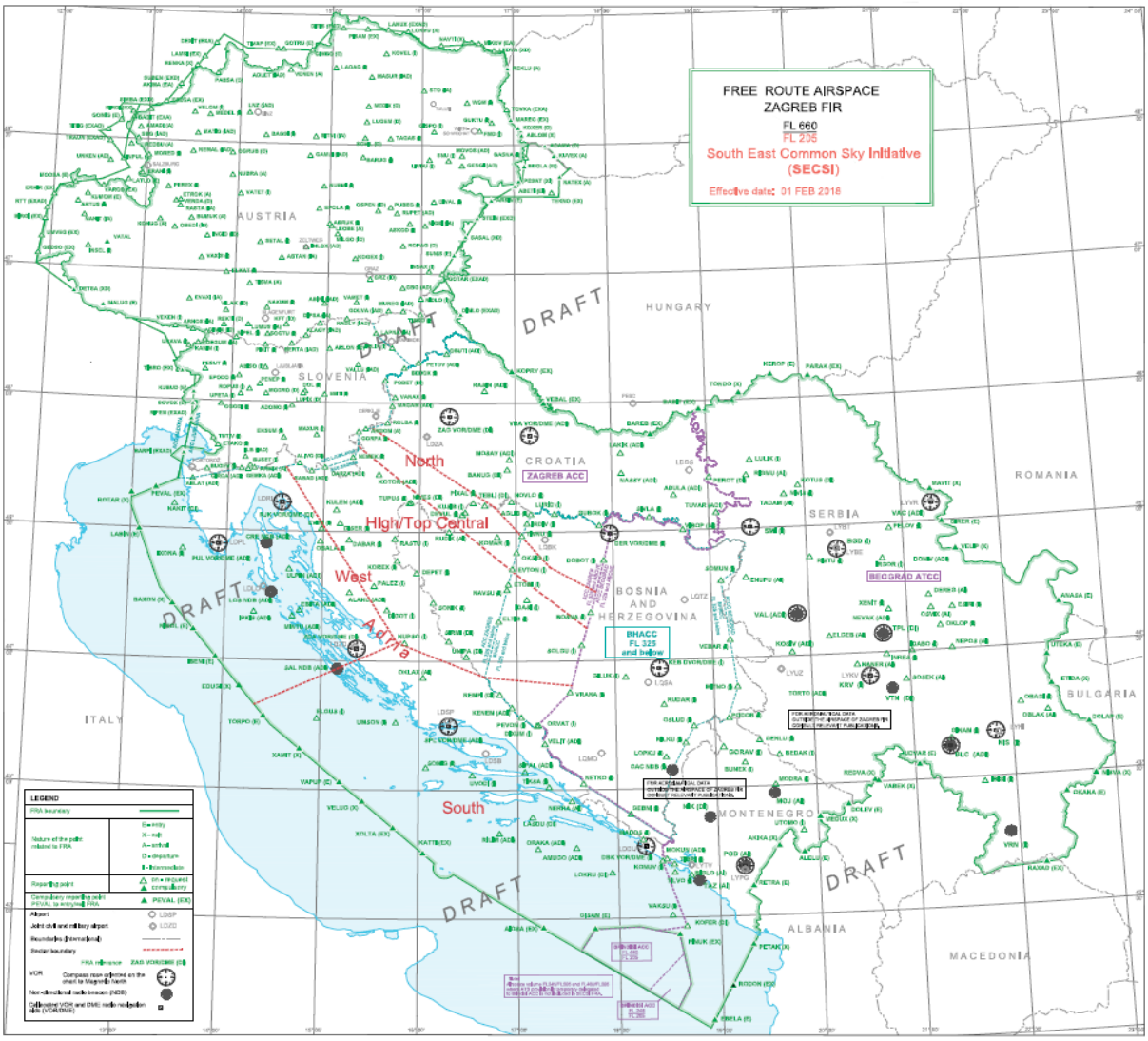
Šesto poglavlje prikazuje uštede koje omogućava novi prostor. Uštede se prikazuju u duljini leta, vremenu trajanja leta, potrošnji goriva te emisijama štetnih plinova ugljikovog dioksida i dušikovog oksida. Usporedba se temelji na simulaciji jednog dana na području cijelog SECSI prostora. Prometni tokovi s najvećim uštedama posebno se analiziraju.

Usporedba kompleksnosti pojedinih jedinica zračnog prometa opisana je u sedmom poglavlju. Kompleksnost je prikazana po jedinici centra oblasne kontrole ACC-a Zagreb, ACC-a Beograd, ACC-a Ljubljana, ACC-a Beč i ACC-a Sarajevo u parametrima prosječne duljine prijelaza, prosječnog vremena okupacije, prosječnog broja promjene visine na 1000 ft, prosječnog broja ulazaka te broja ulazaka.

U osmom poglavlju uspoređuju se vrijednosti vertikalnih profila (penjanja, krstarenja i spuštanja) i mase zrakoplova (velika, srednja i mala) na razini ACC-a. Osim toga opisana je metoda za izračun prihoda unutar naplatnih područja te vrijednosti naplatnih područja budućih SECSI članova.

2 Integracija zračnog prostora s konceptom slobodnih ruta

Područje integracije SECSI (South East Common Sky Initiative) prostora sastoji se od spajanja dvaju zračnih prostora s konceptom slobodnih ruta SEAFRA (South-East Axis Free Route Airspace) i SAXFRA (Slovenian Austrian Cross Border Free Route Airspace). Glavne su predviđene promjene spuštanje donje visinske granice SEAFRA prostora s trenutne razina leta 325 na 205, a granične navigacijske točke između SEAFRA i SAXFRA koje imaju ulaznu, izlaznu ili ulazno-izlaznu funkciju, mijenjaju se u međutočke. To znači da takve točke više neće biti obavezne za planiranje već će biti ponuđene kao opcije koje će zrakoplovni operateri moći koristiti. Ovaj koncept omogućit će zrakoplovnim operaterima planiranje rute s točkom ulaska u SEAFRA prostor do točke izlaska iz SAXFRA prostora i obrnuto, pritom poštujući restrikcije. Na slici 1. prikazana je skica SECSI prostora.

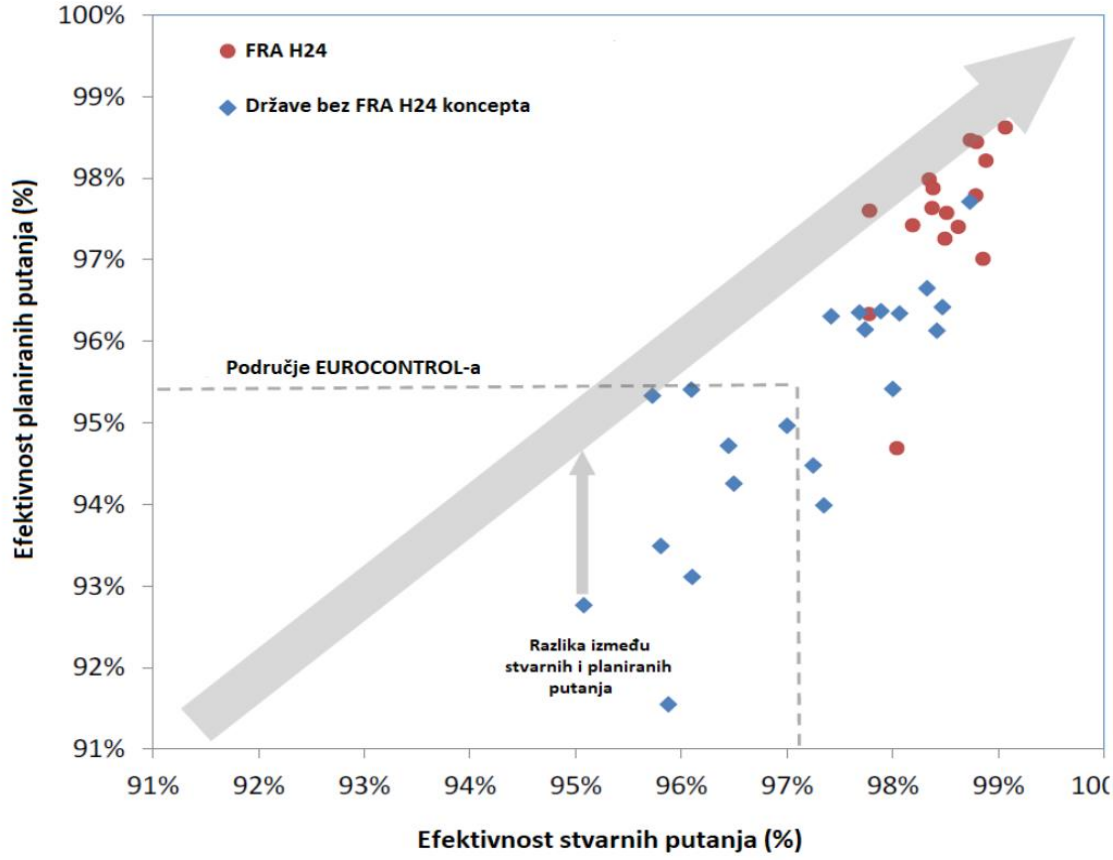


SLIKA 1. SKICA SECSI KARTE

2.1 Koncept slobodnih ruta (FRA)

FRA[1] (Free Route Airspace) zračni je prostor koji omogućava zrakoplovnim operaterima slobodno planiranje ruta između ulaznih i izlaznih navigacijskih točaka. Takva mogućnost pruža kraću duljinu rute, uštedu goriva i vremena te smanjenje utjecaja štetnih plinova za razliku od konvencionalnih zračnih puteva [4]. S gledišta pružatelja usluga zračnog prometa FRA prostor omogućava bolju predvidljivost zbog stabilnijih putanja te bolje iskorištenje kapaciteta prostora. Također, zbog slobodnog se planiranja može očekivati povećanje prometa jer su omogućene kraće putanje koje možda nisu postojale pa su zrakoplovni operateri planirali rutu preko drugog oblasnog prostora.

Na slici 2. prikazana je efektivnost putanja članica EUROCONTROL[2]-a koje su implementirale FRA H24 koncept u odnosu na članice koje nisu. 100% je teoretska vrijednost koja se nikada neće postići zbog složenosti letenja. Na X osi prikazana je efektivnost stvarnih putanja (radarsko pozicioniranje zrakoplova prilikom leta), a na Y osi prikazana je efektivnost planiranih putanja (odobren plan leta). Na slici se može primijetiti kako je razlika između planiranih i stvarnih putanja manja kod država s FRA H24 konceptom što osigurava stabilnije putanje, bolju razinu planiranja te ima pozitivan utjecaj na kapacitete.[2]



SLIKA 2. EFEKTIVNI ODNOS PUTANJA DRŽAVA ZA 2016. [2]

[1] FRA - eng. Free Route Airspace - hrv. Koncept slobodnih ruta
[2] EUROCONTROL - hrv. Europska organizacija za sigurno odvijanje zračne plovidbe

Prostor nije definiran geografskim državnim granicama, nego kao dio ili cjelina jednog ili više oblasnih kontrola. Vertikalni se dio može prostirati od zemlje ili određene razine leta (FL[3]) pa do maksimalne razine leta. Koordinate zračnog prostora moraju biti publicirane i opisane u zrakoplovnim glasilima od strane pružatelja usluga zračne plovidbe.

Zrakoplovni operateri u takvom zračnom prostoru imaju vrlo malo limitacija (zaobilaženje rezerviranog ili izdvojenog zračnog prostora, višestruki ulasci unutar jedne oblasne kontrole, tok manji od 2.5 NM od ruba zračnog prostora, itd.). Pružatelj usluga zračne plovidbe uvodi restrikcije unutar svog zračnog prostora koje se evidentiraju prilikom simulacije prometa ili nakon implementacije. U tom slučaju, zrakoplovni operateri mogu koristiti međutočke (I) koje se nalaze unutar prostora kako bi prilikom planiranja zaobišli područje zatvoreno za planiranje.

Kreiranje FRA prostora jedan je od stupnjeva potpune implementacije koncepta slobodnih ruta nad čitavom Europom takozvane SES[4] inicijative detaljnije objašnjene u poglavlju 2.3. Svaki od pružatelja usluga zračne plovidbe ima operativnu i financijsku potporu od strane EUROCONTROL-a. Jedne od prilagodbi potpunog uvođenja FRA prostora nad Europom mogu biti: noćni direktni pravci, direktni pravci, prekogranični direktni pravci, noćni koncept slobodnih ruta, H24 koncept slobodnih ruta unutar područja pružatelja usluga zračne plovidbe te u konačnici spajanje H24 prostora s konceptom slobodnih ruta između više pružatelja usluga.

FRA koncept temelji se na shvaćanju svih uključenih strana ATM[5] sustava koje implementiraju zajednički prostor. Takav prostor mora predvidjeti i obuhvaćati različite scenarije koji se mogu dogoditi:

- Ispunjavanje sigurnosnih aspekata
- Povezanost s postojećim operacijama
- Mogućnost daljnjeg razvoja
- Mogućnost širenja i spajanja sa susjednim prostorima
- Mogućnost izvoza prometa s drugim regijama [3]

[3] FL eng. Flight Level – hrv. Razina leta
[4] SES eng. Single European Sky – hrv. Jedinstveno europsko nebo
[5] ATM – eng. Air Traffic Management – hrv. Sektor upravljanja zračnim prometom

Pružatelj usluga mora prilagoditi:

- Sistemsku potporu za planiranje FRA koncepta i ATFM[6]-a
- Procedure potrebne za operativno djelovanje unutar FRA prostora
- Strukture zračnog prostora
- Procedure unutar struktura zračnog prostora
- Sustave kako zrakoplovni operateri ne bi trebali implementirati nove, zbog korištenja FRA prostora
- Sustav za planiranje kako bi se mogle koristiti pogodnosti koje omogućava FRA prostor [3]

2.2 Koraci implementacije koncepta slobodnih ruta

Kako bi se postigla maksimalna razina efektivnosti u transferu leta između jedinica ACC[7] prostora treba jasno definirati rutnu mrežu koja se ne odnosi na FRA prostor (odnosi se na FRA prostore koji su definirani određenom visinom). Rubovi FRA prostora moraju se spajati na rutnu mrežu, u slučaju da susjedna jedinica nema operativan FRA koncept.

Mora se uzeti u obzir povezanost s TMA[8] prostorima, točnije predvidjeti potrebu za definiranjem novih SID[9] i STAR[10] procedura koje bi omogućile veću fleksibilnost. U slučaju spuštanja FRA prostora do gornje granice TMA prostora, preporučuje se uzimanje zadnje navigacijske točke SID-a za ulazak i prve STAR-a za izlazak iz FRA područja. U slučaju da na nekim zračnim lukama ne odgovaraju SID ili STAR procedure postoji mogućnost definiranja DCT[11] pravca na određenu navigacijsku točku. [3]

Sektorizacija prostora mora se validirati u odnosu na FRA prostor i runtu mrežu ako je smještena ispod. Umjesto prometnih tokova koji su bili definirani navigacijskim točkama po rutnoj mreži može se očekivati raspršenje putanja po čitavom sektoru. Bitno je proučiti kretanje takvih tokova, njihovu orijentaciju, kratku tranziciju (ako postoji), višestruke ulaske u isti ACC prostor (ako postoje), prilagodbu prostora omogućenog za rezervaciju te vojno-civilnu koordinaciju sektorskog prostora.

[6] ATFM - eng. Air Traffic Flow Management - hrv. Upravljanje protokom zračnog prometa
[7] ACC - eng. Area Control Centre - hrv. COK - Centar oblasne kontrole
[8] TMA - eng. Terminal Control Area - hrv. Završno kontrolirano područje
[9] SID - eng. Standard Instrument Departure - hrv Standardni instrumentalni odlazak
[10] STAR - eng. Standard Instrument Arrival - hrv. Standardni instrumentalni dolazak
[11] DCT- eng. Direct routing - hrv. Direktni pravci

Prvi je korak validacija operacija unutar AoR[12] područja svakog od ANSP[13]-a uključenih u razvoj koncepta slobodnih ruta zajedno s mrežnim upraviteljem (NMOC[14]). Procjena mora biti pokrenuta minimalno 140 dana ili 5 AIRAC[15] ciklusa prije datuma željene implementacija.

Svaki ANSP mora validirati:

- Organizaciju zračnog prostora
- Operativne procedure
- Restrikcije
- Aspekte planiranja
- Opis i procedure unutar vojnog zračnog prostora
- Vojno – civilnu koordinaciju

Drugi korak uključuje validaciju operacija susjednih sektora, odnosno susjednih ANSP-a koji okružuju FRA prostor također 140 dana prije datuma implementacije.

Svaki ANSP mora validirati:

- Rubne točke FRA prostora
- LoA[16] procedure sa susjednim područjima
- Restrikcije
- Aspekte planiranja
- Opis i procedure unutar vojnog zračnog prostora
- Vojno – civilnu koordinacija

Treći korak je opis operacija unutar AIS[17]-a sustava, a značajke FRA prostora objavljuju se unutar AIP[18]-a:

- Lateralne limitacije
- Vertikalne limitacije
- FRA ulazne, izlazne i ulazno-izlazne navigacijske točke
- FRA odlazne, dolazne i odlazno-dolazne navigacije točke
- FRA navigacijske međutočke
- Vrijeme aktivacije
- Vojni prostor s procedurama

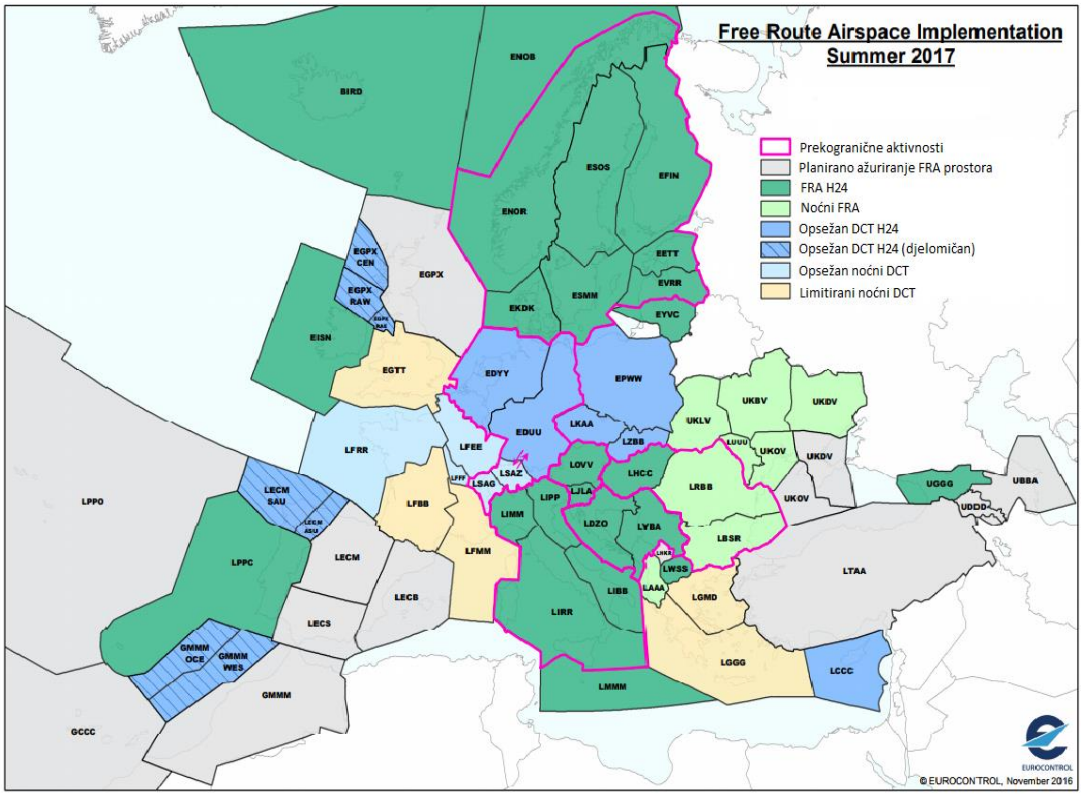
[12] AoR - eng. Area of Responsibility - hrv. Područje odgovornosti pružatelja usluga kontrole zračne plovidbe
[13] ANSP - eng. Air Navigation Service Provider - hrv. Pružatelj usluga zračne plovidbe
[14] NMOC - eng. Network Manager Operations Centre - hrv. Centar mrežnog upravitelja
[15] AIRAC - eng. Aeronautical Information Regulation And Control - hrv. Zrakoplovni podaci o propisima i kontroli
[16] LOA - eng. Letters of Agreement - hrv. Sporazumna pisma susjednih zemalja
[17] AIS - eng. Aeronautical Information System - hrv. Sustav zrakoplovnih informacija
[18] AIP - eng. Aeronautical Information Publication - hrv. Zbornik zrakoplovnih informacija

Četvrti korak dolazi nakon validacije svih potrebnih podataka, u slučaju promjene podataka objavljenih unutar AIS-a sustava. Konačna publikacija mora biti dovršena za 56 dana ili 2 AIRAC ciklusa prije same implementacije. Pristup podacima mora se omogućiti zrakoplovnim operaterima. [3]

Navigacijske točke FRA zračnog prostora mogu imati jednu ili više funkcija:

1) Ulazna (E)
2) Izlazna (X)
3) Međutočka (I)
4) Ulazno-izlazna (EX)
5) Ulazna međutočka (EI)
6) Izlazna međutočka (XI)
7) Ulazno-izlazna međutočka (EXI)
8) Dolazna (A)
9) Ulazno-dolazna (EA)
10) Izlazno-dolazna (XA)
11) Ulazno-izlazno-dolazna (EXA)
12) Dolazna međutočka (IA)
13) Ulazno-dolazna međutočka (EIA)
14) Izlazno-dolazna međutočka (XIA)
15) Ulazno-izlazno-dolazna međutočka (EXIA)
16) Odlazna (D)
17) Ulazno-odlazna (ED)
18) Izlazno-odlazna (XD)
19) Ulazno-izlazno-odlazna (EXD)
20) Odlazna međutočka (DI)
21) Ulazno-odlazna međutočka (EDI)
22) Izlazno-odlazna međutočka (XDI)
23) Ulazno-izlazno-odlazna međutočka (EXDI)
24) Dolazno-odlazna (AD)
25) Ulazno-dolazno-odlazna (EAD)
26) Izlazno-dolazno-odlazna (XAD)
27) Ulazno-izlazno-dolazno-odlazna (EXAD)
28) Dolazno-odlazna međutočka (ADI)
29) Ulazno-dolazno-odlazna međutočka (EADI)
30) Izlazno-dolazna-odlazna međutočka (XADI)
31) Ulazno-izlazno-dolazno-odlazna međutočka (EXADI)

Na slici 3. prikazana je ljetna implementacija FRA prostora.



SLIKA 3. LJETNA IMPLEMENTACIJA FRA PROSTORA 2017. [4]

2.3 Jedinstveno europsko nebo SES

SES je inicijativa koju je 2000. godine pokrenula Europske komisija s ciljem spajanja zračnog prostora nad Europom. Europski parlament kao zakonodavno tijelo Europske Unije, odobrava inicijativu 2004. godine kao SES 1 paket.

Inicijativa SES 1 pokrenuta je sa svrhom poboljšavanja sigurnosti i efikasnosti zračnog prijevoza, smanjenja kašnjenja poboljšavanjem zračnog prostora (smanjenjem rascjepkanosti) i kapaciteta zračnih luka, poboljšavanja usluga zračnog prometa, smanjenja cijena za korisnike zračnog prometa i poboljšavanja vojnih operacija te njihova integracija u europski ATM sustav. [5]

Zakonodavni propisi SES 1 paketa:

1) Okviri 549/2004 – povećanje trenutnih razina sigurnosti i potpune efikasnosti generalne avijacije zračnog prometa nad Europom, optimizacija kapaciteta ATM sustava uz minimalna kašnjenja.

2) Navigacijske usluge 550/2004 – povećanje razine sigurnosti, efikasnosti i kontinuiranosti kroz proces harmonizacije u zrakoplovnoj navigaciji na temelju zajedničkih potreba i interesa. Definiranje pravila za pružatelje usluga zračne plovidbe.

3) Rascjepkanost zračnog prostora 551/2004 – smanjiti područje rascjepkanosti zračnog prostora stvaranjem jedinstvenog područja koje je efikasno i sigurno bez granica. Spajanje nacionalnih prostora kroz koje se pružaju letne informacije u jedan prostor s istim načelima i pravilima.

4) Interoperabilnost 552/2004 – definirana je u dva područja

- Pružanje i primanje usluga između različitih sustava i povezanih procedura u europskoj ATM mreži tako da se isti sustavi harmoniziraju.
- Predstavljanje i validacija novih koncepata u operaciji i tehnologiji ATM-a.

SES 1 paket nije ispunio očekivane rezultate u važnim područjima poput FAB[19] prostora, ekonomičnosti, performansi i ekologije. Zbog tih razloga uveden je SES 2 paket. Europski ATM mora omogućiti kraće rute s optimiziranim letnim profilima u odnosu na potrebe zrakoplovnih operatera te bolje povezati procedure oko zračnih luka s rutnom mrežom. Tako smanjit će se emisija štetnih plinova i buka u području zračnih luka.

Ciljevi SES 2 paketa

- Predstaviti okvir performansi za europski ATM sustav s definiranim ciljevima u određenim područjima.
- Stvaranje jedinstvenih okvira u području sigurnosti kako bi se omogućio usklađeni razvoj sigurnosnih regulativa i njihova implementacija.
- Omogućiti pristup novim tehnologijama i operativnim konceptima koji povećavaju razinu sigurnosti
- Povećanje kapaciteta na zračnim lukama. [5]

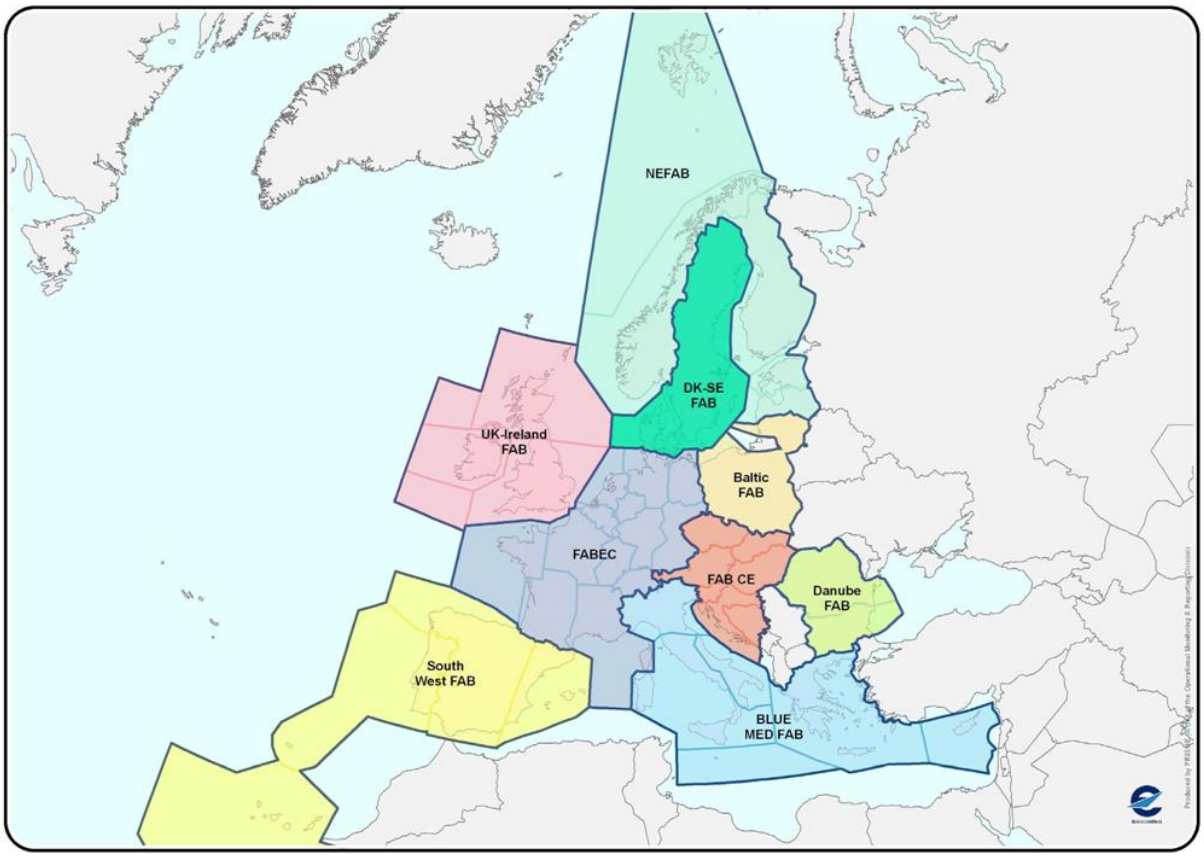
Koncept stvaranja volumena FAB blokova jedan je o temeljnih alata potrebnih za stvaranje SES prostora. Pružanje usluga opisano je u zakonodavnom Paketu SES 1 a njegov

[19] FAB - eng. Functional Airspace Block - hrv. Funkcionalni blok zračnog prostora

daljnji razvoj u SES 2. Definirano je 9 FAB prostora te se njihove vrijednosti zasebno monitoriraju. [5]. Na slici 4. prikazani su FAB blokovi.

FAB blokovi:

1) UK-Ireland FAB (Ujedinjeno Kraljevstvo i Irska)
2) Danish-Swedish FAB (Danska i Švedska)
3) Baltic FAB (Litva i Poljska)
4) BLUE MED FAB (Cipar, Grčka, Italija i Malta)
5) Danube FAB (Bugarska i Rumunjska)
6) FAB CE (Hrvatska, Austrija, Bosna i Hercegovina, Češka, Mađarska, Slovačka i Slovenija)
7) FABEC (Belgija, Francuska, Njemačka, Luksemburg, Nizozemska i Švicarska)
8) North European FAB (Estonija, Finska, Latvija i Norveška)
9) South West FAB (Portugal i Španjolska)

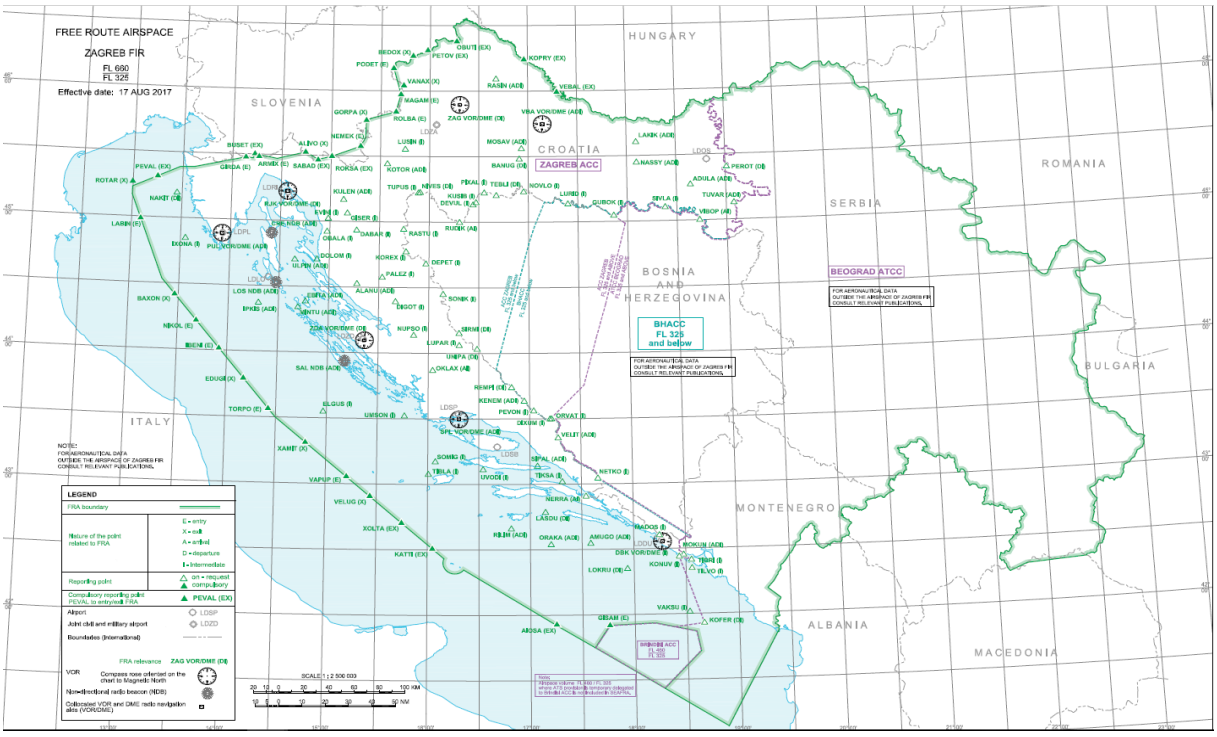


SLIKA 4. FAB BLOKOVI

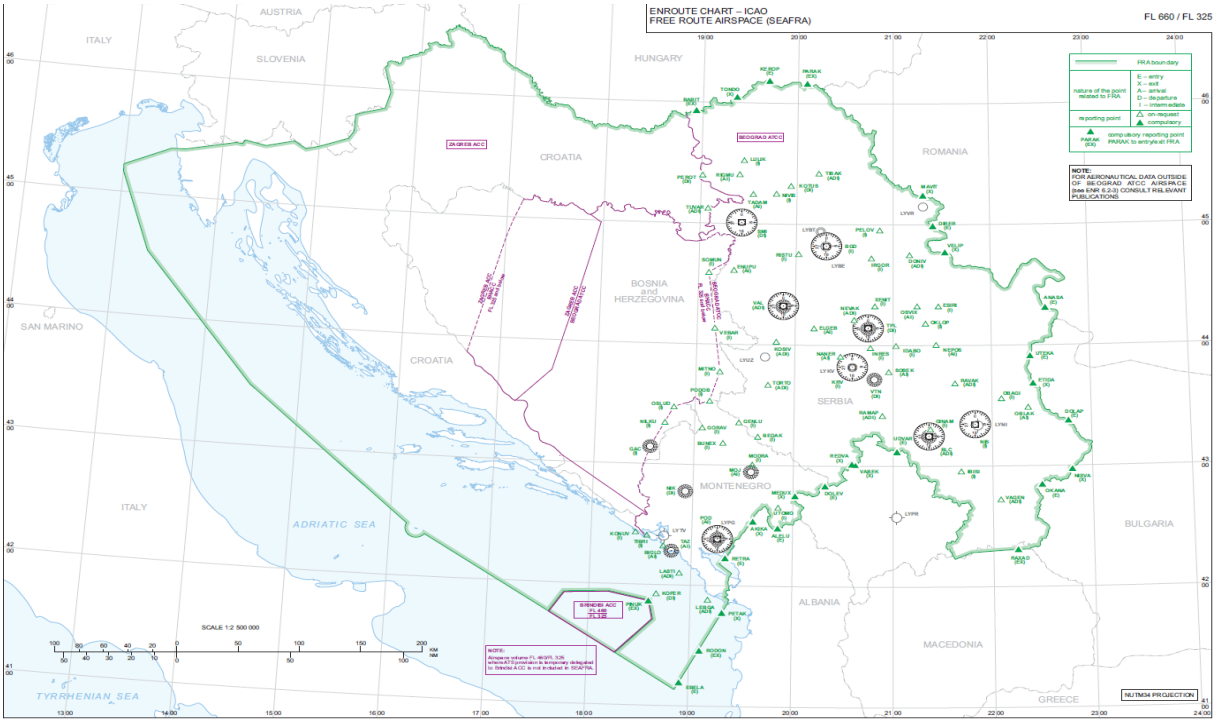
2.4 Koncept slobodnih ruta SEAFRA

SEAFRA kratica označava South-East Axis Free Route Airspace. Dana 30.4.2015. Hrvatska kontrola zračne plovidbe (CCL), Kontrola letenja Srbije i Crne Gore (SMATSA) i Agencija za pružanje usluga u zračnoj plovidbi Bosne i Hercegovine (BHANSA) uvode noćni koncept slobodnih ruta (Night FRA). Taj datum početak je ciklusa 1505 zrakoplovnih podataka o propisima i kontroli (AIRAC). AIRAC ciklus zrakoplovnih podataka o propisima (trajanje 28 dana) započinje u četvrtak a završava srijedu. On se definira kako bi pružatelji usluga zračne plovidbe mogli uvoditi određene promjene unutar prostora.

SEAFRA pruža usluge na području četiriju država (Hrvatska, Srbija, Crna Gora i Bosna i Hercegovina) iznad razine leta 325 (FL325). To je prvi prostor s konceptom slobodnih ruta koji uključuje četiri ili više država u Europi. Noćni koncept može se smatrati kao jedna od prilagodbi uvođenja H24 koncepta, zbog manje količine prometa, u kojima bi se eventualno mogli vidjeti određeni planovi leta koji ne odgovaraju pružateljima usluga. 8.12.2016. (početak AIRAC perioda 1613) SEAFRA prostor postaje 24- satni period iznad razine leta 325. Naj taj način četiri su zemlje ispoštovale inicijativu Europske Unije uvođenja koncepta slobodnih ruta do 1.1.2022.[6] Na slici 5. prikazana je SEAFRA karta publicirana u zrakoplovnim glasilima Republike Hrvatske, a na slici 6. Srbije i Crne Gore. Maksimalna ušteda za jedan dan iznosi skraćivanjem ruta za 2880 NM. Omogućena ušteda za jedan dan iznosi 9300 kg goriva, 30000 kg CO2 i 110 kg NOx štetnih plinova. [6]



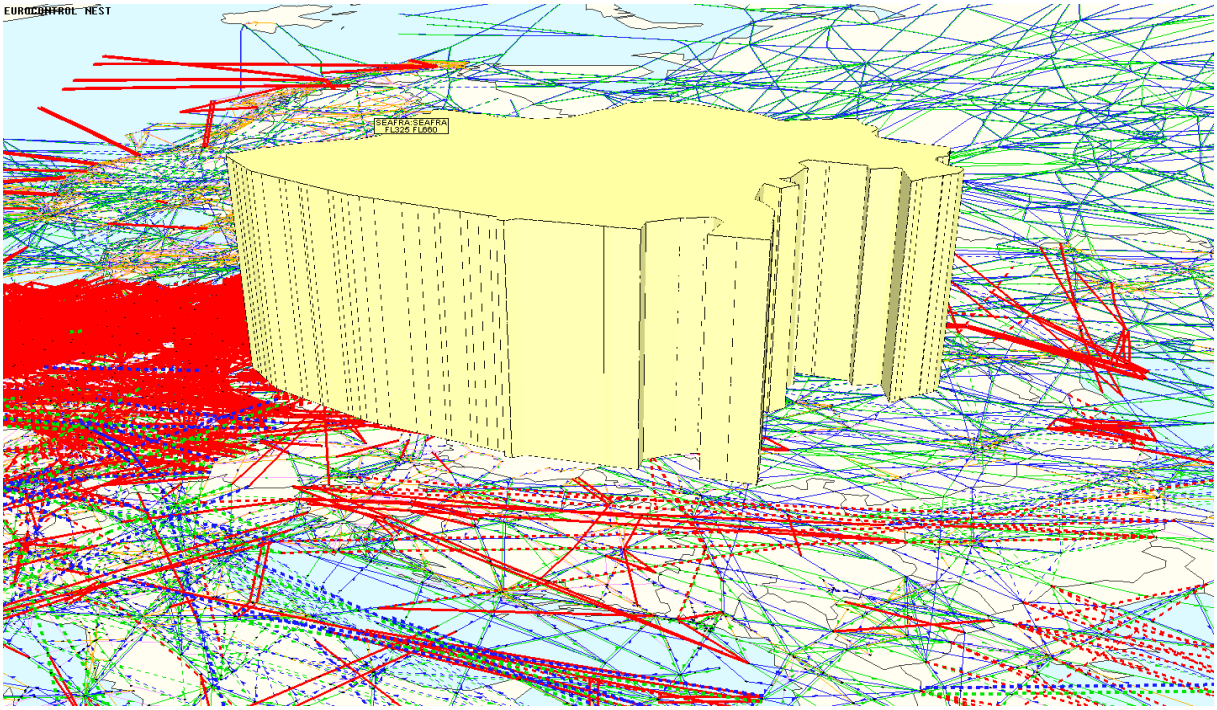
SLIKA 5. SEAFRA KARTA, PUBLICIRANA U ZRAKOPLOVNIM GLASILIMA REPUBLIKE HRVATSKE



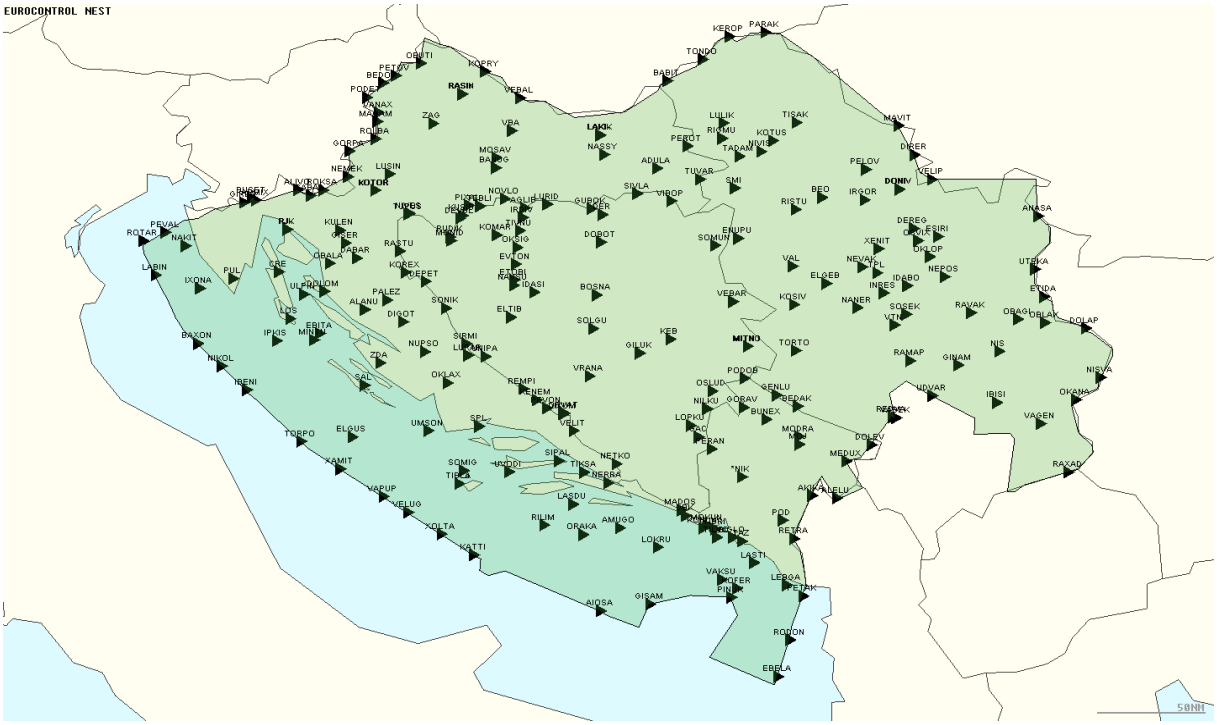
SLIKA 6. SEAFRA KARTA, PUBLICIRANA U ZRAKOPLOVNIM GLASILIMA SRBIJE I CRNE GORE

Prostor ukupno sadrži 224 navigacijske točke od toga:

- 17 ulazno-izlaznih točaka (8 EX, 6 EXAD, 2 EXA 1 EXD)
- 22 ulazne točka (11 ED, 10 E, 1 EAD)
- 18 izlaznih točaka (9 X, 8 XA, 1 XAD)
- 165 međutočka (78 I, 40 ADI, 24 DI, 23 AI)
- 2 odlazne točke (2 D)



SLIKA 7. 3D PRIKAZ SEAFRA H24 PROSTORA S FIKSNOM RUTNOM MREŽOM, DCT PRAVCIMA, DCT VIKEND PRAVCIMA, DCT NOĆNIM PRAVCIMA, DCT VIKEND NOĆNIM PRAVCIMA I NOĆNOM RUTNOM MREŽOM [1]



SLIKA 8. 2D PRIKAZ SEAFRA H24 PROSTORA S IMENIMA NAVIGACIJSKIH TOČAKA [1]

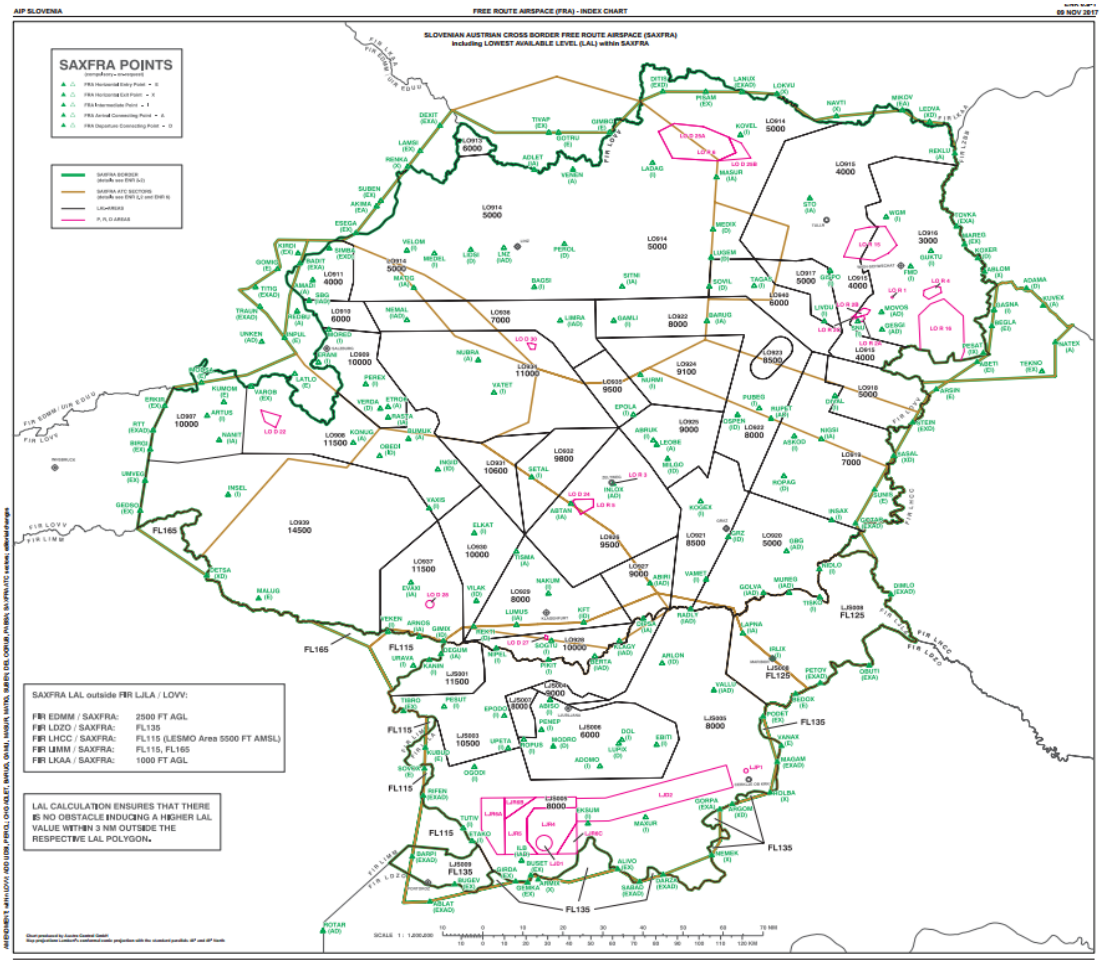
Na slici 7. prikazan je 3D prostor SEAFRA H24, a na slici 8. 2D prikaz s imenima navigacijskih točaka.

2.5 Koncept slobodnih ruta SAXFRA

SAXFRA kratica je za Slovenian Austrian Cross Border Free Route Airspace. FRA prostor implementiran je 10.11.2016. na 1612 AIRAC, jedan AIRAC period ranije u odnosu na SEAFRA. Time je SAXFRA postao prvi europski FRA H24 prostor koji uključuje prekogranične operacije slobodnih ruta između dviju država. Prostor se sastoji od dva ANSP-a, slovenskog (Slovenia Control) i austrijskog (Austro Control). Donja vertikalna granica nije definirana razinom leta već se prostire od zemlje do vrha operativnog prostora. Tako su sve ATS[20] rute koje se nalaze u području odgovornosti pružatelja usluga zračne plovidbe Austrije i Slovenije izbrisane.

[20] ATS - eng. Air Traffic Services - hrv Operativne službe kontrole zračnog prometa

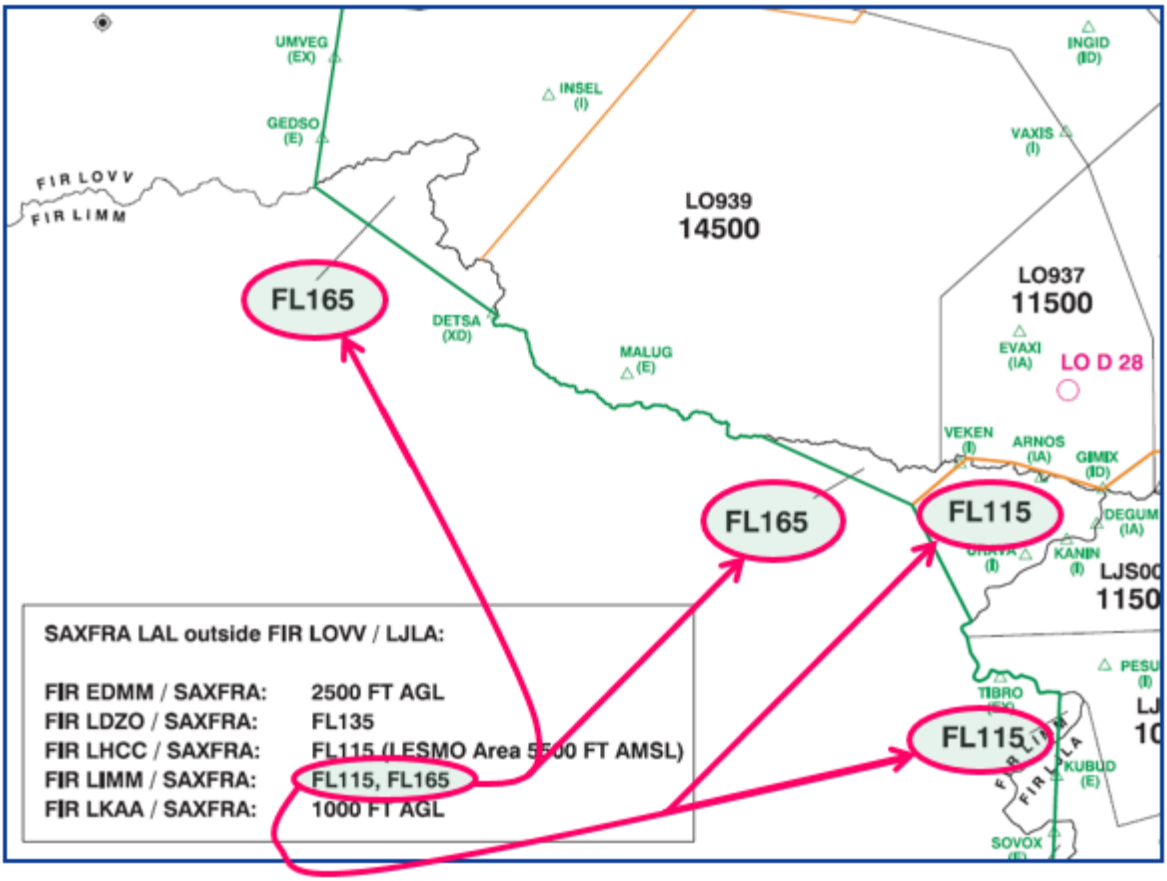
Istraživanja su pokazala kako SAXFRA prostor omogućuje zrakoplovnim operaterima uštedu od 13000 kg goriva uz smanjenje emisije CO2 za 43000 kg po danu.[7] Daljnji korak na putu prema jedinstvenom europskom nebu je spajanje FRA prostora definiranog kao FAB CE do 2019. Može se očekivati kako će se uz postojeće članove FAB CE (Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Slovenija, Austrija, Mađarska, Češka i Slovačka) priključiti Srbija i Crna Gora u sklopu SECSI prostora. SID i STAR procedure ne mijenjaju se, već su prilagođene novonastalom prostoru. LDR[21] pravci ostaju samo kao poveznica sa slovenskim AoR prostorom te određeni DCT pravci s austrijskim AoR prostorom. Povezanost SAXFRA prostora sa susjednim jedinicama kontrole zračne plovidbe nema utjecaj na postojeće FLOS[22] i FLAS[23] strukture, dok su unutar SAXFRA prostora modificirane FLAS strukture. Na slici 9. prikazana je SAXFRA karta publicirana u zrakoplovnim glasilima Slovenije.



SLIKA 9. SAXFRA KARTA PUBLICIRANA U ZRAKOPLOVNIM GLASILIMA SLOVENIJE

[21] LDR - eng. Long Range DCT – hrv. Prekogranični direktni pravci
[22] FLOS - eng Flight Level Orientation Scheme - hrv. Shema orijentacije razine leta
[23] FLAS - eng. Flight Level Allocation - hrv. Raspodjela razine leta

Na karti možemo primijetiti kraticu LAL[24]. Ona označava najnižu razinu leta SAXFRA prostora koja je dostupna za planiranje u nižem zračnom sloju. Definirana je zbog prepreka, poligona unutar prostora, radarskog pokrivanja, izbjegavanja prometa poput instrumentalnog prilaza za Maribor i Portorož, gdje zbog operativnih procedura FRA prostor nije moguć. Na slici 10. prikazane su najniže razine leta na granici s Milanskim ACC prostorom koje se nalaze izvan granica FIR[25]-a, ali unutar granica AoR prostora Slovenije i Austrije.

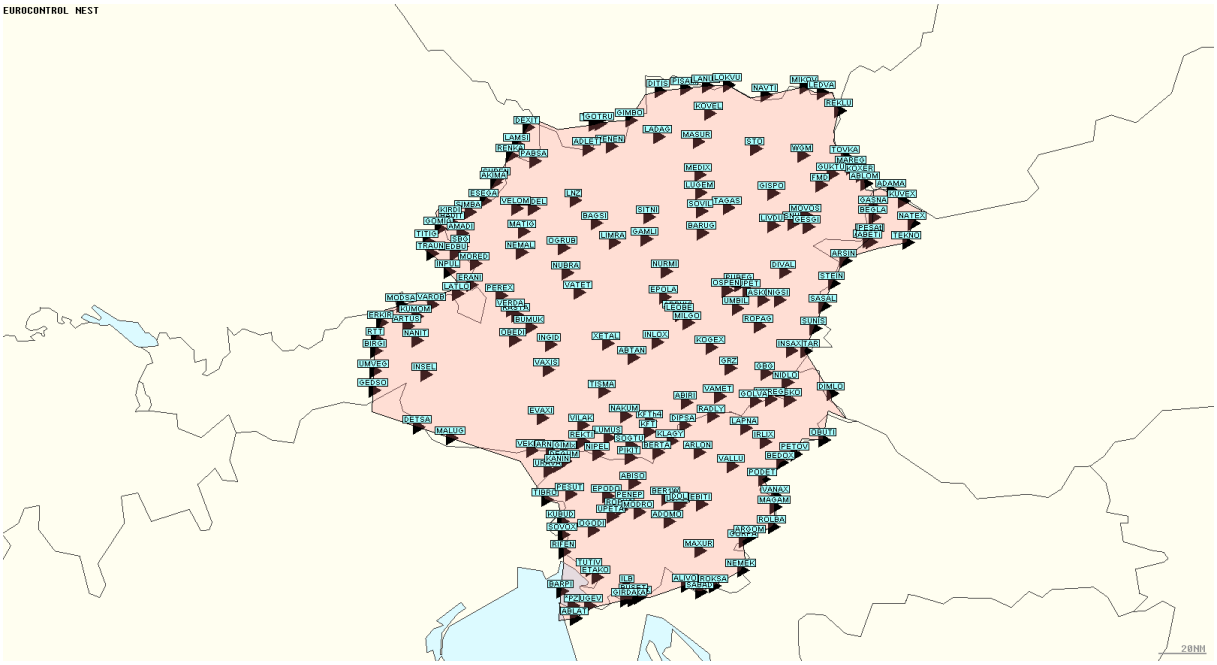


SLIKA 10. DIO SAXFRA LAL KARTE.

Prostor ukupno sadrži 199 navigacijske točke od toga:

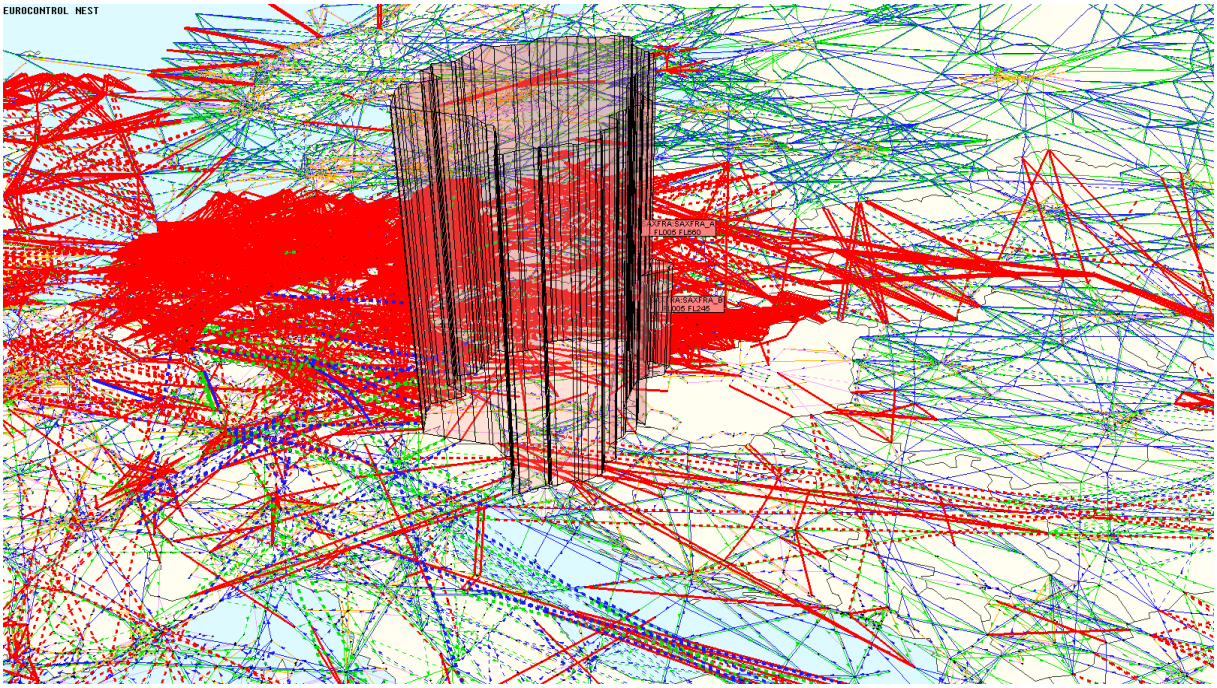
- 39 ulazno-izlaznih točaka (19 EX, 11 EXAD, 5 EXA, 4 EXD)
- 23 ulazne točke (22 E, 1 EA)
- 14 izlaznih točaka (8 X, 4 XD, 1 XA, 1 XAD)
- 95 međutočka (54 I, 19 ADI, 11 DI, 11 AI)
- 12 odlaznih točaka (12 D)
- 10 dolaznih točaka (10 A)
- 6 dolazno-odlaznih točaka (6 AD)

[24] LAL - eng. Lowest Available Level - hrv. Najniže dostupne razina leta
[25] FIR - eng. Flight Information Region - hrv. Područje pružanja letnih informacija



SLIKA 11. 2D PRIKAZ SAXFRA H24 PROSTORA S IMENIMA NAVIGACIJSKIH TOČAKA [1]

Na slici 11. nalazi se 2D prikaz SAXFRA prostora, a na slici 12. 3D prikaz.



SLIKA 12. 3D TRANSPARENTNI PRIKAZ SAXFRA H24 PROSTORA S FIKSNOM RUTNOM MREŽOM, DCT PRAVCIMA, DCT VIKEND PRAVCIMA, DCT NOĆNIM PRAVCIMA, DCT VIKEND NOĆNIM PRAVCIMA I NOĆNOM RUTNOM MREŽOM [1]

3 . Analiza prometa kroz prostor SECSI

SECSI prostor sastoji se od članova EUROCONTROL-a, 4 člana FAB CE prostora (Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Slovenija i Austrija) i 2 člana izvan FAB prostora (Srbija i Crna Gora), odnosno 3 člana unutar (Hrvatska, Slovenija i Austrija) i 3 člana izvan Europske Unije.

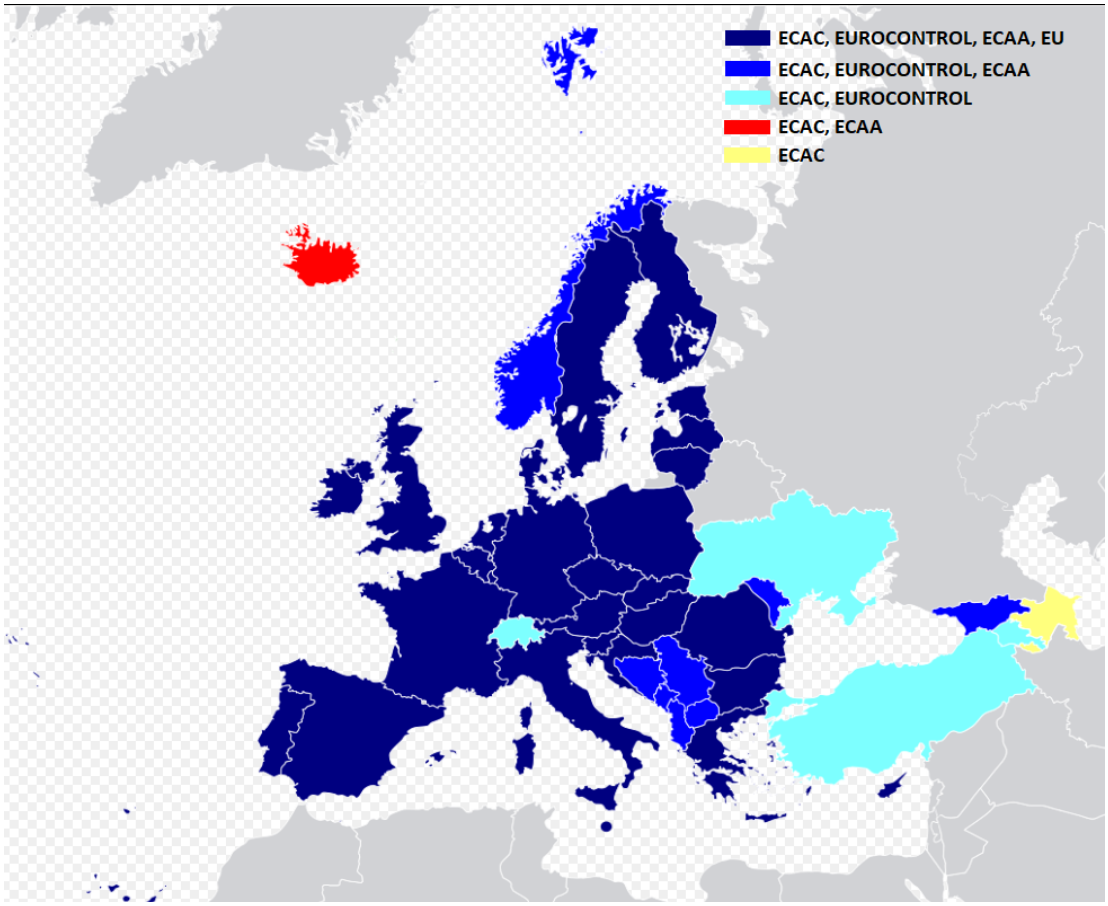
3.1 Analiza do 2016.

EUROCONTROL kao centralni dio za organizaciju, koordinaciju i planiranje zračnog prometa nad Europom promatra određene parametre svojih članova. Vrijednosti se prikazuju za svaki ANSP posebno, a PRC[26] objavljuje godišnji izvještaj u PRR[27] dokumentu. Svrha izvještaja performansi je monitoriranje vrijednosti svakog od ANSP-a u području kapaciteta, ekonomičnosti, efektivnosti, ekologije i sigurnosti te njihov napredak prema SES inicijativi. Cilj je pružiti svima članovima objektivne informacije i neovisne savjete o provedbi europskih ANS[28] performansi koji se temelje na analizama, konzultacijama i informacijama koje pružaju relevantne strane. Prije objave PRR dokumenta, članovima ANSP-a šalje se skica kako bi mogli komentirati ili opravdati vrijednosti.

Na slici 13. prikazano je područje EUROCONTROL-a unutar ECAC[29] regije. EUROCONTROL sastoji se od 41 člana:

- 28 članova Europske Unije (Hrvatska, Slovenija, Austrija, Njemačka, Belgija, Francuska, Luksemburg, Nizozemska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Irska, Portugal, Grčka, Malta, Cipar, Mađarska, Danska, Švedska, Češka Republika, Rumunjska, Italija, Slovačka, Španjolska, Bugarska, Finska, Poljska, Estonija, Litva i Latvija)
- 5 kandidata za članstvo u Europskoj Uniji (Srbija, Crna Gora, Albanija, Republika Makedonija i Turska)
- 8 članova izvan Europske Unije (Bosna i Hercegovina, Norveška, Ukrajina, Moldavija, Armenija, Gruzija, Monako i Švicarska)

[26] PRC - eng. Performance Review Commission - hrv. Komisija za pregled performansi
[27] PRR - eng. Performance Review Report - hrv. Pregled izvještaja performansi
[28] ANS - eng. Air Navigation Service - hrv. Usluge zračne navigacije
[29] ECAC - eng. European Civil Aviation Conference - hrv. Europska konferencija civilnog zrakoplovstva

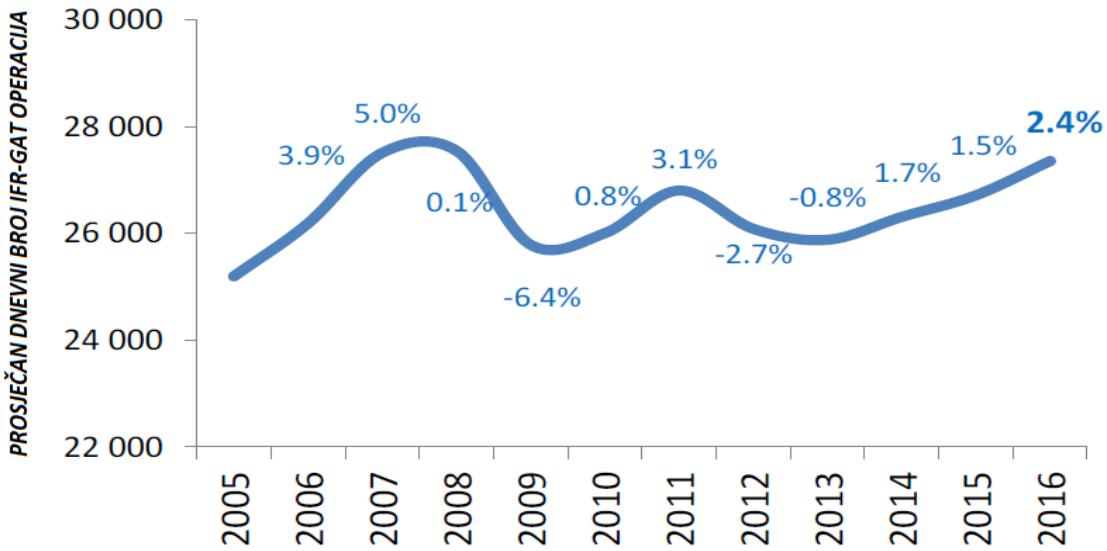


SLIKA 13. ČLANOVI EUROCONTROL-A NA PODRUČJU ECAC REGIJE [8]

Izvan područja EUROCONTROL-a, a unutar ECAC regije nalaze se 3 države (Azerbajdžan, Island i San Marino). Iako Island nije dio EUROCONTROL-a, potpisnik je ECAA[30], stoga je označen crvenom bojom. ECAA je multilateralni Sporazum o europskom zajedničkom zračnom prostoru te podrazumijeva slobodni pristup tržištu unutar i izvan granica Europe, bez ikakve diskriminacije s ciljem liberalizacije u području kapaciteta i cijena. Sporazum se temelji na načelima poštivanja zajedničkih dogovora unutar područja upravljanja zračnog prometa, sigurnosti, zaštite, socijalnog područja i očuvanju okoliša. ECAA sporazumi temeljeni su unutar pravnih okvira Europske unije, s glavnim ciljem integracije susjeda u području jugoistočnog dijela Europe s europskim unutarnjim prometom. Osim članova Europske Unije, ECAA uključuje Island i Norvešku. ECAA pruža nove mogućnosti u integriranom tržištu koje uključuje 36 zemalja te više od 500 milijuna ljudi. [9]

[30] ECAA - eng. European Common Aviation Area - hrv. Europski zajednički zračni prostor

Zračni je promet posljednjih godina u konstantnom porastu te se očekuje daljnje povećanje. Ako se promatra godišnji razvoj, promet se 2016. povećao za 2.4% u odnosu na 2015. To je oko 10 milijuna IFR[31]GAT[32] letova godišnje. Do 2023. očekuje se povećanje od 14% u odnosu na 2016. kada bi se ta brojka mogla popeti 11.6 milijuna. Na slici 14. prikazan je prosječan broj letova po danu na razini EUROCONTROL-a za svaku godinu, u posljednjih 11 godina. [2]

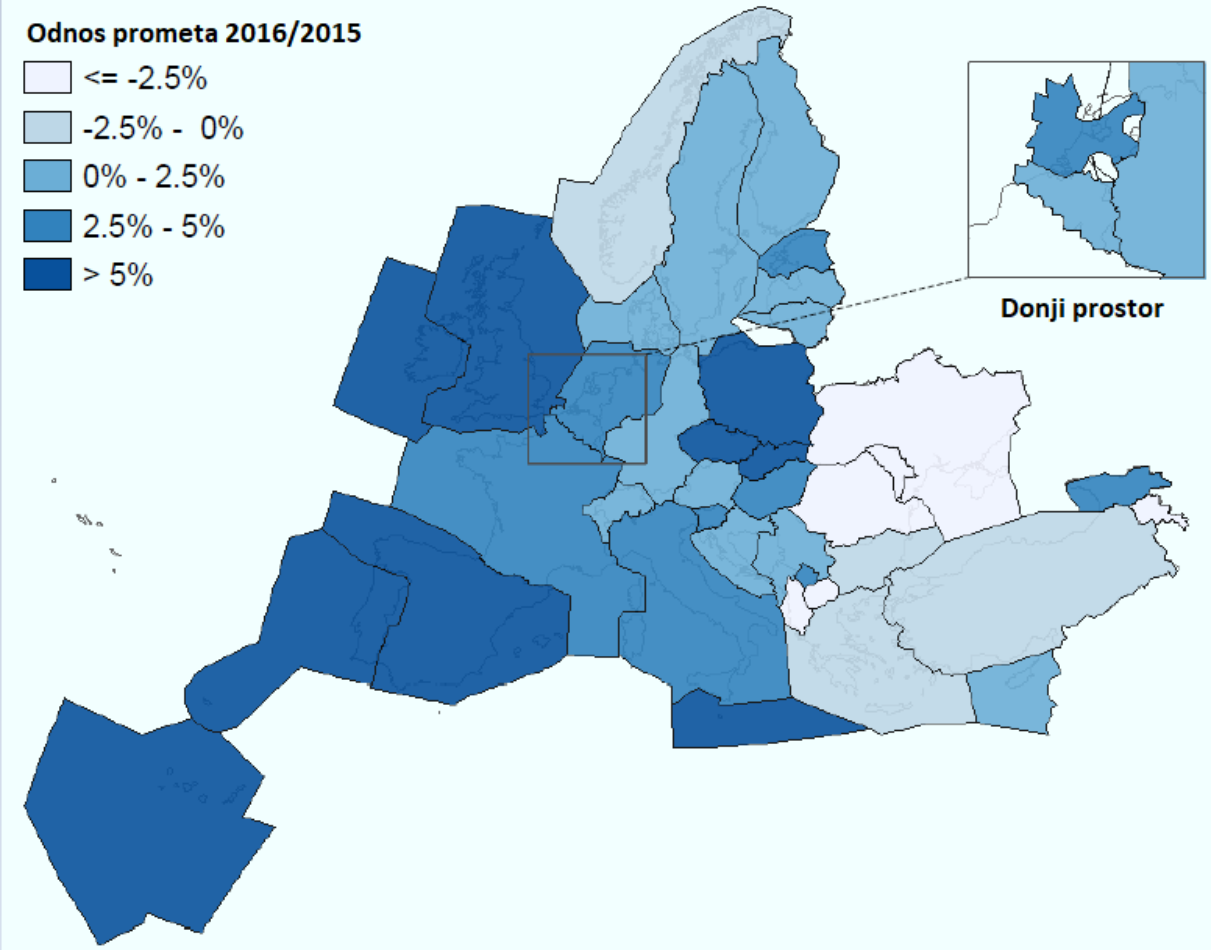


SLIKA.14 DNEVNI TREND PROMETNOG KRETANJA EUROCONTROL-A [2]

S obzirom na to da porast prometa nije isti unutar članica, na slici 15. prikazani su lokalni trendovi za 2016. u odnosu na 2015. Najveći porast bilježi Portugal s +10%, potom Irska s +7.5% te Poljska s +7.3%. Najveći deficit bilježi Ukrajina s -9% zbog nesreće Boeing-a 777-200ER[33] leta 17 *Malaysia Airlines*-a koji je rezultirao kreiranjem zabranjenog i rezerviranog područja te ratnim sukobima u istočnom području države.

Na području članova SECSI prostora nema negativnog trenda. Mora se pritom napomenuti kako je tek krajem 2016. godine implementirano FRA H24 područje na prostoru Hrvatske, Srbije, Crne Gore i Bosne i Hercegovine SEAFRA te na području Slovenije i Austrije SAXFRA pa nije relevantno za usporedbu utjecaja FRA prostora s rutnom mrežom.

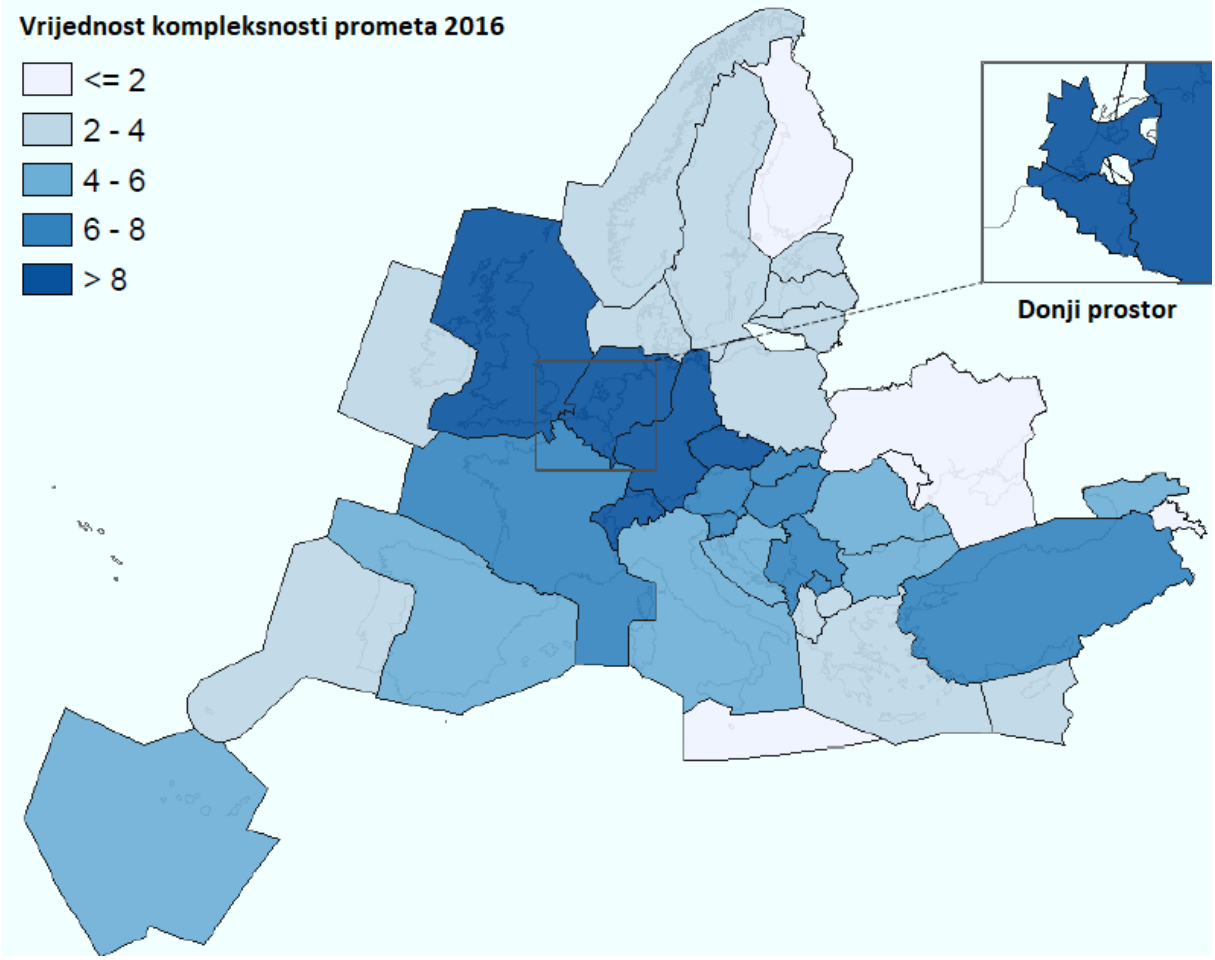
[31] IFR eng. Instrumental Flight Rules – hrv. Pravila za instrumentalno letenje
[32] GAT eng. General Air Traffic – hrv. Opći zračni promet
[33] ER – eng. Extended Range – hrv. Povećan dolet



SLIKA 15. LOKALNI TRENDOVI KRETANJA PROMETA 2016. U ODNOSU NA 2015. [2]

Osim razlike unutar lokalnog prometa članica EUROCONTROL-a postoji razlika i u kompleksnosti promet. Kompleksnost prometa uzima u obzir gustoću prometa (popunjenost prometa u prostoru i vremenu) i interakciju unutar prometa (kompleksnost prostora te vrstu prometa). Za 2016. kompleksnost iznosi 6.9 minuta potencijalne interakcije s ostalim zrakoplovima po letu unutar jednog sata. Na slici 16. prikazan je lokalni raspored kompleksnosti unutar članica EUROCONTROL-a za 2016.

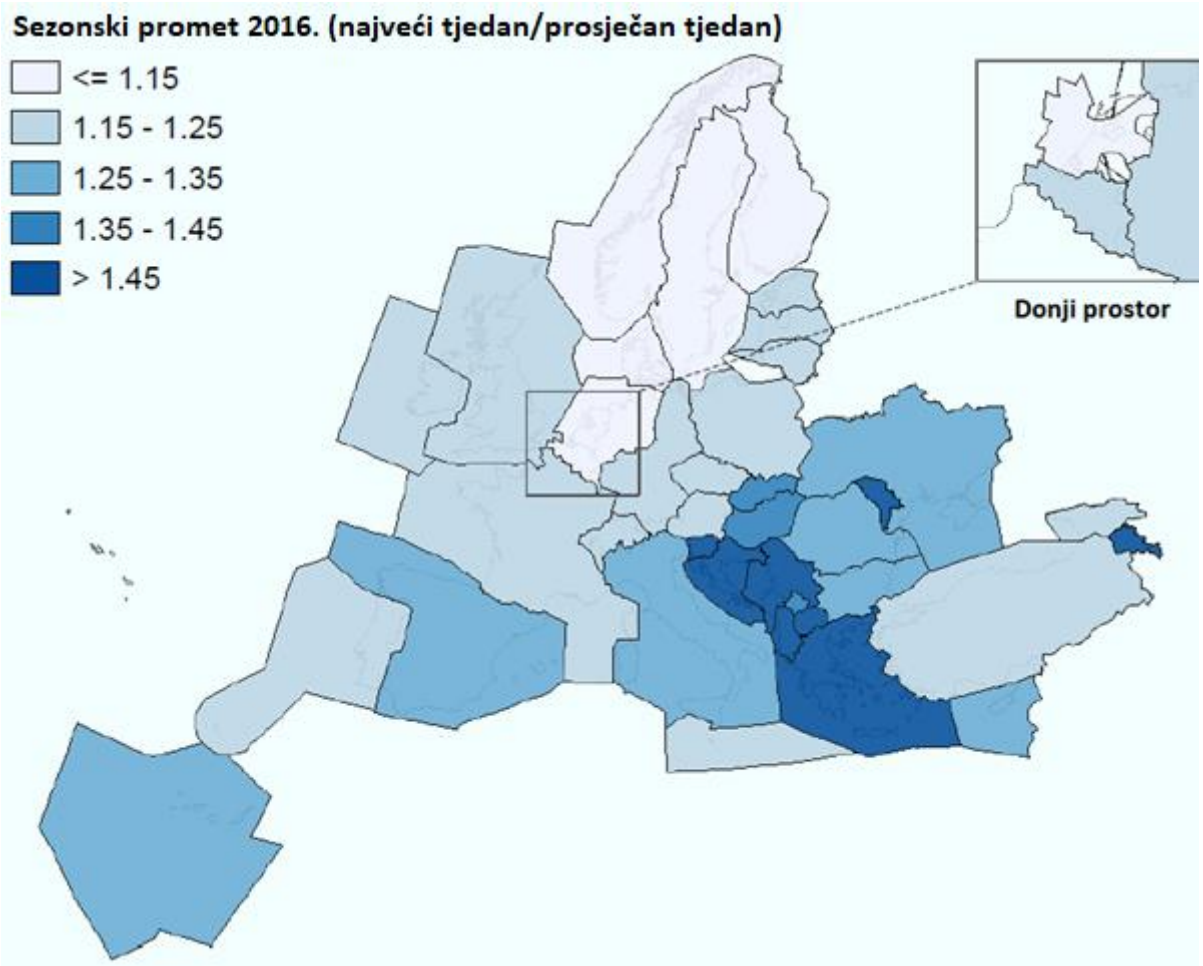
Na području SECSI prostora može se primijeti kako je vrijednost kompleksnosti različita unutar članica. Kompleksnost na području Hrvatske i Bosne i Hercegovine nešto je niža od ostalih članica. Pritom se mora napomenuti kako prikazane vrijednosti opisuju kompleksnost na razini godine, koja se može znatno razlikovati od sezonske.



SLIKA 16. KOMPLEKSNOST PROMETA ZA 2016 [2]

Vrijednost kompleksnosti na slici 16. možda nije pravi indikator. Postoje države koji imaju vrlo izražen sezonski, stoga na razini godine nije moguće prikazati kompleksnost u sezoni. Sezonski promet tradicionalno je velik u južnom području Europe gdje putnici odlaze na godišnje odmore. U tom periodu potrebno je povećati broj operativnog osoblja kako ne bi došlo do regulacija koje bi rezultirale kašnjenjem zrakoplova. Slika 17. prikazuje lokalna područja EUROCONTROL-a s izraženim sezonskim prometom. Sezonski promet mjeri se usporedbom tjedna s najvećim prometom u odnosu na prosječan tjedan.

Na području SECSI prostora može se primijetiti izrazito velik sezonski promet u nadležnosti Zagreb ACC-a, Beograd ACC-a i Ljubljana ACC-a gdje je povećanje prometa veće za 1.45 u odnosu na prosječan tjedan. Povećanje je najveće u ljetnom periodu gdje su izraženi tokovi koji povezuju jugoistok s centralnim dijelom zbog ljetnih destinacija u Hrvatskoj i tokovima prema Grčkoj i Turskom u oba smjera.

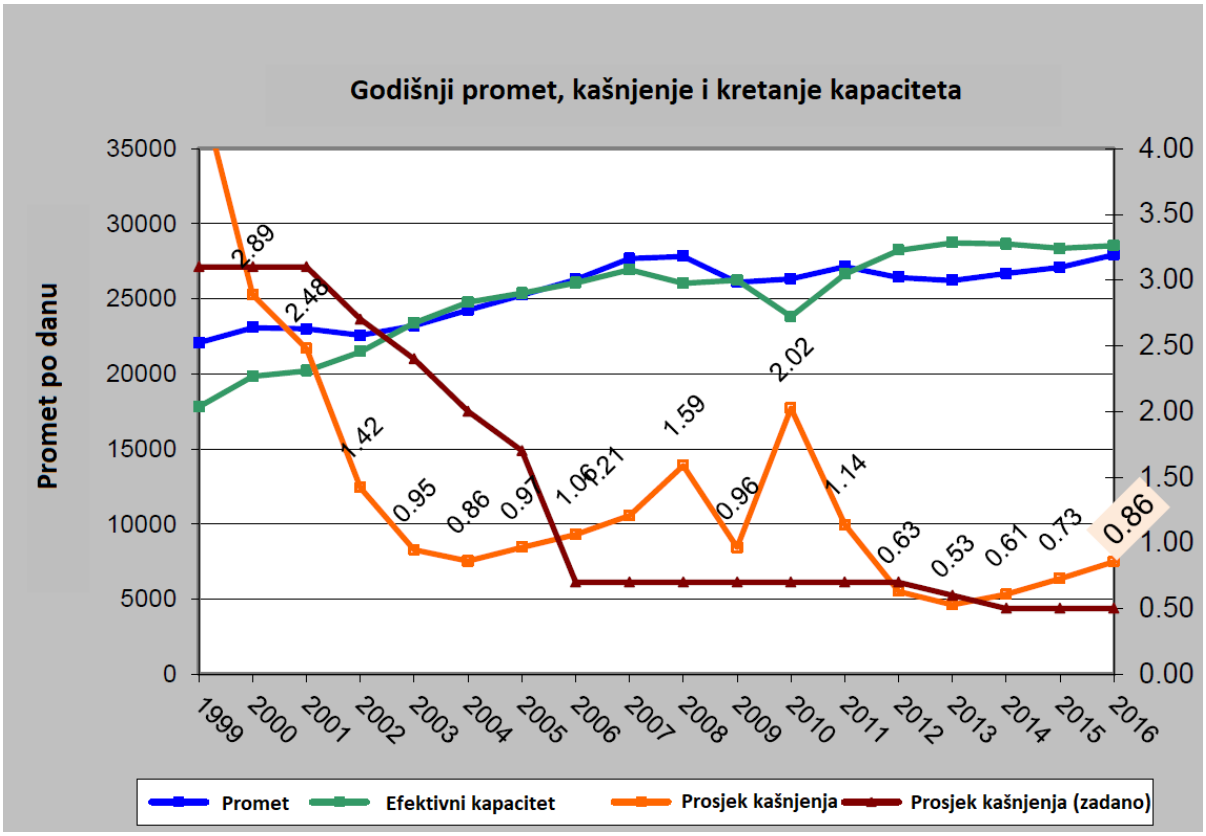


SLIKA 17. SEZONSKI PROMET 2016 [2]

Između 1999. i 2016. zračni promet država EUROCONTROL-a povećao se za 27% te je u konstantnom porastu posljednjih godina. PRC koristi pojam „efektivnog kapaciteta“ koji objedinjuje kretanje prometa i kašnjenja na razini EUROCONTROL-a. Efektivni kapacitet uzima u obzir ATFM kašnjenja iz svih razloga, poput vremena, prekida pružanja usluga, događaja, industrijskih akcija ili implementacija novog ATM sustava. Ako se promatra isti raspon godina, na slici 18. može se primijetiti povećanje efektivnog kapaciteta za 60% uz smanjenje prosječnog kašnjenja po ruti za 81%. [10]

Zadana vrijednost za prosječno kašnjenje po ruti u posljednje tri godine iznosi 0.5 minuta po letu. Ta vrijednost poznata je kao „slom kašnjenja“ i odnosi se na cijelu mrežu. Ona nije ispoštovana u posljednje tri godine te 2016. iznosi 0.86 minuta po letu. Zadana vrijednost razlikuje se od prognozirane koja je nešto veća. Prognozirano kašnjenje temelji se na planu kapaciteta NOP[34], a isključuje radnje poput industrijskih akcija i tehničkih problema. S obzirom na to da svaki ACC ima specifičnu vrstu prometa, kreiraju se vrijednosti unutar ACC-a nadležnog ANSP-a.

[34] NOP – eng. Network Operations Plan – hrv Mrežno-operativan plan



SLIKA 18. PROMET, KAŠNJENJE I EFEKTIVNI KAPACITET PO GODINI NA RAZINI EUROCONTROL-A [10]

U Tablici 1. prikazane su vrijednosti kašnjenja za 2016. zemalja članica SECSI prostora. Vrijednosti se definiraju za operativni prostor AoR područja, a ne prema granicama FIR-a/UIR[35]-a. S obzirom na to da Srbija i Crna Gora imaju zajednički ANSP njihove vrijednosti prikazane su zajedno.

Iz tablice se može primijetiti kako su svi SECSI članovi 2016. ispoštovali definiranu vrijednost „sloma kašnjenja“ na razini EUROCONTROL-a. Osim toga, svaki je od članova imao manje ostvareno kašnjenje od prognoziranog kašnjenja i sloma kašnjenja na razini ANSP-a. S obzirom na to da je promet specifičan i jedinstven za svaku od članica razlikuju se vrijednosti unutar regije.

TABLICA 1. PRIKAZ KAŠNJENJA ZA 2016. NA RAZINI ANSP-A

	Slom kašnjenja (min/letu)	*Prognozirano kašnjenje (min/letu)*	*Ostvareno kašnjenje (min/letu)*
EUROCONTROL	0.50	0.68	**0.86**
Hrvatska	0.25	0.24	**0.04**
Srbija i Crna Gora	0.10	0.01	**0.01**
Bosna i Hercegovina	0.01	0.00	**0.00**
Slovenija	0.21	0.04	**0.01**
Austrija	0.21	0.19	**0.07**

[35] UIR - eng. Upper Flight Information Region - hrv. Gornje područje letnih informacija

U 2016. na razini EUROCONTROLA-a:

- 92.0% letova nije bilo pod ATFM kašnjenjem
- 4.8% letova s rutnim ATFM kašnjenjem
- 3.2% letova s ATFM kašnjenjem na zračnoj luci

Ako se uspoređuje ostvareno ATFM kašnjenje (0.86 min/letu) na razini EUROCONTROL-a s prethodnom godinom bilježi se porast za oko 20% (0.73 min/letu,2015). Od ukupnog ATFM kašnjenja koje se generira s lokalnih FMP[36] pozicija od strane nadležnih ANSP-ova, 55.3% je zbog nedovoljnog kapaciteta i osoblja, zatim slijede problemi vezani uz vremenske uvjete točnije 18,3%, prekidi i industrijske akcije ATC[37] čine 12.3% te kašnjenja vezanih uz događaje unutar prostora 9.1%. Iako je došlo do porasta u ostvarenom ATFM kašnjenju, prosječno vrijeme kašnjenja po zrakoplovu kojemu je dodijeljeno kašnjenje smanjilo se s 18.8 minuta na 18.0 minuta.

3.2 Analiza FRA prometa 2017.

Promet tijekom cijele 2017. godine na području budućeg SECSI prostora je pod FRA H24 konceptom. SAXFRA je u nadležnosti Ljubljana ACC-a i Beč ACC-a, od zemlje do najviše operativne razine, dok je SEAFRA u nadležnosti Zagreb ACC-a i Beograd ACC-a od razine leta 325 do najviše operativne razine. Sarajevo ACC nalazi se ispod SEAFRA prostora, s obzirom na to da je najviša operativna razina leta 325. U ovom poglavlju analizirat će se FRA promet za prvih devet mjeseci 2017.

3.2.1 Hrvatska kontrola zračne plovidbe

Broj operacija na području Hrvatske kontrole zračne plovidbe (ANSP) u prvih devet mjeseci 2017. iznosi 458719. Za isto vrijeme 2016. iznosi 422967 što govori o porastu prometa za 8,5%.

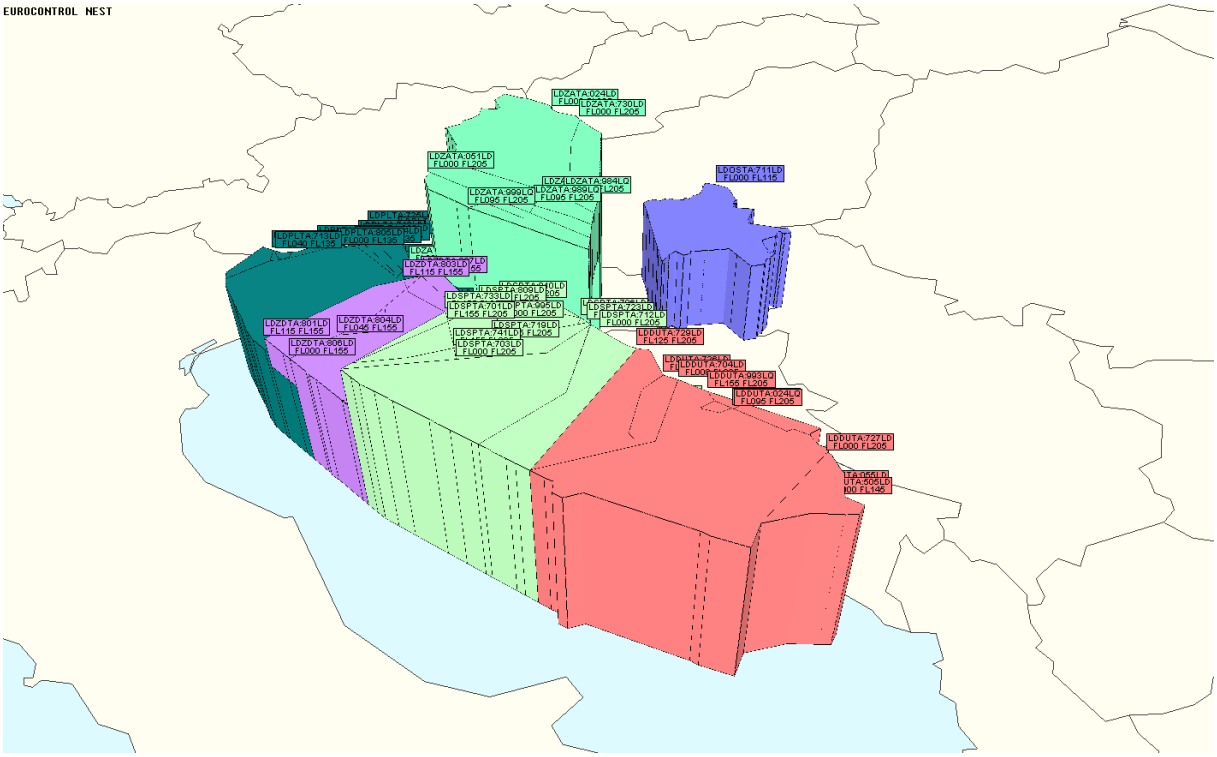
Vrijeme okupacije svih Zagreb ACC sektora koje se mjeri s FMP pozicije iznosi 152594 sati. Ako se taj broj podjeli s brojem operacija može se izračunati prosječno vrijeme okupacije po zrakoplovu. Prosječna okupacija po zrakoplovu u ACC prostoru za 2017. iznosi 21,4 minute, dok za isto vrijeme 2016. iznosi 22 minute.

[36] FMP - eng, Flow Management Position - hrv. Kontrolor protoka zračnog prometa
[37] ATC - Air Traffic Control - hrv. Kontrola zračne plovidbe

Ispod ACC prostora nalazi se 6 TMA prostora prikazanih na slici 19.

AUA[38] (kod) – AUA (ime)

- LDDUTMA – Dubrovnik TMA
- LDOSTMA – Osijek TMA
- LDPLTMA – Pula TMA
- LDSPTMA – Split TMA
- LDZATMA – Zagreb TMA
- LDZDTMA - Zadar TMA

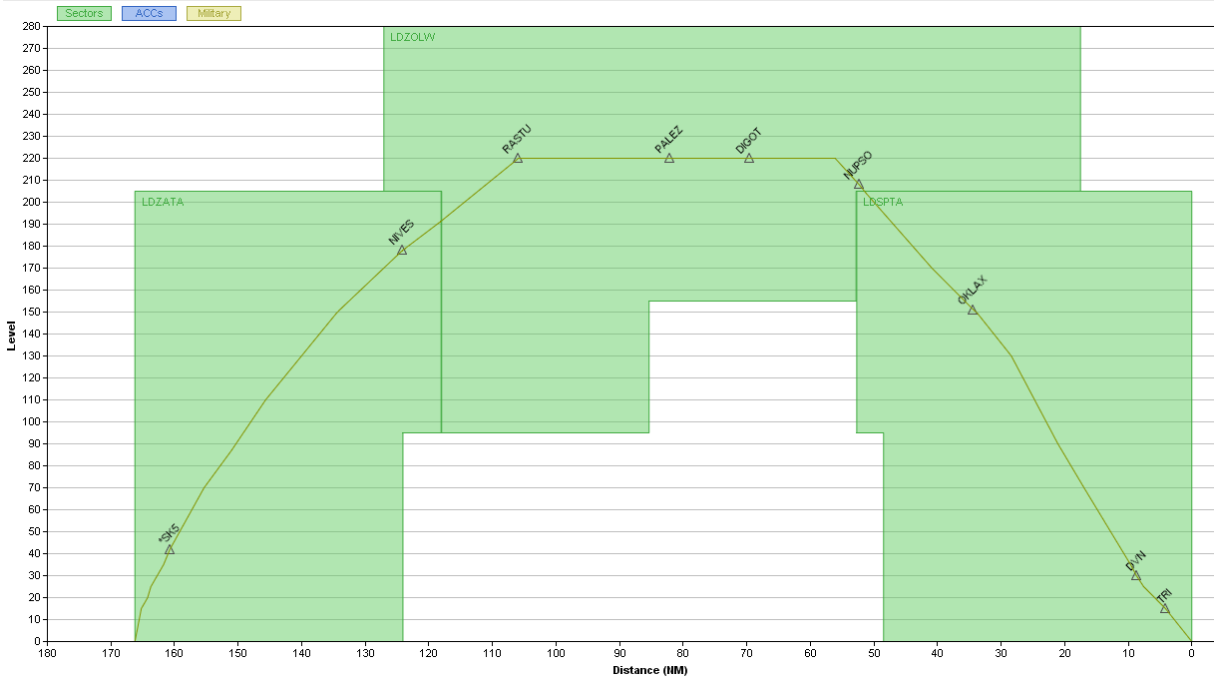


SLIKA 19. TMA PROSTORI U HRVATSKOJ

Osijek TMA najniži je prostor s gornjom granicom razine leta 115 te ujedno i najmanje prometan prostor (1,5% ukupnog TMA prometa). Nije spojen s ostalim TMA prostorima već se između njega i Zagreb TMA nalazi ACC Zagreb. Zagreb TMA najprometniji je prostor (35,23% ukupnog TMA prometa) povezan s Pula TMA na visini do 9500 ft[39]. Pula TMA prostire se do razine leta 135, u južnom dijelu povezana je sa Zadar TMA čija je gornja granica razina leta 155. Split TMA povezan je na sjeveru sa Zadrom do razine leta 155 te s Dubrovnikom do 205. On je ujedno i najprometniji TMA prostor na razini mjeseca (srpanj i kolovoz).

[38] AUA - eng. ATC Unit Airspace - hrv. Prostorna jedinica ATC-a
[39] ft - eng. Feet - hrv. Stopa

U tablici 2. prikazan je broj operacija po jedinici ANSP prometa. Taj je broj veći od broja operacija ANSP-a zbog interakcija između jedinica. Ako zrakoplov leti iz Zagreba (LDZA) za Split (LDSP) najčešće prolazi kroz 3 prostorne jedinice. Prva jedinica je Zagreb TMA, zatim West Sektor koji može biti konfiguriran cijeli, gornji-donji ili donji do FL325. Na slici 20. prikazan je planirani vertikalni profil rute Croatia Airlines (CTN1W) s navigacijskim točkama dana 7.7.2017.



SLIKA 20 PLANIRANI VERTIKALNI PROFIL RUTE LDZA-LDSP

TABLICA 2. PRIKAZ BROJA OPERACIJA HRVATSKE KONTROLE ZRAČNE PLOVIDBE PO JEDINICI PROMETA ZA 9 MJESECI

Croatia Control	2016 (1.-9. mjeseca)	2017 (1.-9. mjeseca)	povećanje (%)
Broj operacija po jedinici ANSP-a	493096	535570	8,61%
Broj operacija ACC-a	395164	428535	8,44%
Broj operacija TMA-a	97932	107035	9,30%

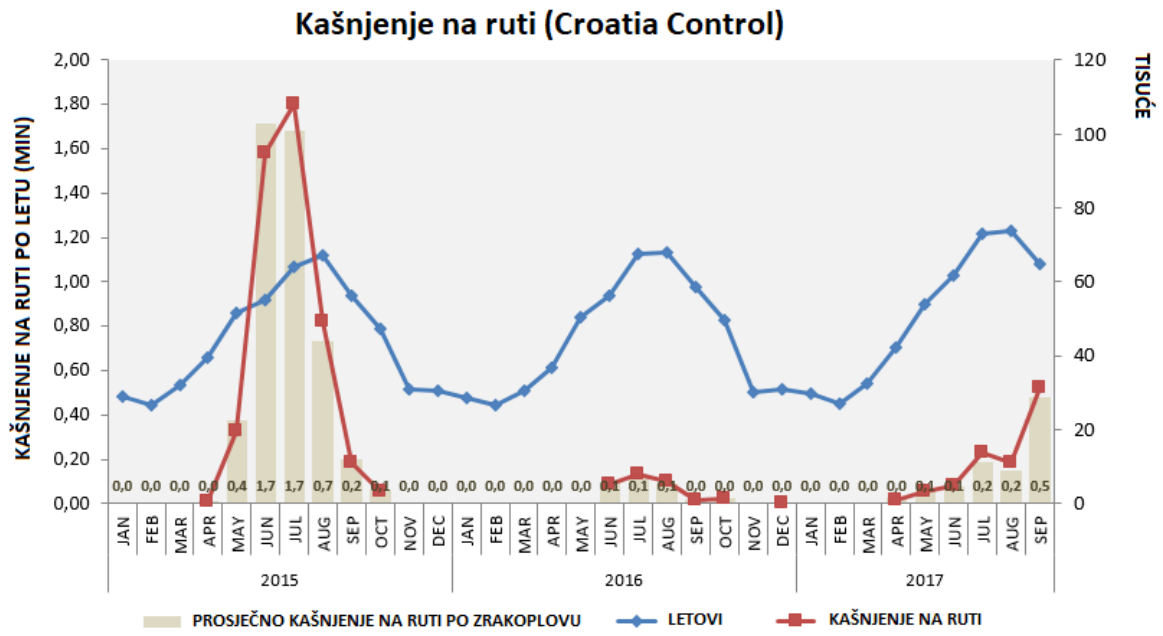
U tablici 2. može se primijetiti kako je povećanje broja operacija u TMA prostorima veće od povećanja broja operacija ACC sektora. TMA promet čini oko 20% ukupnog broja operacija po jedinici ANSP-a 2016. i 2017.

Važan pokazatelj ANS performansi koji se monitorira u PRR dokumentu je *en route delay* (kašnjenje na ruti). Hrvatska kontrola zračne plovidbe do 9. mjeseca 2017. ostvarila je 65472 minuta kašnjenja što povećanje za 224% u odnosu na isti period 2016. Iako se radi o velikom povećanju, treba uzeti u obzir i povećanje ukupnog prometa. Ako bi se taj broj podijelio s brojem ANSP operacija, kašnjenje po zrakoplovu iznosilo bi oko 0,14 minuta. Ako se ta vrijednost usporedi s tablicom 1. može se primijetiti kako nisu ugroženi parametri na razini EUROCONTROL-a niti na razini ANSP-a.

Razlozi kašnjenje na ruti za 2017:

- 55% zbog vremenskih uvjeta
- 31% zbog nedostatka kapaciteta
- 12% zbog osoblja

Na slici 21. prikazano je kašnjenje na ruti od 2015. do devetog mjeseca 2017. na području Hrvatske kontrole zračne plovidbe. S obzirom na to da je prikazan promet, može se primijetiti kako ANSP ima povećanje broja operacija u ljetnim mjesecima te kako se upravo u tome periodu generira najviše minuta kašnjenja.



SLIKA 21. CROATIA CONTROL, KAŠNJENJE NA RUTI [11]

3.2.2 Kontrola letenja Srbije i Crne Gore

Kontrola letenja Srbije i Crne Gore pruža usluge na području tri FIR regije (Srbija, Crna Gora i Bosna i Hercegovina). Na području Srbije i Crne Gore usluge se pružaju od zemlje do najviše operativne razine, dok se na teritoriju Bosne i Hercegovine usluge pružaju iznad razine leta 325 zajedno sa Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe.

Broj operacija na području Kontrole letanja Srbije i Crne Gore u prvih devet mjeseci 2017. iznosi 509802 što je povećanje za 5% u odnosu na isti period 2016. Prosječna okupacija po zrakoplovu u Beograd ACC prostoru za 2017. iznosi 21,4 minute. Ova vrijednost manja je za 0.4 minute u odnosu na isto vrijeme 2016. Vrijednost je manja kao i kod ACC-a Zagreb zbog aktivacije SEAFRA prostora iz noćnog perioda u H24 koncept.

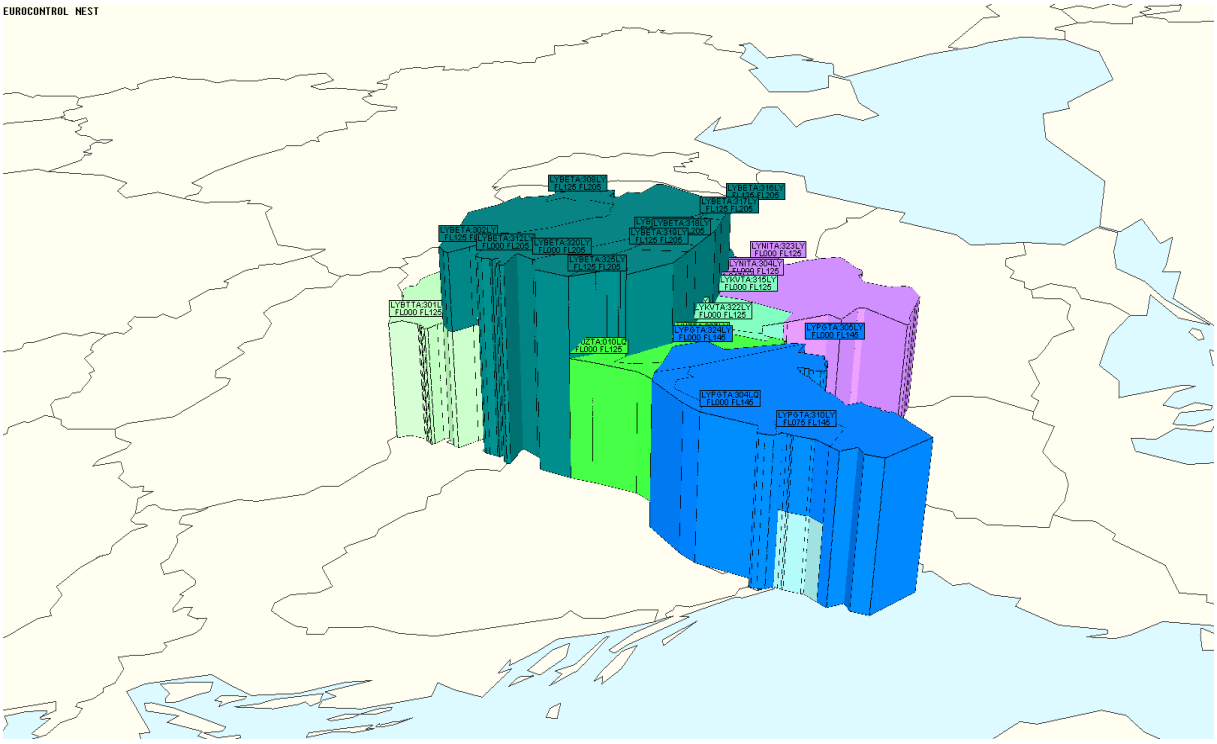
Ispod ACC Beograd nalazi se 8 TMA prostora prikazanih na slici 22.

AUA (kod) – AUA (ime)

- LYBETMA – APP[40] Control (Srbija)
- LYBTTMA – Batajnica APP (Srbija)
- LYKVTMA – Kraljevo TMA (Srbija)
- LYNITMA – Niš TMA (Srbija)
- LYPGTMA – Podgorica TMA (Crna Gora)
- LYTVTMA – Tivat (Crna Gora)
- LYUZTMA – Užice (Srbija)
- LYVRTMA – Vršac (Srbija)

APP Control, najveći i najprometniji TMA prostor, a pozicioniran je unutar područja zračne luke Beograd (LYBE). Jedini se prostire od zemlje do razine leta 205 te s 50412 operacija čini oko 44% ukupnog TMA prometa. Zatim slijedi Podgorica TMA koja čini oko 22% s najvišom razinom leta 145. Tivat čini najmanji TMA prostor s visinom do 7500 ft integriran u Podgorica TMA. Batajnica APP s visinom do razine leta 125, jednim djelom ispod APP Control-a, pokriva područje Batajnice (LYBT), jedine zračne luke Srbije s dvije uzletno-sletne staze. Kraljevo TMA povezano je na zapadu s Užice TMA te na istoku s Niš TMA s operativnom razinom do 125. Vršac TMA najmanje je prometan prostor koji čini oko 0,1% operacija ukupnog TMA prostora.

[40] APP - eng. Approach - hrv. Prilaz



SLIKA 22. TMA PROSTORI U SRBIJI I CRNOJ GORI

U tablici 3. može se primijetiti povećanje broja operacija po jedinici ANSP prometa. Povećanje je skoro upola manje nego u Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe te iznosi 4,44%. Razlika je primijećena u jedinicama ANSP prometa. TMA prostori ostvarili su manje povećanje nego sektori u ACC prostoru. To znači kako je promet na zračnim lukama u području FIR-a Srbije i Crne Gore ostvario slabije povećanje.

TABLICA 3 PRIKAZ BROJA OPERACIJA KONTROLE LETENJA SRBIJE I CRNE GORE PO JEDINICI PROMETA ZA 9 MJESECI

SMATSA	2016 (1.-9. mjeseca)	2017 (1.-9. mjeseca)	povećanje (%)
Broj operacija po jedinici ANSP-a	585151	611110	4,44%
Broj operacija ACC-a	476374	498270	4,60%
Broj operacija TMA-a	108777	112840	3,74%

Kontrola letenja Srbije i Crne Gore do 9. mjeseca 2017. ostvarila je kašnjenje od 22835 minuta, što je također povećanje u odnosu isti period 2016, ako se promatra SEAFRA prostor koji je operativno podijeljen s Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe. Radi se o povećanju od 375%. Iako je povećanje veliko, mora se uzeti u obzir kako je Kontrola letenja Srbije i Crne Gore 2016. na razini godine ostvarila kašnjenje od 0.01 minute po zrakoplovu. Kašnjenje po zrakoplovu za prvih 9 mjeseci 2017. iznosi 0.04 minute te ako se ta vrijednost usporedi s tablicom 1. može se primijetiti kako nisu ugroženi parametri na razini EUROCONTROL-a niti na razini ANSP-a.

Razlozi kašnjenja na ruti 2017

- 0,1% zbog nedostatka kapaciteta
- 12% zbog ASM[41]-a
- 9% zbog opreme unutar kontrole letenja
- 62% zbog vremenskih uvjeta
- 16% zbog drugih razloga

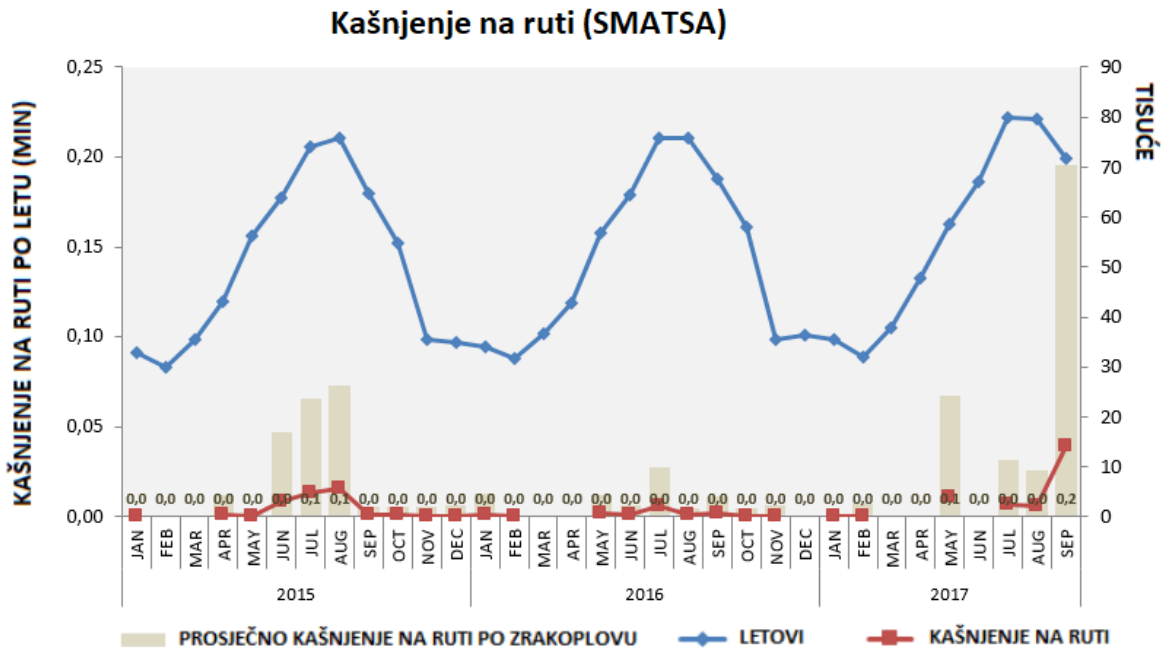
Kako bi bilo jasnije što pripada drugim razlozima, u tablici 4. prikazan je popis razloga svih rutnih kašnjenja koji se mogu generirati od strane ANSP-a.

TABLICA 4. POPIS RAZLOGA ANSP KAŠNJENJA [11]

Oznaka	Opis
A	Nesreća ili incident
C	ATC kapacitet
D	Odstranjivanje leda
E	Oprema
G	Aerodromski kapacitet
I	Industrijska akcija povezana sa ATC-om
M	ASM
N	Industrijska akcija nepovezana sa ATC-om
O	Drugi
P	Poseban događaj
R	Obilaženje
S	Osoblje
T	Oprema ATC-a
V	Ekološki problem
W	Vrijeme
N	Nedefinirano

[41] ASM – eng. Airspace Management – hrv. Upravljanje zračnim prostorom

Na slici 23. prikazano je kašnjenje na ruti od 2015. do devetog mjeseca 2017. na području Kontrole letenja Srbije i Crne Gore. Može se primijetiti sličnost s Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe zbog povećanog prometa u ljetnim mjesecima. Najveće kašnjenje u protekle tri godine generirano je rujnu 2017., iznosi 14030 minuta, odnosno 0,2 minute po zrakoplovu. 93% kašnjenja u tom mjesecu nastalo je zbog vremenskih uvjeta.



SLIKA 23. SMATSA, KAŠNJENJE NA RUTI [11]

3.2.3 Kontrola zračnog prometa Slovenije

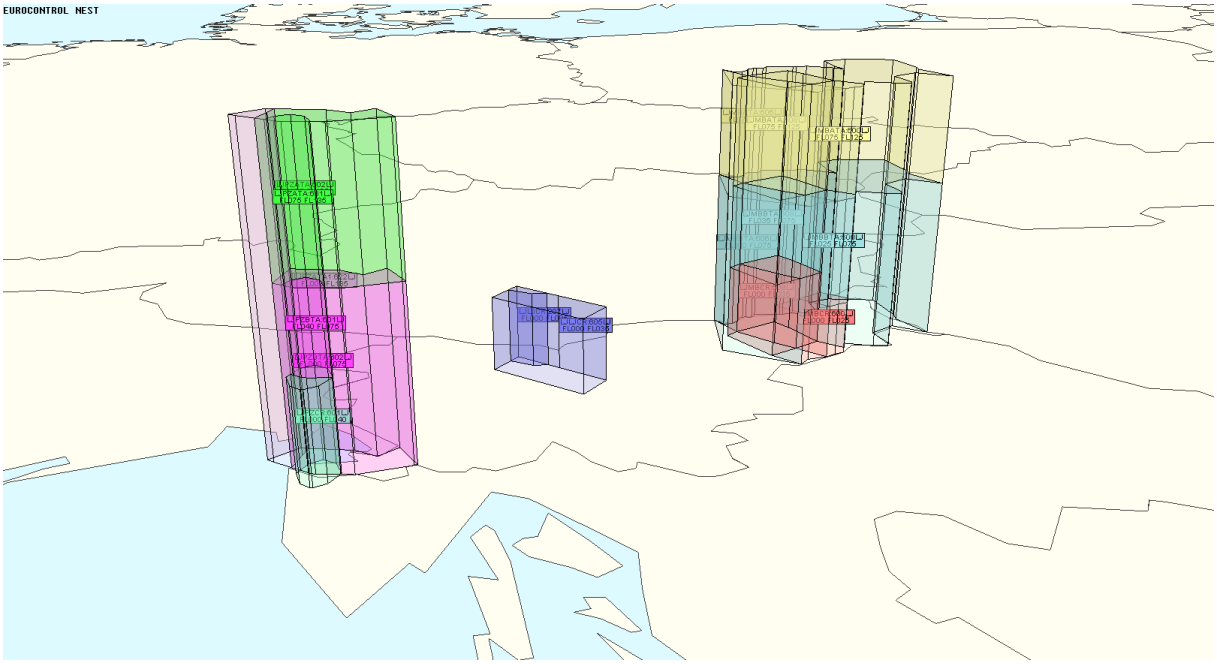
Kontrola zračnog prometa Slovenije u prvih 9 mjeseci 2017. ostvarila je promet od 241486 operacija na razini ANSP-a. Povećanje je oko 12%, ako se usporedi isto vrijeme 2016., odnosno najveće povećanje prometa svih članova novog SECSI prostora.

S obzirom na to da je Kontrola zračnog prometa Slovenije prostorno manja od Hrvatske kontrole zračne plovidbe ili Kontrole letenja Srbije i Crne Gore, manja je okupacija. Vrijeme okupacije Ljubljane ACC-a za prvih devet mjeseci 2017. iznosi 10,2 minuta po zrakoplovu, što je smanjenje za 0.6 minuta u odnosu na isto vrijeme 2016. Smanjenje je postignuto zbog uvođenja koncepta slobodnih ruta SAXFRA krajem 2016.

Ispod ACC Ljubljana nalazi se 5 TMA prostora i 3 CTR[42] prostora prikazanih na slici 24.

AUA (kod) – AUA (ime)

- LJLJCTR – Ljubljana TWR[43]
- LJMBATMA – Maribor TMA
- LJMBBTMA – Maribor TMA
- LJMBCTR – Maribor TWR
- LJPZATMA – Portorož TMA
- LJPZBTMA – Portorož TMA
- LJPZCTMA – Portorož TMA
- LJPZCTCTR – Portorož TWR



SLIKA 24. TMA I CTR PROSTORI U SLOVENIJI

[42] CTR - eng. ConTRol zone - hrv. Kontrolirano područje aerodromske zone
[43] TWR - eng. Control Tower - hrv. Kontrolni toranj

Područje CTR i TMA prostora može se podijeliti u 3 regije:

- Ljubljana CTR s visinom do 3500 ft najprometnije je područje izvan ACC prostora sa 74% ukupnog TMA/CTR prometa.
- Maribor s 15% ukupnog TMA/CTR podijeljen je u tri dijela. Maribor CTR također je do 3500 ft. Iznad njega nalazi se Maribor TMA B područje s visinom do 7500 ft. Iznad Maribor TMA B nalazi se Maribor TMA A područje koji se vertikalno proteže od 7500 ft do razine leta 135.
- Portorož, podijeljen čak u četiri dijela čini oko 11% ukupnog TMA/CTR prometa. Portorož CTR viši je od ostalih CTR-a s visinom do 4000 ft. Iznad njega nalazi se Portorož TMA B područje s visinom do 7500 ft. Dio Portorož TMA B prostire se od zemlje, a iznad njega istih dimenzija nalazi se Portorož TMA A s visinom od 7500 ft do razine leta 135. Portorož TMA C izdvojen je od ostalih Portorož jedinica te se prostire od zemlje do razine leta 135.

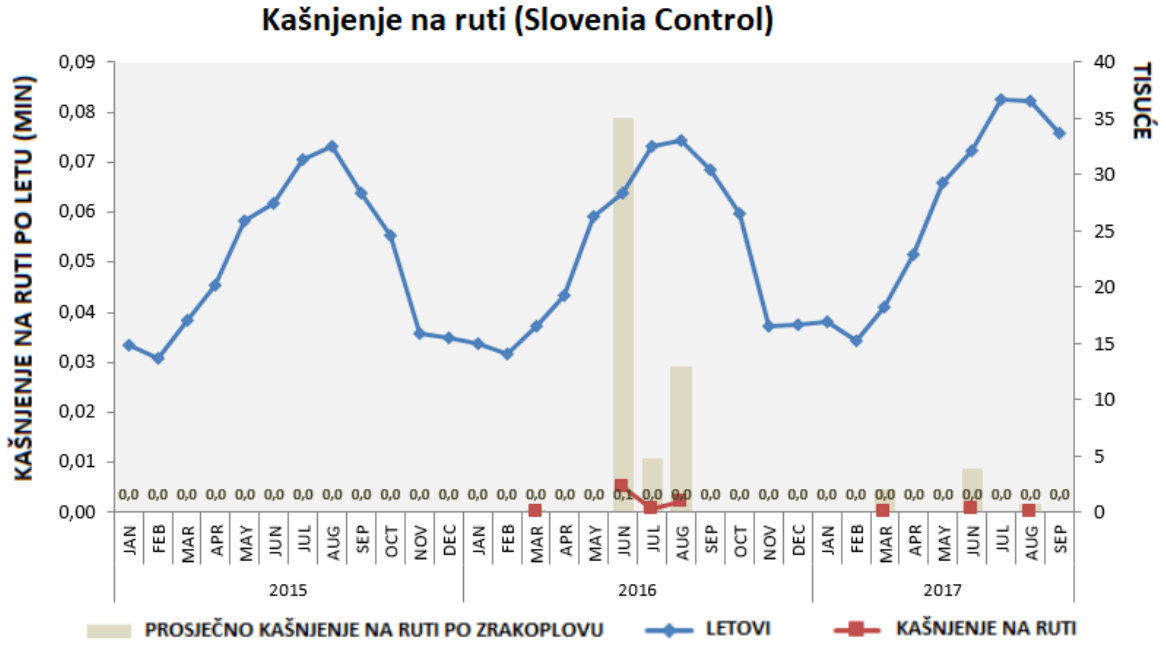
U tablici 5. može se primijetiti znatno povećanje prometa po jedinici ANSP-a u odnosu na isti period 2016. Povećanje prometa u TMA/CTR prostorima malo je veće nego u ACC prostoru, zbog povećanja broja operacija na zračnim lukama Ljubljana (LJLJ), Maribor (LJMB) i Portorož (LJPZ).

TABLICA 5. PRIKAZ BROJA OPERACIJA KONTROLE ZRAČNOG PROMETA SLOVENIJE PO JEDINICI PROMETA ZA 9 MJESECI

Slovenia Control	2016 (1.-9. mjeseca)	2017 (1.-9. mjeseca)	povećanje (%)
Broj operacija po jedinici ANSP-a	239036	268442	12,30%
Broj operacija ACC-a	213282	239227	12,16%
Broj operacija TMA-a	25754	29215	13,44%

Kontrola zračnog prometa Slovenije do 9. mjeseca 2017. ostvarila je kašnjenje od samo 433 minute. Ako se ta vrijednost usporedi s istim periodom 2016. radi se o smanjenju kašnjenja od -88%. Ako se broj minuta kašnjenja podijeli s ukupnim brojem operacija ANSP prometa kašnjenje po zrakoplovu iznosi tek 0.001 minutu. Kontrola zračnog prometa Slovenije zajedno sa Hrvatskom kontrolom zračne plovidbe i Kontrolom letenja Srbije i Crne Gore 2017. i 2016. nisu ugrozili parametre EUROCONTROL-a niti parametre ANSP-a koji su prikazani u tablici 1.

Na slici 25. prikazano je kašnjenje na ruti od 2015. do devetog mjeseca 2017. na području ANSP-a Kontrole zračnog prometa Slovenije. Može se primijetiti kako ANSP ima znatno povećanje prometa u odnosu na 2016, ali istovremeno manji promet nego Hrvatska kontrola zračne plovidbe i Kontrole letenja Srbije i Crne Gore. Od ostvarenih 433 minuta kašnjenja u 2017., više od pola dogodilo se u lipnju zbog nedostatka kapaciteta (284 minute).



SLIKA 25. SLOVENIA CONTROL, KAŠNJENJE NA RUTI [11]

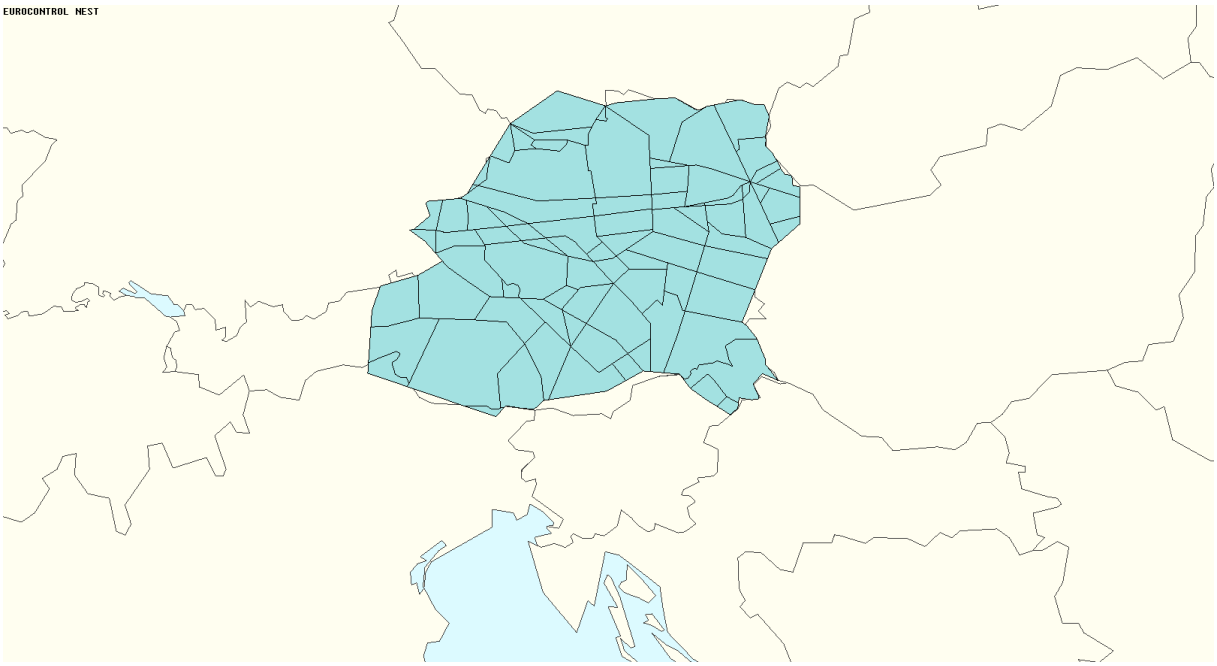
Razlozi kašnjenja na ruti 2017:

- 65% zbog nedostatka kapaciteta
- 15% zbog osoblja
- 20% zbog ATC opreme

3.2.4 Austrijska kontrola

Na slici 26. prikazan je ACC Beč te se može primijetiti kako Austrijska kontrola pruža operativne usluge kontrole letenja na području FIR-a Austrije te jednim dijelom FIR-a Slovenije, FIR Češke, FIR-a Njemačke, FIR-a Mađarske i FIR-a Italije. Isto tako, jednom dijelu FIR-a Austrije operativne usluge pruža Kontrola zračnog prometa Slovenije i Njemačka kontrola letenja.

Kontrola letenja modificira svoje operativne granice s obzirom na prometne tokove, kompleksnost te procedure oko zračnih luka, a ne na temelju granica FIR prostora.

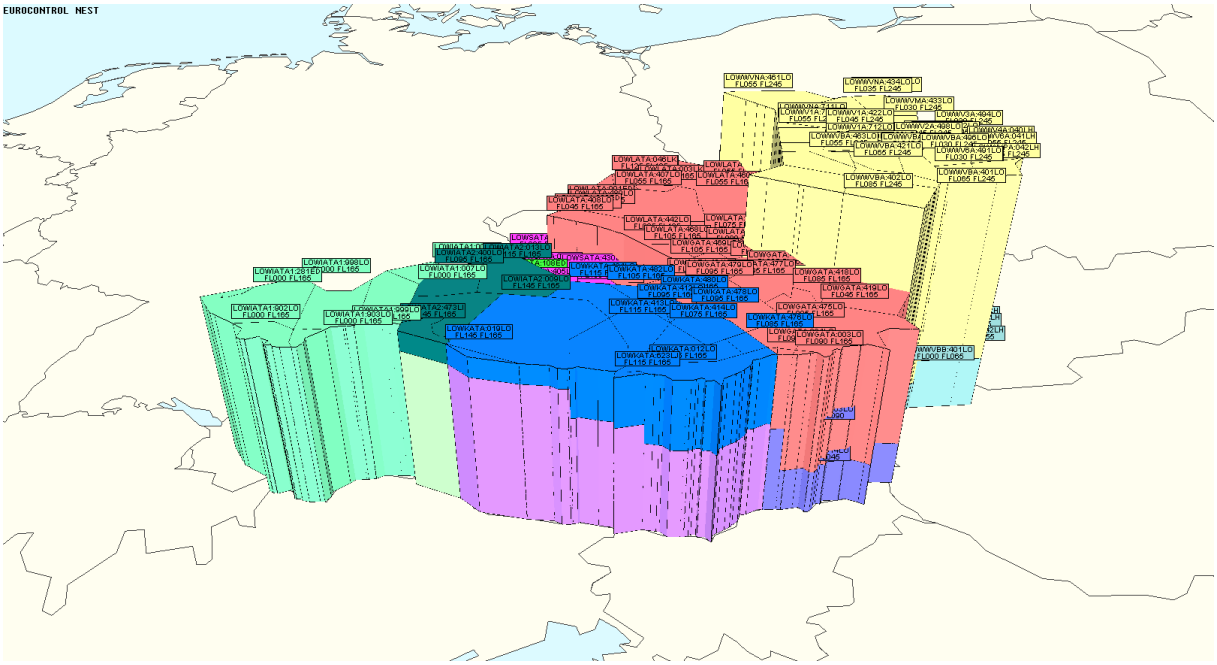


SLIKA 26. 2D PRIKAZ ACC-A BEČ

Austrijska kontrola ima najveći broj operacija svih članova budućeg SECSI prostora. Prvih devet mjeseci 2017. ostvarili su 768724 operacije na razini ANSP prometa, što je povećanje broja operacija za 8,1%. Za razliku od drugih članova SECSI prostora, Austrijska kontrola jedina je ostvarila povećanje u prosječnoj okupaciji zrakoplova u ACC prostoru za 0,1 minutu (16->16.1 minuta). To znači da se povećao broj operacija na tokovima koji imaju veći broj nautičkih milja.

Ispod ACC Beč nalazi se 13 TMA prostora prikazanih na slici 27.

- LOWGATMA - Graz TMA A
- LOWGBTMA - Graz TMA B
- LOWIATMA - Innsbruck TMA A
- LOWIBTMA - Innsbruck TMA B
- LOWICTMA - Innsbruck TMA C
- LOWKATMA - Klagenfurt TMA A
- LOWKBTMA - Klagenfurt TMA B
- LOWLATMA - Linz TMA A
- LOWLBTMA - Linz TMA B
- LOWSATMA - Salzburg TMA A
- LOWSBTMA - Salzburg TMA B
- LOWWATMA - Beč TMA A
- LOWWBTMA - Beč TMA B



SLIKA 27. TMA PROSTORI U AUSTRIJSKOJ KONTROLI

TMA prostori mogu se podijeliti u 6 područja: Graz, Beč, Salzburg, Innsbruck, Klagenfurt i Linz. TMA Beč najviši je prostor sastavljen od dva dijela: B (od zemlje – 8500 ft) i A (B - FL245), također najprometniji sa 70,7% ukupnog broja operacija TMA prostora. Zatim slijedi TMA Salzburg s 11%, sastavljen od dva dijela s visinom do FL125. Graz TMA čini oko 7% ukupnog TMA prometa s visinom do FL165. Innsbruck TMA jedini je sastavljen od tri dijela te zajedno sa Klagenfurt TMA i Linz TMA prostire se do FL165.

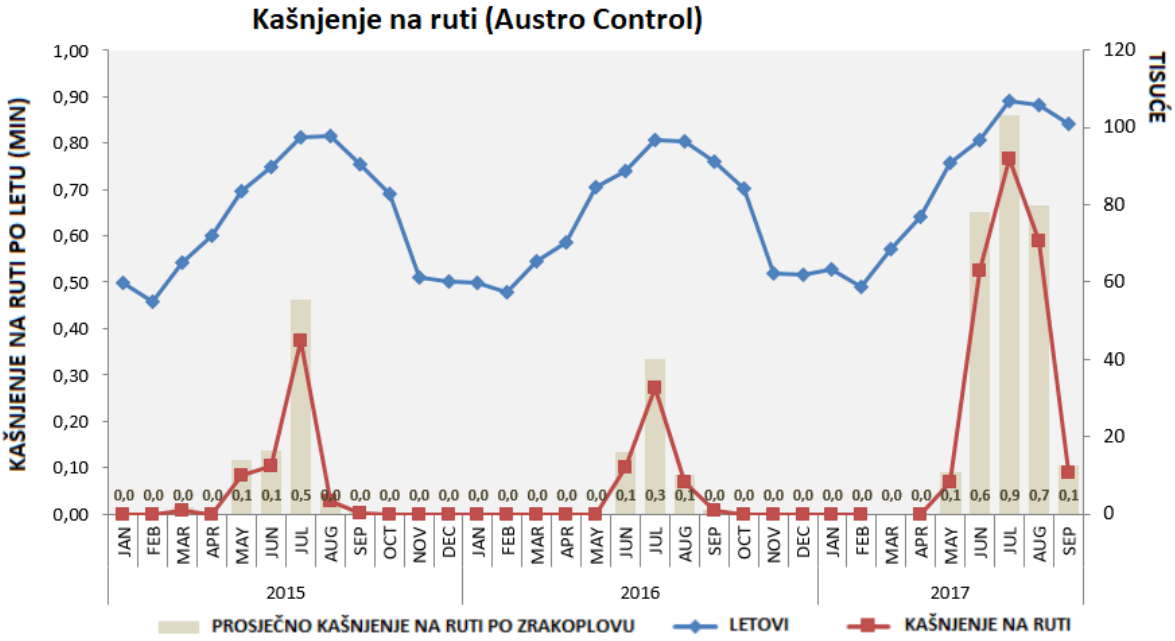
U tablici 6. može se primijetiti povećanje 32,43% broja operacija po jedinici ANSP te čak 80,64% povećanje unutar TMA jedinica. Razlog velikog povećanja TMA prostora je zbog modificiranja TMA struktura. Do desetog mjeseca 2016. Austrijska kontrola bilježi broj operacija na području 6 TMA prostora, dok u 2017. broj se povećao na 13 TMA jedinica.

TABLICA 6. PRIKAZ BROJA OPERACIJA AUSTRIJSKE KONTROLE PO JEDINICI PROMETA ZA 9 MJESECI

Austro Control	2016 (1.-9. mjeseca)	2017 (1.-9. mjeseca)	povećanje (%)
Broj operacija po jedinici ANSP-a	883369	1169814	32,43%
Broj operacija ACC-a	594653	648264	9,02%
Broj operacija TMA-a	288716	521550	80,64%

Austrijska kontrola do 9. mjeseca 2017. ostvarila je kašnjenje od 243971 minute. Usporedi li se vrijednost s istim periodom 2016. radi se o povećanju kašnjenja za 341%. Prosječno vrijeme kašnjenja za 2016. iznosilo je 0.08 minuta po operaciji dok u 2017. iznosi 0.32 minute po operaciji. Ako se vrijednost iz 2017. (ostvarena) usporedi s tablicom 1. može se primijetiti kako Austrijska kontrola jedina od članova budućeg SECSI prostora nije zadovoljila parametre sloma kašnjenja niti predviđenog kašnjenja na razini ANSP-a, ali parametri na razini EUROCONTROL-a nisu ugroženi.

Na slici 28. prikazano je kašnjenje na ruti od 2015. do devetog mjeseca 2017. na području ANSP-a Austrijske kontrole. Kao kod ostalih članova novog SECSI prostora može se primijetiti znatno povećanje prometa u 2017. Najveće kašnjenje u posljednje tri godine ostvareno je u srpnju 2017. gdje prosječno kašnjenje po operaciji iznosi 0.9 minuta uglavnom zbog vremenski neprilika.



SLIKA 28. AUSTRO CONTROL, KAŠNJENJE NA RUTI [11]

Razlozi kašnjenja na ruti 2017:

- 71% zbog vremenskih uvjeta
- 16% zbog nedostatka kapaciteta
- 12% zbog osoblja
- 1% zbog zaobilaženja i drugih razloga

4. Simulacija prometne potražnje

Za simulaciju prometne potražnje koristi se NEST alat detaljnije objašnjen u ovome poglavlju. Putanje se simuliraju na temelju zadataka i profilnih algoritama koji se prethodno pohrane kao scenarij u jednom od AIRAC ciklusa.

Algoritmi uzimaju u obzir aktivaciju rutne mreže koja je povezana s pravilima i restrikcijama kao i performansama svakog od zrakoplova unutar prometne potražnje. Svaka mreža definirana je rutnim segmentima, RAD[44] i FLC[45] restrikcijama, područjima FRA prostora, vremenskim i prostornim mrežnim aktivacijama. Simulacija se primjenjuje na definirane dane koji se žele simulirati. Mreže koje su definirane vikendima koristit će se samo u simulacijama tijekom vikenda, a noćne mreže samo tijekom noćnog perioda definiranog u AIRAC bazi podataka.

AIRAC ciklus ujedno je i baza podataka za periode dana koji se žele simulirati. Modificiranjem te baze korisnik uvodi promjene koje su u području interesa prostora ili mreže. AIRAC ciklus ima dvije osnovne putanje u svojoj bazi. Prva je planirani promet koji prikazuje putanje koje zrakoplovni operater planira prije samog leta. Druga je stvarni promet koji prikazuje radarsko pozicioniranje zrakoplova prilikom leta.

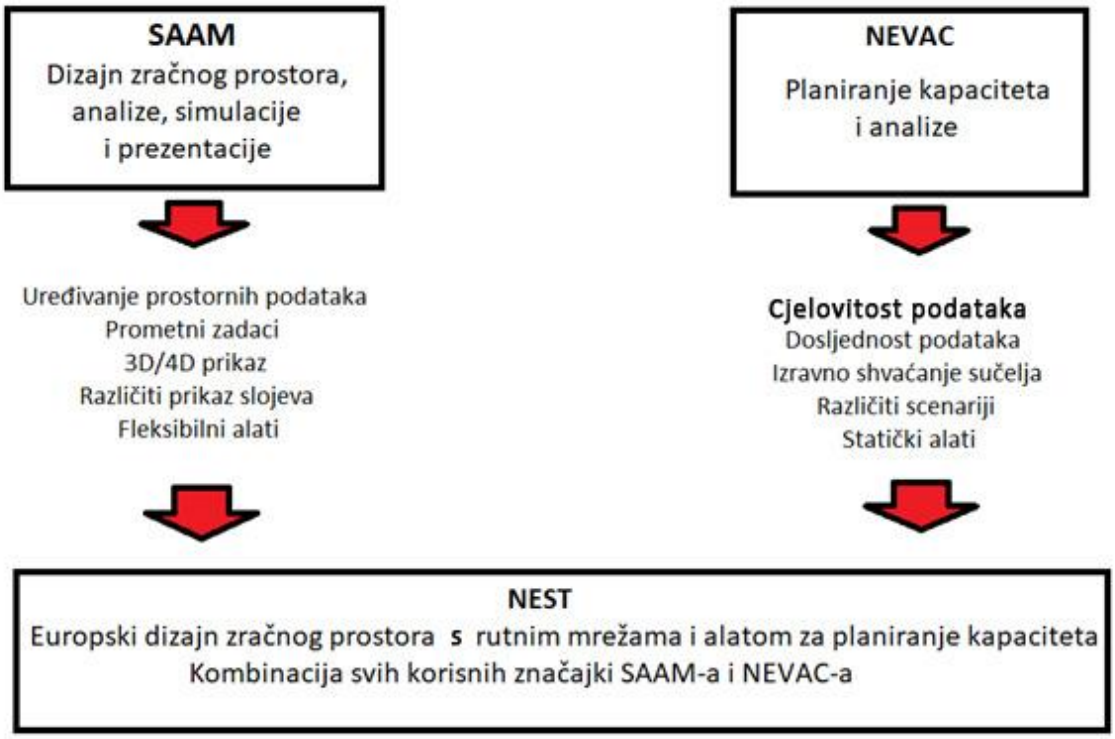
Kod simuliranih putanja bitno je definirati referentni promet. Referentni promet je onaj promet s kojim se žele uspoređivati simulirane putanje. Planirani ili stvarni promet ne može biti referentni jer postoji mogućnost da su najkraće moguće putanje između ADEP[46]-a i ADES[47]-a onemogućene. Najkraće putanje mogu biti onemogućene zbog nedostataka kapaciteta, vremena, štrajka, osoblja, posebnog događaja ili slično.

Zračni prijevoznici planiraju putanje na temelju vremena i mreže. Osim toga postoji mogućnost kako će zrakoplovni prijevoznik planirati nešto dužu rutu kako bi izbjegao visoka naplatna područja definirana FIR regijama kroz koje zrakoplov prolazi. Prilikom planiranja letenja, zrakoplovni operater radi kompromise između najkraćih i najjeftinijih putanja.

[44] RAD - eng. Route Availability Document - hrv. Rutno dostupni dokument
[45] FLC - eng. Flight Level Constraint - Restrikcija razine leta
[46] ADEP - eng. Aerodrome Departure - hrv. Zračna luka odlaska
[47] ADES - eng. Aerodrome Destination - hrv. Zračna luka dolaska

4.1 NEST

NEST (eng. *NEtwork Strategic Tool*) strateški je alat kojeg je projektirao EUROCONTROL, a nastao je kao kombinacija dva postojeća alata SAAM[48] i NEVAC[49]. Alat omogućava dizajniranje zračnog prostora i rutne mreže, planiranje kapaciteta i simulaciju prometa. Jedna od glavnih namjena je analiziranje postojećeg prometa koji se može skinuti u obliku AIRAC ciklus podataka u trajanju od 28 dana ili zasebno po danu, u obliku NEST SO6 formata s EUROCONTROL-ove stranice DDR2[50]. Na slici 29. prikazan je razvoj NEST alata.



SLIKA 29. RAZVOJ NEST ALATA

[48] SAAM - eng. System of traffic Assignment and Analysis at a Macroscopic level - hrv. Alat za analizu i prometne zadatke na makroskopskoj razini

[49] NEVAC - eng. Network Estimation & Visualization of ACC capacity - hrv. Alat za procjenu i vizualizaciju mreže Centra oblasne kontrole

[50] DDR2 - eng. Demand Data Respository - hrv. Baza za potražnju podataka

4.1.1 Funkcije NEST-a

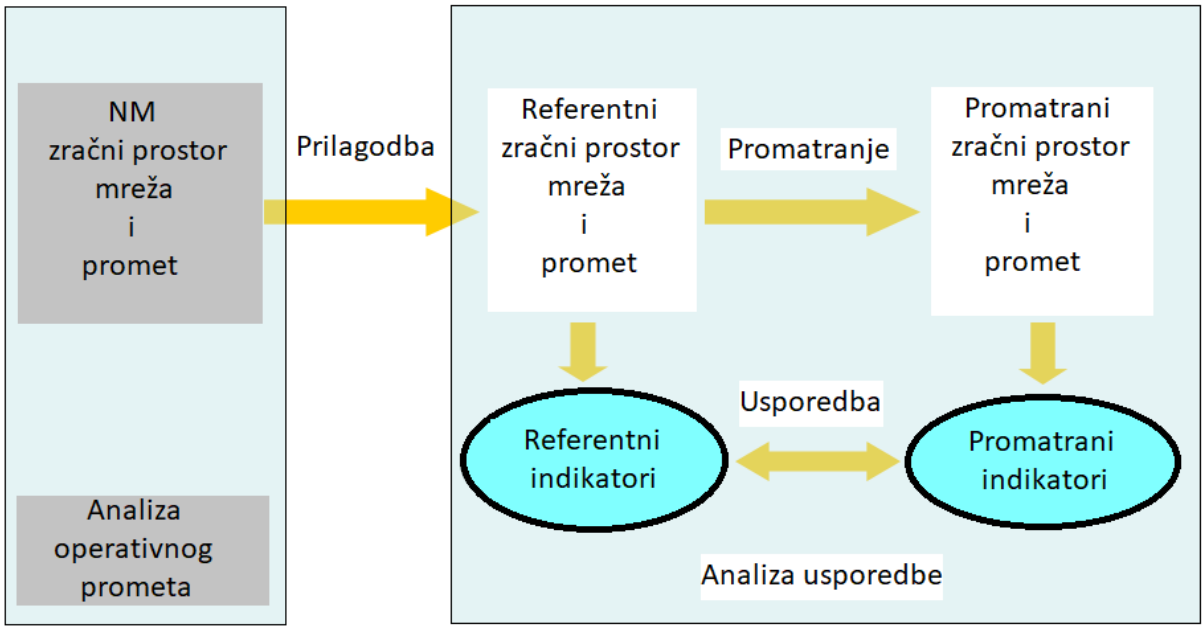
NEST alata sastoji se od 3 osnovne funkcije

- Zračni prostor 
  Sadrži bazu podataka ACC-a, FIR-a, TMA-a, sektora, volumena prometa, tokova definiranih unutar volumena, aerodroma, grupa aerodroma, navigacijskih točaka, izdvojenih područja te druge baze na području Europe i šire.
- Mreža 
  Sadrži podatke o fiksnoj rutnoj mreži, segmentima, DCT pravcima, prekograničnim DCT pravcima, noćnim pravcima, FRA područjima, noćnim FRA područjima, rutnim restrikcijama, visinskim restrikcijama, aerodromske SID-ove i STAR-ove te druge baze.
- Promet 
  Koristi različite filtre definirane ili tekstualne koji se koriste za prikaz promatranog prometa. Neki od filtera mogu biti: specifični (ranije definirani unutar AIRAC ciklusa NEST alata), ACC, sektori, volumen prostora, NEST identifikacijski kodovi letova, operativni kodovi zrakoplova, tipovi zrakoplova, tipovi motora, performanse penjanje, kategorija težine zrakoplova, kompanije, putanje zrakoplova, države, parovi gradova, parovi država, aerodromi i navigacijske točke.

4.1.2 Princip rada NEST-a

Baze podataka mogu se preuzeti s EUROCONTROL-ove internetske stranice *One Sky Online*, preciznije s DDR2 uz posebno odobrenje EUROCONTROL-a. Potpuna baza (zračni prostor, mreža i promet) objavljuje se isključivo u AIRAC ciklusima, dok se prometni dio može zasebno skinuti po danu. Prometni dio (prometna potražnja, planirani promet i stvarni promet) može se skinuti u tekućem AIRAC periodu te se kao takav uvozi u jedan od prijašnjih ciklusa zbog analize ili obrade. Podaci se dokumentiraju iz *Network Manager* (hrv. mrežni upravitelj) arhive zajedno s prostornim i mrežnim podacima te rutnim restrikcijama koje prethodno objave ANSP – ovi koordinatori (ENV[51] i RAD).

Na slici 30. može se vidjeti princip rada NEST alata. Unutar izvornog AIRAC ciklusa mogu se izvoditi različite modifikacije koje se kasnije pohrane kao scenarij. Scenariji se koriste kako bi se prikazale drugačije vrijednosti, nastale kao promjena koju korisnik unosi u sustav. Korisnik unosi promjene unutar zračnog prostora ili mreže te potom simulira putanje zrakoplova, kako bi analizirao ponašanje prometa. Osim toga, mogu se stvarati ili modificirati zračni prostori kako bi se mogli mjeriti novi parametri zračnog prometa (planirani, stvarni ili simulirani). Na slici 31. prikazana je NEST ikonografija.



SLIKA 30. PRINCIP RADA NEST ALATA

[51] ENV - eng. Environment - hrv. Prostor



SLIKA 31. NEST IKONOGRAFIJA

4.1.3 Simulacija putanja

NEST alat ima mogućnost simuliranja putanja s obzirom na promjene unesene u sustav, a pohranjene kao scenarij. Korisnik može simulirati planirane, stvarne ili posebne putanje koje se nalaze unutar AIRAC ciklusa ili su uvezene u obliku SO6 formata. Također, može se simulirati i prometna potražnja iz prijašnjih ciklusa ili prognoziranih ciklusa u obliku EXP2 formata koji se može skinuti s EUROCONTROL-ove stranice *One sky online*. S06 i EXP2 formati imaju mogućnost uređivanja programom *Notepad Microsoft Windows*. Simulacije koriste interne zadatke koji se preko algoritama profiliraju u 4D putanje (3D putanja s vremenskim pozicioniranjem). Razvijanje putanja temelji se na mrežnim i vremenskim aktivacijama definiranim u scenariju ili originalnom AIRAC ciklusu.

Mrežni parametri:

- Navigacijske točke
- Rutni segmenti
- RAD restrikcije
- RAD područje
- FLC restrikcije
- FRA prostor i njihova aktivacija
- SID i STAR procedure

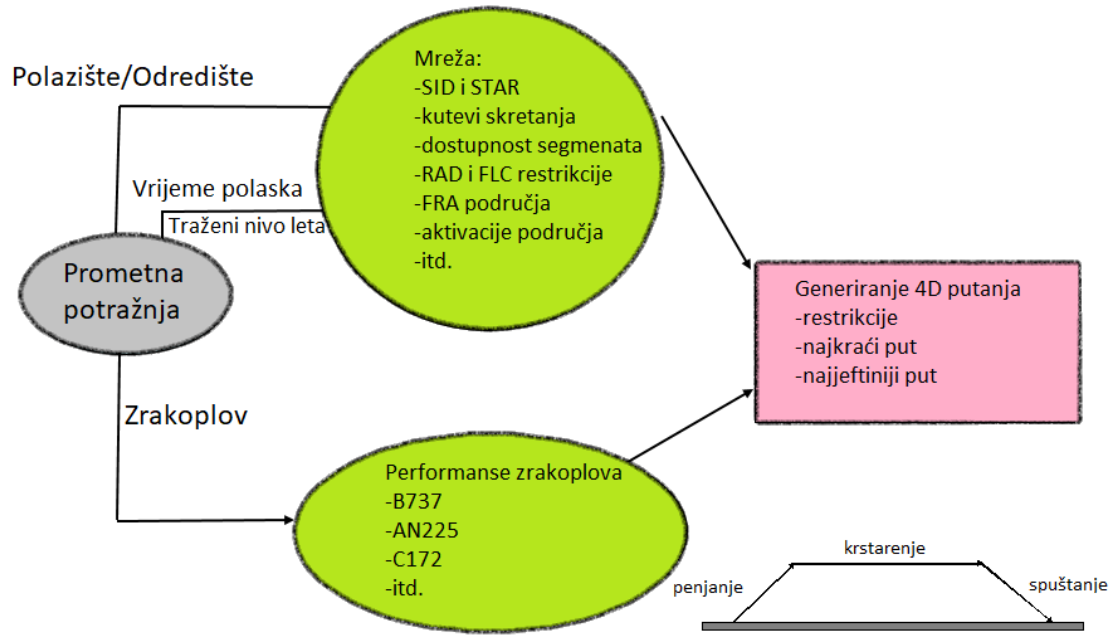
Putanje se simuliraju na dva načina:

1. Metodom najkraće rute:

Ako simulacija nije specifično definirana putanje zrakoplova bit će simulirane najkraćom mogućom rutom između zračne luke odlaska i dolaska. Postoji mogućnost kreiranja filtera koji će promatrati samo odabrani promet ili područje zabranjeno za planiranje. Za obilazak određenog prostora definira se maksimalni limit (u nautičkim miljama) u odnosu na najkraću moguću rutu. Taj limit tvornički je postavljen na 50 nautičkih milja te se može uređivati. Simulirati se može pomoću baze podataka rutne mreže i prometne potražnje EXP2 formata, baze podataka rutne mreže, prometne potražnje i kombinacije SO6 putanja koje se simuliraju te baze podataka rutne mreže i SO6 putanja.

2. Metodom najjeftinije rute:

Za ovu simulaciju potrebni su podaci svakog naplatnog područja kroz koje se zrakoplov kreće. Naplatna područja najčešće se definiraju granicama FIR-a, a vrijednosti isključivo na mjesečnoj bazi. Vrijednost svake države može se vidjeti na CRCO[52] stranicama te se kao takve kopiraju u *Notepad* NEST UR formata. Algoritam uzima u obzir najkraću putanju te traži jeftiniju putanju na temelju UR formata. Dobiveni rezultati izvoze se u obliku S06 formata koji se kasnije uvozi u jedan od AIRAC ciklus radi daljnje analize. Također, moguća je kombinacija prometne potražnje, SO6 formata i baze podataka rutne mreže prilikom simuliranja. Na slici 32. prikazan je princip simulacije putanja.



SLIKA 32. SIMULACIJA PUTANJI

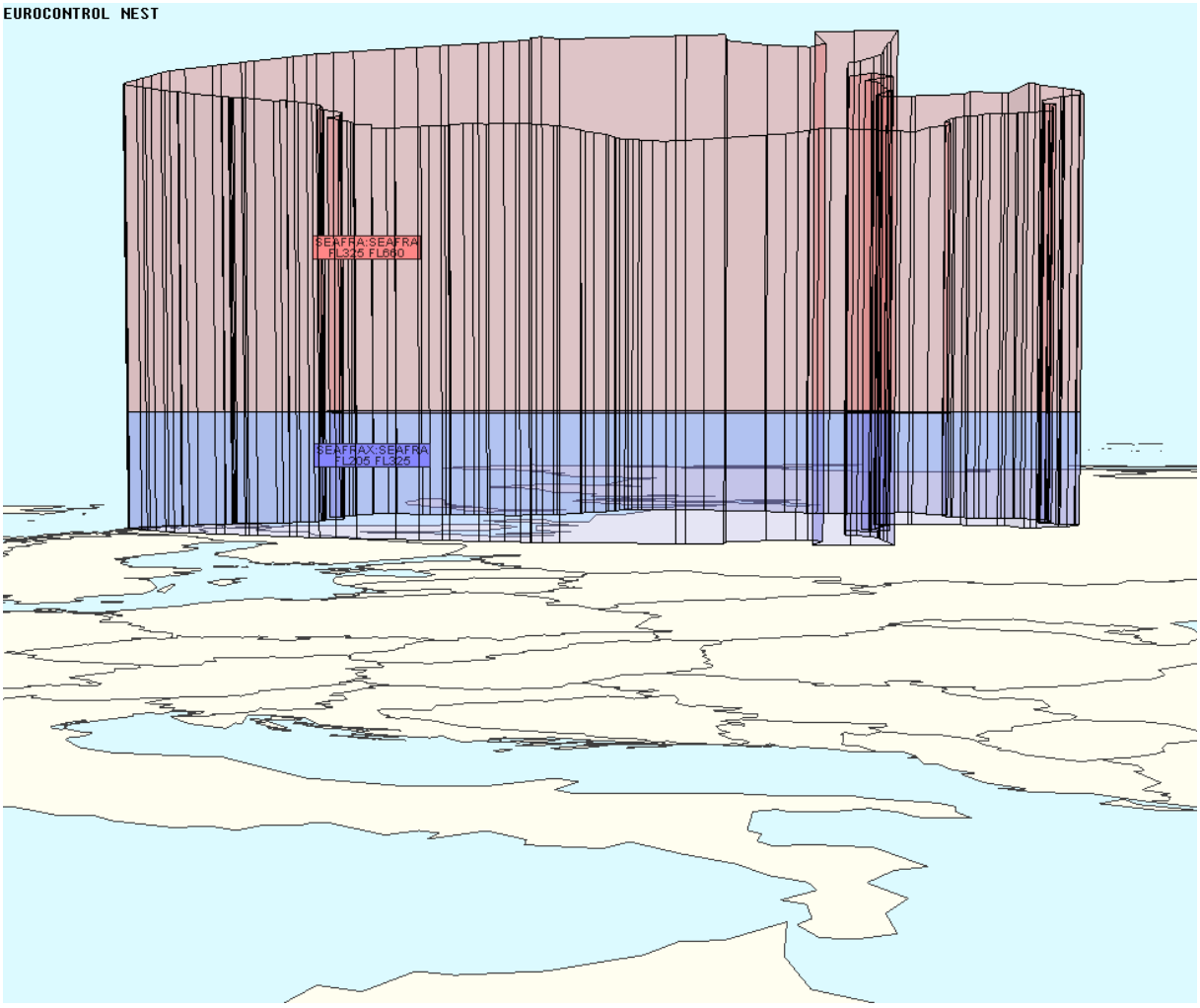
[52] CRCO - eng. Central Route Charges Office - hrv. Centralni ured za naplatna područja

4.2 Kreiranje SECSI prostora

SECSI prostor kreira se spajanjem dvaju FRA H24 prostora SEAFRA i SAXFRA. Osim toga SEAFRA prostor povećat će se spuštanjem donje vertikalne granice s trenutne FL325 na FL205. Spuštanjem te granice Agencija za pružanje usluga u zračnoj plovidbi Bosne i Hercegovine po prvi puta će imati operativan FRA H24 prostor od FL205 do FL325. Na slici 33. prikazan je SEAFRA dio unutar SECSI prostora.

Kreiranje prostora može se raščlaniti u dvije osnovne promjene:

1) Spuštanje donje vertikalne granice prostora SEAFRA (FL325->FL205)
crvena boja – trenutni SEAFRA prostor
plava boja – novi dodatak SEAFRA prostoru



SLIKA 33. SEAFRA DIO UNUTAR SECSI PROSTORA

2) Promjena funkcije graničnih točaka između ACC Zagreb i ACC Ljubljana

- ABLAT – nema promjene
- BUGEV – nema promjene
- GIRDA – (E) za SEAFRA (X) za SAXFRA -> (I)
- GEMKA – nema promjene
- BUSET – (EX) -> (I)
- ARMIX – (E) za SEAFRA (X) za SAXFRA -> (I)
- ALIVO – (X) za SEAFRA (E) za SAXFRA -> (I)
- SABAD – (AD) za SAXFRA LJLJ[53], (AD) za SEAFRA LJ..[54], LOG.[55], LOK.[56], LOWG[57] i LOWK[58], (EX) -> (I)
- ROKSA - (AD) za SAXFRA LJLJ, (AD) za SEAFRA LJ.., LOG., LOK., LOWG i LOWK, (EX)->(I)
- NEMEK – (D) za SEAFRA LJ.., LOG., LOK., LOWG i LOWK, (E) za SEAFRA (X) za SAXFRA -> (I)
- GORPA – (A) za SAXFRA LJLJ, (A) za SEAFRA LJ.., LOG., LOK., LOWG i LOWK , (X) za SEAFRA (E) za SAXFRA -> (I)
- ARGOM – nema promjene
- ROLBA – (D) za SEAFRA LJ.., LOG., LOK., LOWG i LOWK, (E) za SEAFRA (X) za SAXFRA -> (I)
- MAGAM – (AD) za SAXFRA LJLJ, (A) za SEAFRA LJLJ, (D) za SEAFRA LJ.., LOG., LOK., LOWG i LOWK, (E) za SEAFRA (X) za SAXFRA -> (I)
- VANAX - (X) za SEAFRA (E) za SAXFRA -> (I)
- PODET- (D) za SAXFRA LDZA, (D) za SEAFRA LDZA, LJ.., LOG., LOK., LOWG i LOWK, (E) za SEAFRA (X) za SAXFRA -> (I)
- BEDOX - (X) za SEAFRA (E) za SAXFRA -> (I)
- PETOV - (AD) za SEAFRA LJMB[59], (AD) za SAXFRA LJMB, (EX) -> (I)
- OBUTI – (A) za SAXFRA LOWW[60], (A) za SEAFRA LOWW, (EX) -> (I)

[53] LJLJ - Zračna luka Ljubljana
[54] LJ.. - Zračne luke u Sloveniji
[55] LOG. - Zračne luke u Austriji s oznakama G
[56] LOK. - Zračne luke u Austriji s oznakama K
[57] LOWG - Zračna luka Graz
[58] LOWK - Zračna luka Klagenfurt
[59] LJMB - Zračna luka Maribor
[60] LOWW - Zračna luka Beč

4.3 Simulacija putanja

Odabir dana za simulaciju ovisi o promjeni koja se uvodi. U ovom slučaju riječ je o spajanju dvaju FRA H24 prostora (SEAFRA i SAXFRA) u jedan zajednički (SECSI). Kako bi se što bolje prikazali parametri koje donosi novi prostor tražit će se dan u kojem ima najviše interakcija između SAXFRA i SEAFRA. S obzirom na to da ACC Zagreb, ACC Beograd, ACC Ljubljana i ACC Beč imaju najveći dio prometa u ljetnom periodu, dan će se tražiti u AIRAC periodima 1707 (22.6-19.7.2017.) i 1708 (20.7-16.8.2017.).

Odabir prometa

Filteri:

1) Sektor – SEAFRA (00:00 – 24:00)
2) Sektor – SAXFRA (00:00 – 24:00)

Na ovaj način postavljen je uvjet za prikaz svih zrakoplova (IFR-GAT) koji su prošli iz SEAFRA u SAXFRA ili obratno u periodu 24 sata. Vrsta putanje koja će se tražiti je planirani promet.

Dan s najviše interakcija između SEAFRA i SAXFRA je subota 12.8.2017., AIRAC period 1708. Broj planiranih interakcija iznosi 1737. To znači da je bilo 1737 zrakoplova koji su letjeli iz SEAFRA u SAXFRA i obrnuto.

Presjek broja operacija unutar FRA područja:

1) SEAFRA – broj planiranih operacija kroz prostor iznosi 3052
2) SAXFRA – broj planiranih operacija kroz prostor iznosi 3628

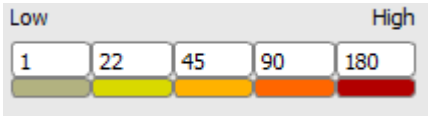
Prometna potražnja na razini EUROCONTROL-a za 12.8.2017. iznosi 32530 operacija. S obzirom na da se želi promatrati isti period ali za 2018. potrebno je generirati povećanje prometa s obzirom na STATFOR[61] srednju prognozu. Povećanje iznosi 2.24%, a broj operacija za taj dan 2018. godine 33260. Putanje se simuliraju nakon povećanja te se promatraju FRA prostori.

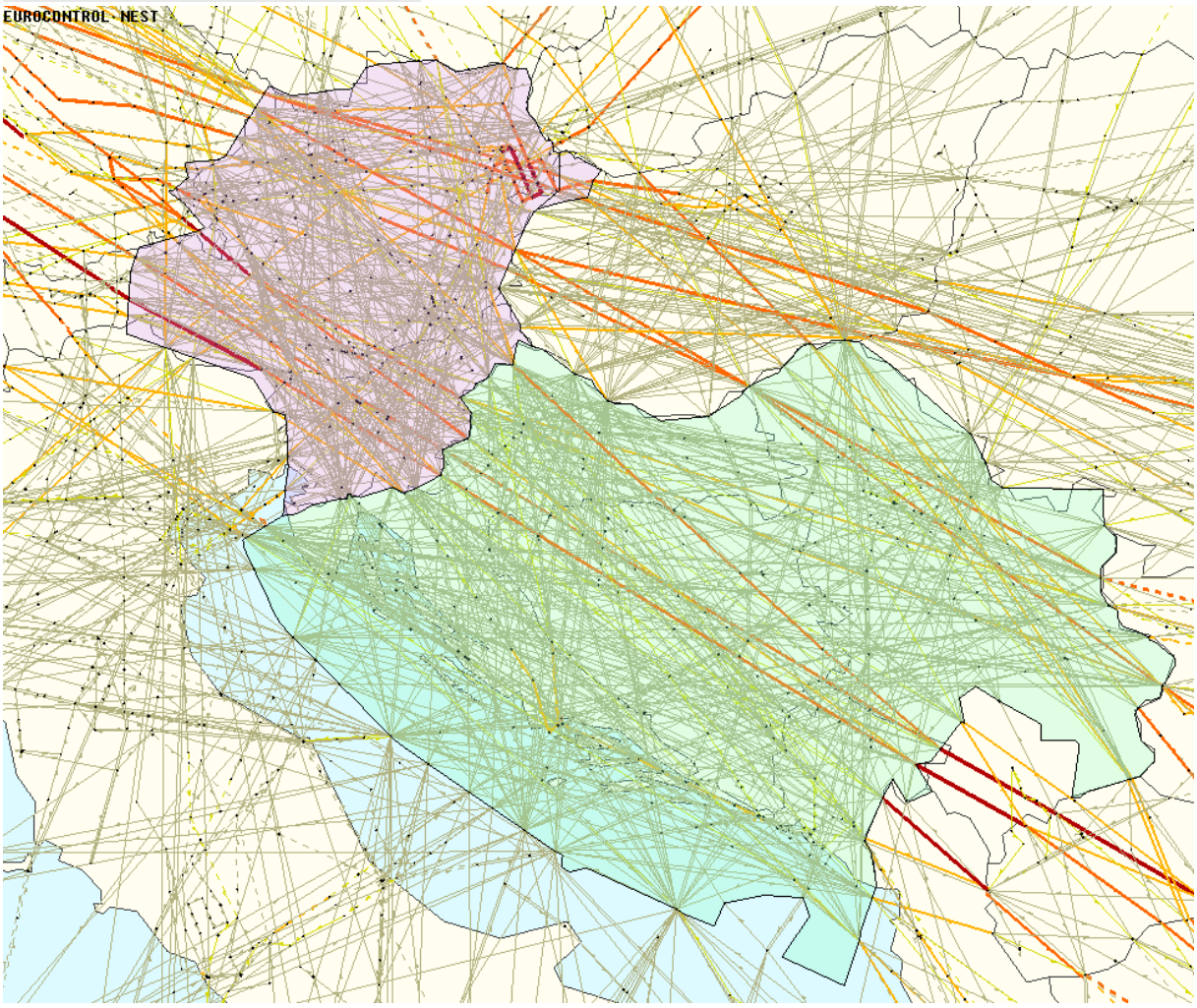
[61] STATFOR – eng Statistics and Forecasts – hr. Statistika i prognoze

Na slici 34. vidi se simulirani referentni promet

Broj operacija:
SEAFRA-SAXFRA = 5379
ACC Zagreb (LDZOCTA) = 2799
ACC Beograd (LYBACTA) = 2895
ACC Ljubljana (LJACTA) = 1653
ACC Beč (LOVVCTA) = 3528
ACC Sarajevo (LQSBCTA) = 210

Skala opterećenja prometnih tokova



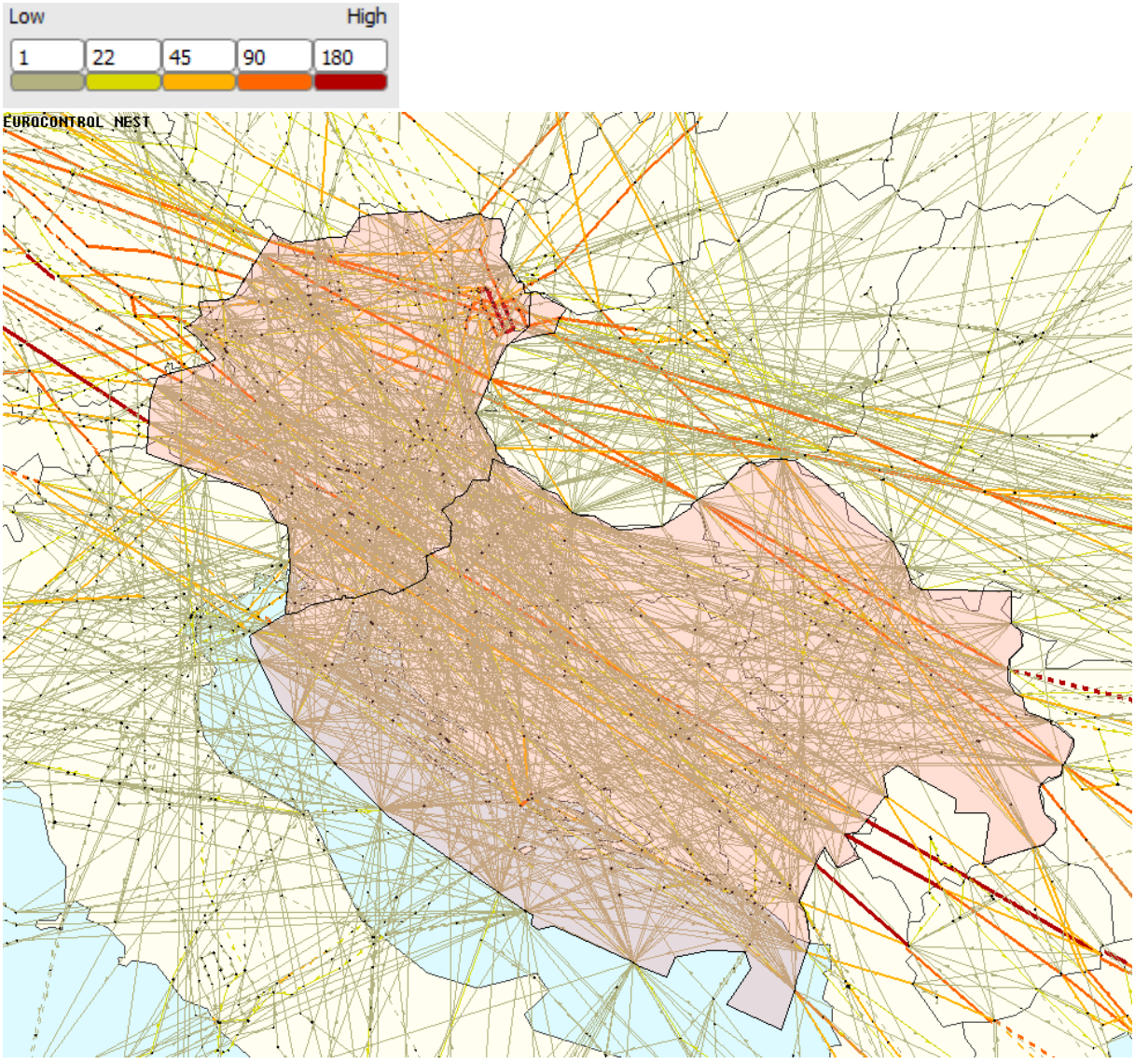


SLIKA 34. PROMETNI TOKOVI KROZ SEAFRA I SAXFRA

Na slici 35. vidi se simulirani SECSI promet

Broj operacija:
SECSI = 5678 (povećanje 5,56% u odnosu na SEAFRA-SAXFRA)
ACC Zagreb = 2875 (povećanje 2,72%)
ACC Beograd = 2922 (povećanje 0,93%)
ACC Ljubljana = 1739 (povećanje 5,20%)
ACC Beč = 3526 (smanjenje -0,06%)
ACC Sarajevo = 216 (povećanje 2,86%)

Skala opterećenja prometnih tokova

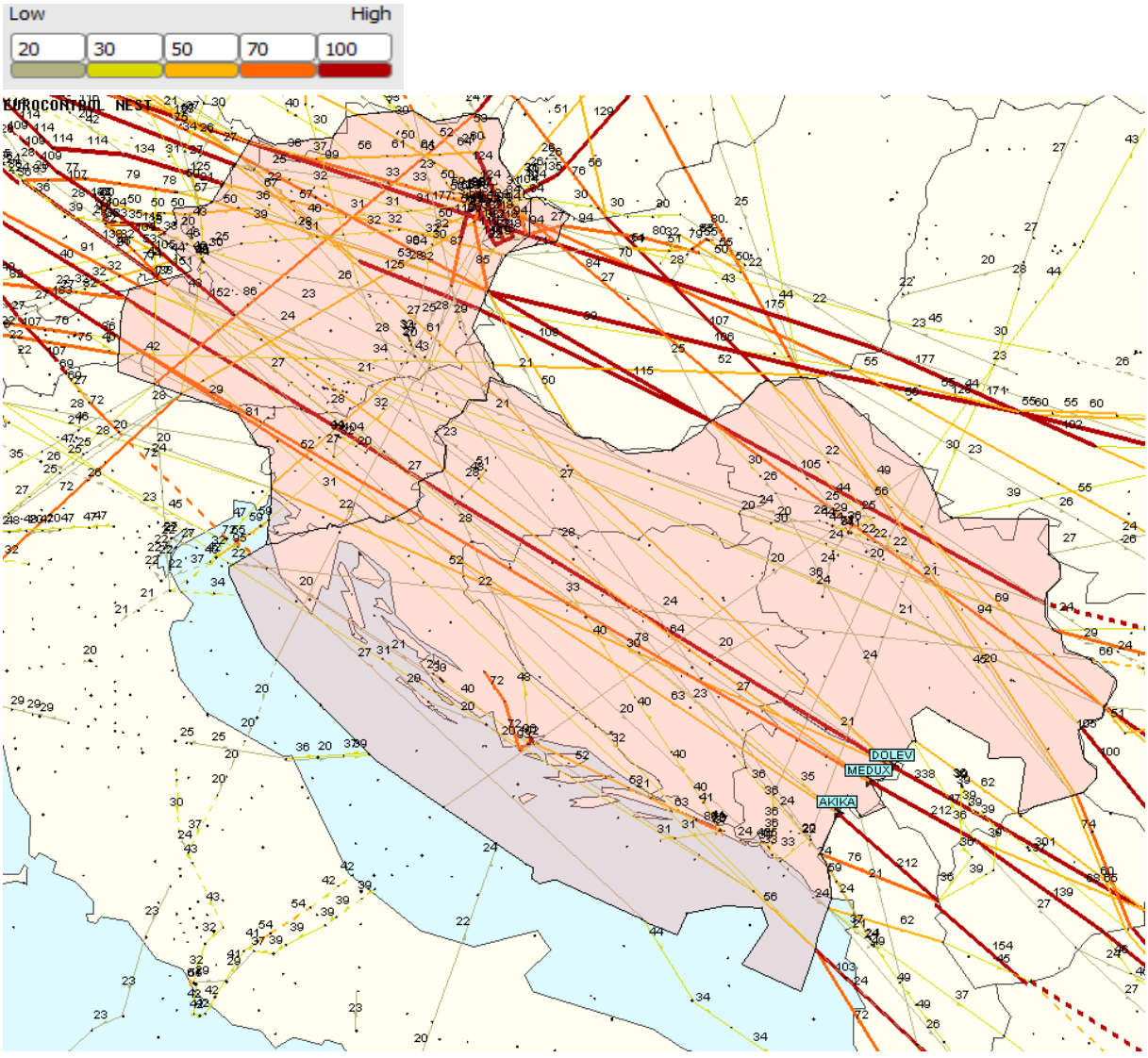


SLIKA 35. PROMETNI TOKOVI KROZ SECSI

5. Usporedba prometnih tokova prilikom uvođenja koncepta slobodnih ruta

S obzirom na to da FRA koncept omogućava velik broj tokova u odnosu na rutnu mrežu gdje su prometni tokovi definirani navigacijskim točkama po ruti unutar prostora, potrebno je redefinirati skalu kako bi se prikazali najopterećeniji tokovi. Nova skala neće prikazivati tokove čija je vrijednost manja od 20 operacija po prometnom toku.

Skala opterećenja prometnih tokova



SLIKA 36. SECSI PROMETNI TOKOVI, NAKON PROMJENE SKALE OPTEREĆENJA

Na slici 36. može se primijetiti kako su najopterećeniji tokovi koji prolaze kroz SECSI (SEAFRA<->SAXFRA) pozicionirani na rubnim dijelovima područja. To su ulasci na navigacijsku točku DOLEV (338 operacija) te izlasci na točke MEDUX (212 operacija) i AKIKA (207 operacija).

1) DOLEV, 338 operacija (SECSI prostor) prikazano je na slici 37.

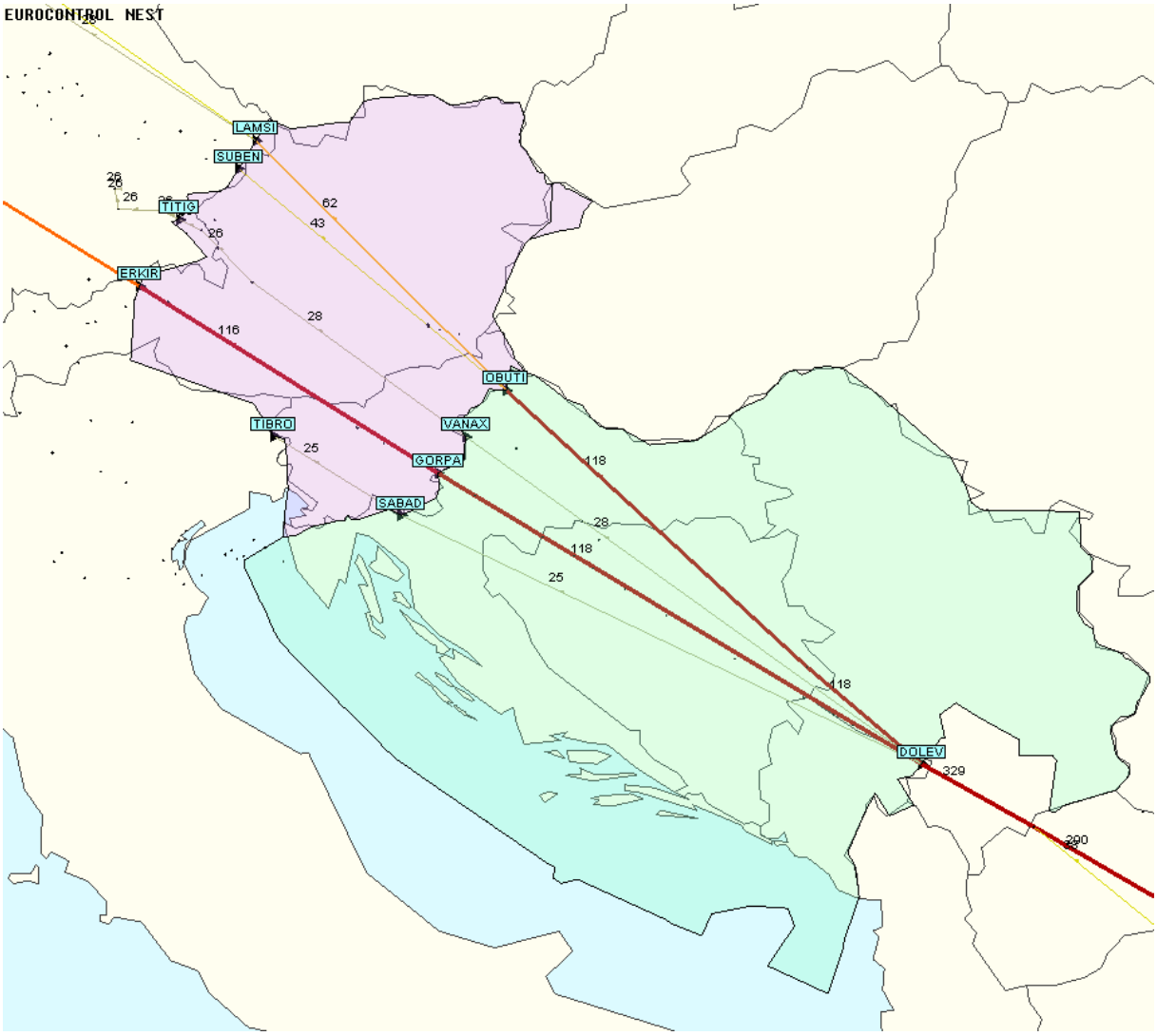
Izlazak na ERKIR (104 operacija), najveći tok
Izlazak na LAMSI (61 operacija)
Izlazak na RIFEN (52 operacije)
Izlazak na SUBEN (43 operacije)
Izlazak na TITIG (24 operacije)



SLIKA 37. PROMETNI TOKOVI KROZ DOLEV U SECSI PROSTORU

1) DOLEV, 329 operacija (SEAFRA I SAXFRA prostori) prikazano je na slici 38.

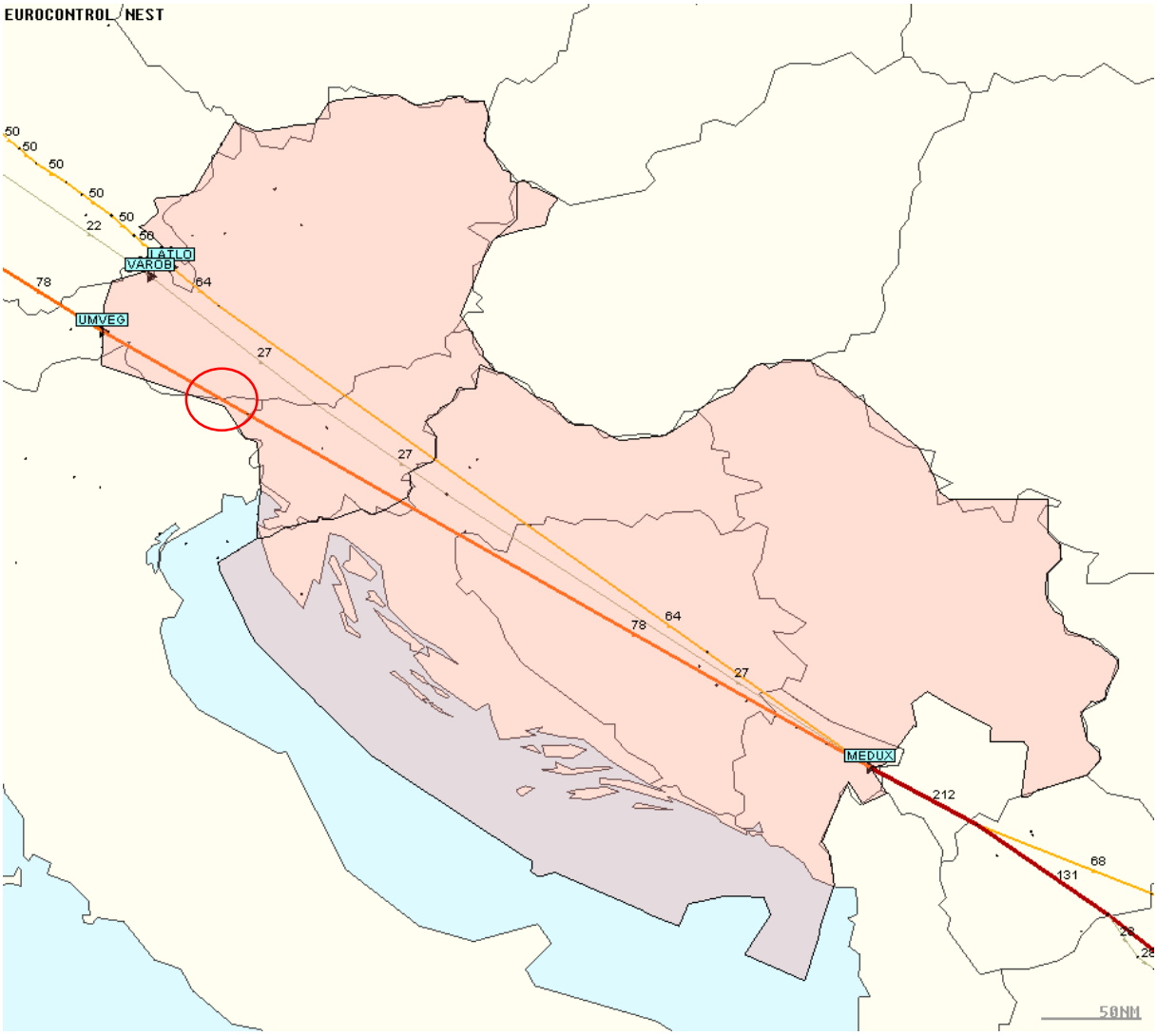
DOLEV-GORPA-ERKIR (116 operacija)
DOLEV-OBUTI-LAMSI (62 operacija)
DOLEV-OBUTI-SUBEN (43 operacije)
DOLEV-VANAX-TITIG (28 operacija)
DOLEV-SABAD-TIBRO (25 operacija)



SLIKA 38. PROMETNI TOKOVI KROZ DOLEV U SEAFRA I SAXFRA PROSTORU

2) MEDUX, 212 operacija (SECSI prostor) prikazano je na slici 39.

Ulazak na UMVEG (broj operacija 78)
prometni tok u jednom dijelu (crveni krug) prolazi 2.3 NM od ruba operativnog prostora na granici ACC-a Beč i ACC-a Ljubljana. S obzirom da zrakoplov ne smije biti unutar radijusa od 5 NM drugog zrakoplova, bit će potrebno uvođenje RAD restrikcija ili proširenje AoR prostora, kako bi zrakoplov planirao putanju najmanje 2.5 NM od ruba ACC prostora.
Ulazak na LATLO (broj operacija 64)
Ulazak na VAROB (broj operacija 27)



SLIKA 39. PROMETNI TOKOVI KROZ MEDUX U SECSI PROSTORU

2) MEDUX, 246 operacija (SEAFRA i SAXFRA prostori) prikazano je na slici 40.

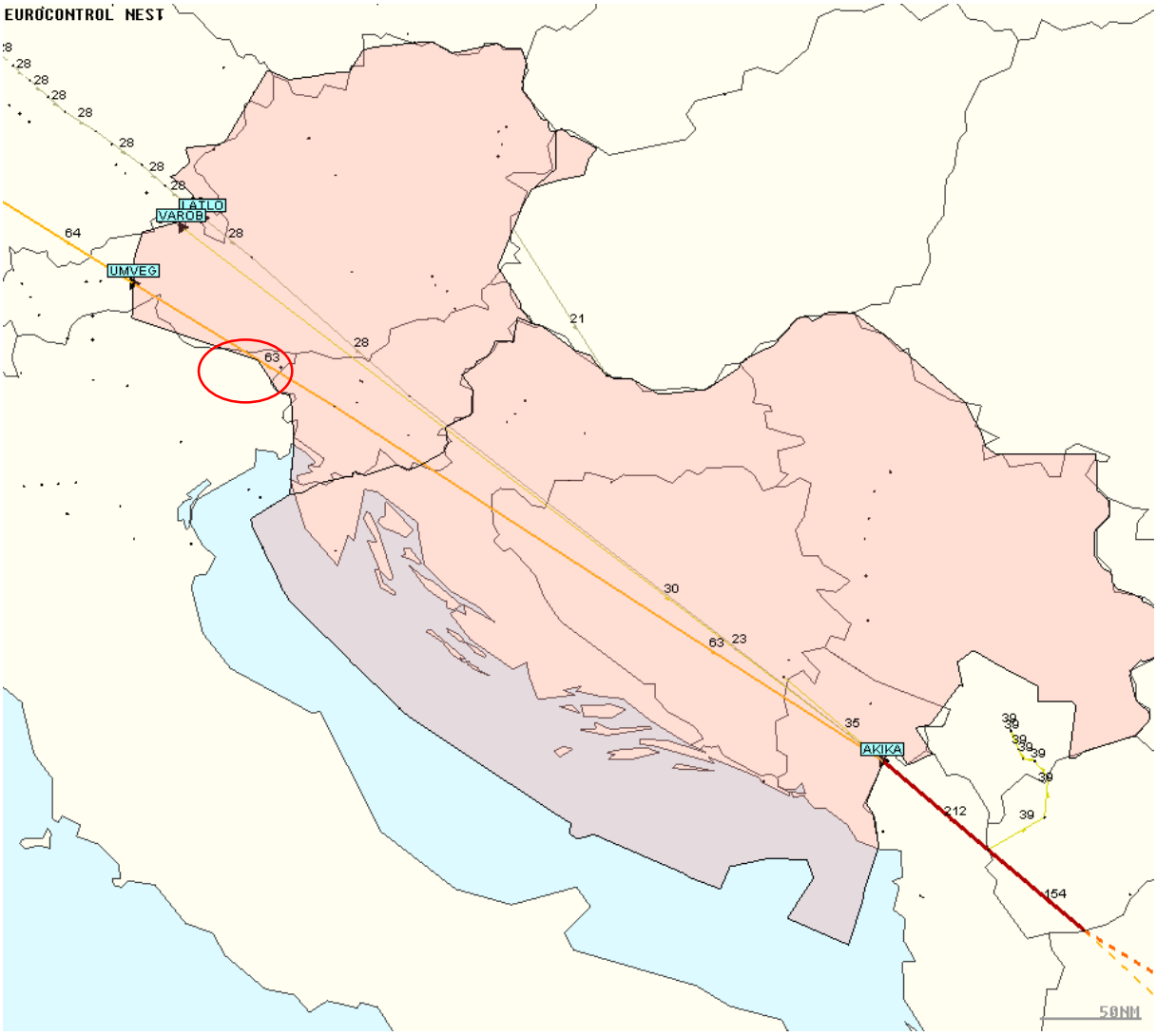
UMVEG-NEMEK-MEDUX (112 operacija)
LATLO-ROLBA-MEDUX (72 operacije)
VAROB-NEMEK-MEDUX (20 operacija)



SLIKA 40. PROMETNI TOKOVI KROZ MEDUX U SEAFRA I SAXFRA PROSTORU

3) AKIKA, 212 operacija (SECSI prostor) prikazano je na slici 41.

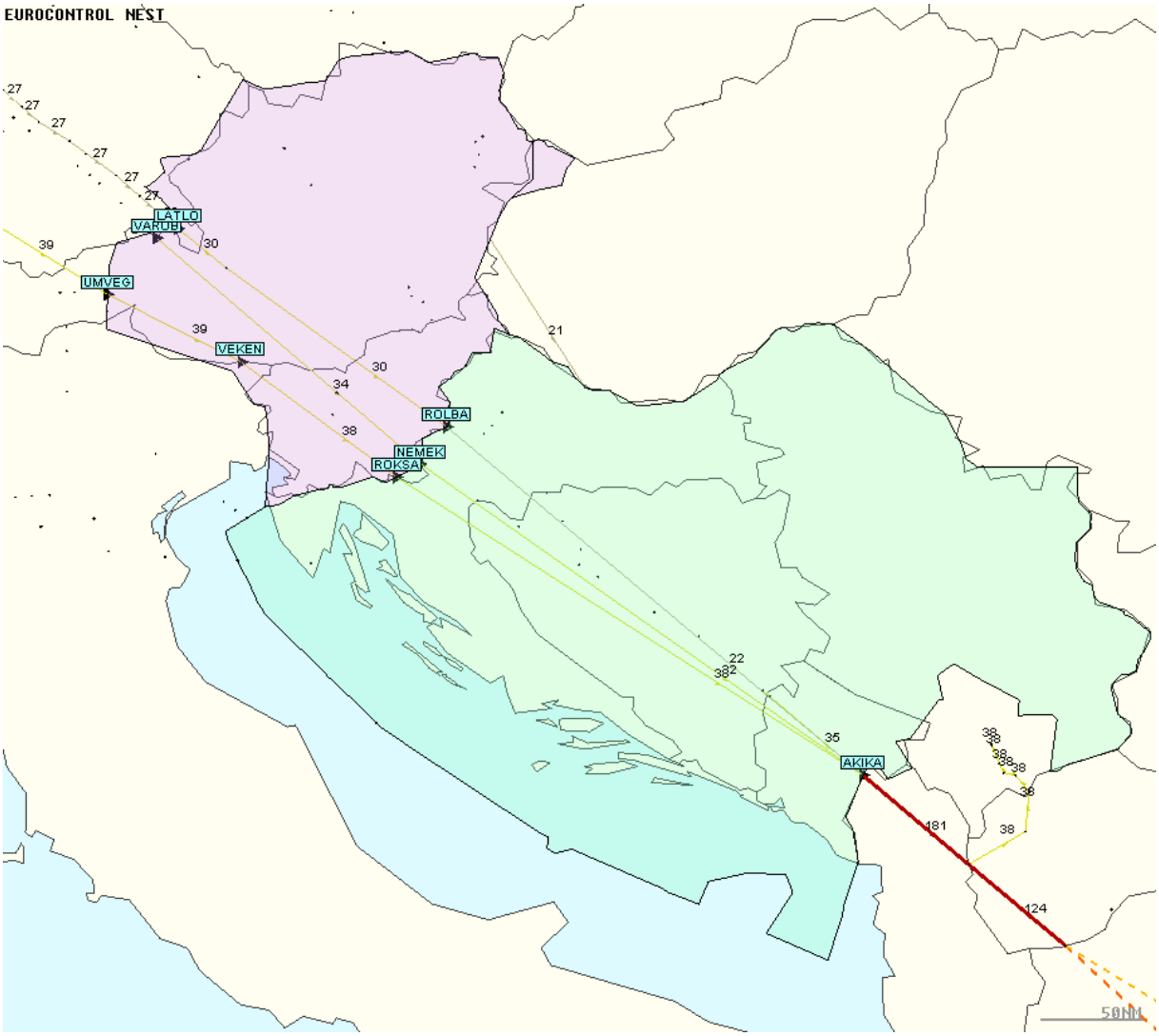
Ulazak na UMVEG (63 operacije),
prometni tok u jednom dijelu (crveni krug) prolazi 0.2 NM od ruba operativnog prostora na granici ACC-a Beč i ACC-a Ljubljana.
Ulazak na VAROB (30 operacija)
Ulazak na LATLO (28 operacija)



SLIKA 41. PROMETNI TOKOVI KROZ AKIKA U SECSI PROSTORU

3) AKIKA, 181 operacija (SEAFRA i SAXFRA prostori) prikazana je na slici 42.

UMVEG-VEKEN-ROKSA-AKIKA (38 operacija)
VAROB-NEMEK-AKIKA (32 operacije)
LATLO-ROLBA-AKIKA (22 operacije)



SLIKA 42. PROMETNI TOKOVI KROZ AKIKA U SEAFRA I SAXFRA PROSTORU

6. Analiza uštede goriva i štetnih plinova zbog integracije novog prostora

Prilikom spajanja dva FRA H24 prostora SEAFRA i SAXFRA u jedan FRA SECSI prostor, zrakoplovnim operaterima omogućit će se veći broj tokova koje mogu planirati tijekom letenja.

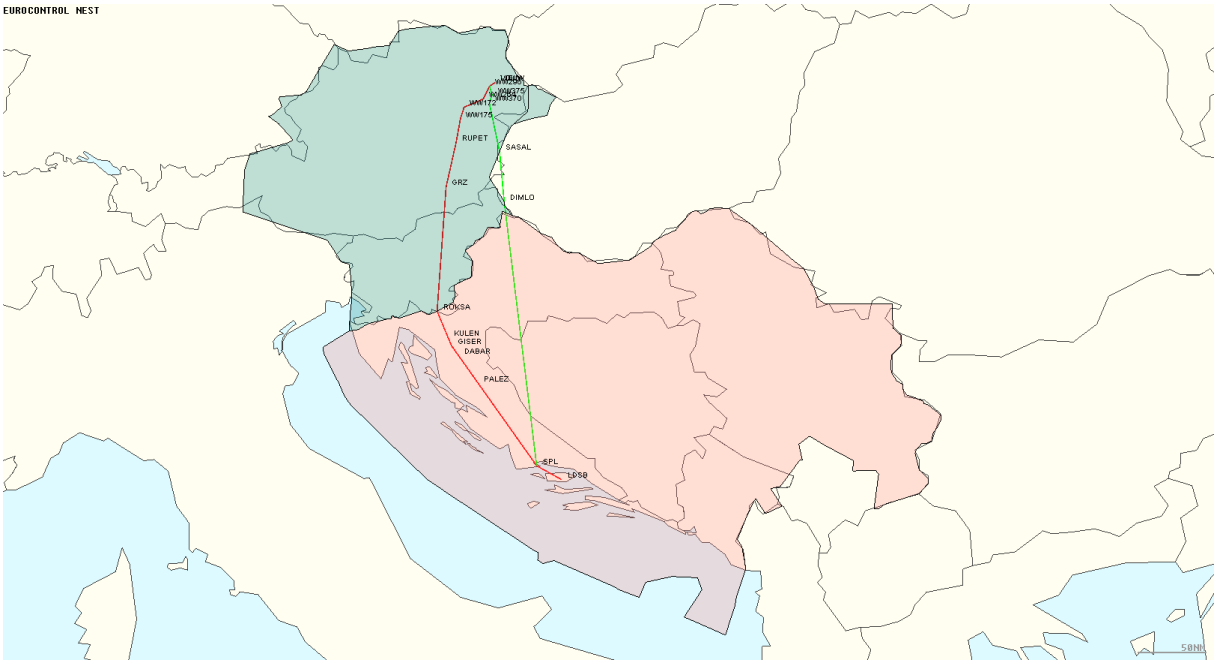
Uštede u ovom poglavlju monitorirati će sljedeće parametre: duljinu leta (nautičke milje), vrijeme trajanja (minute), potrošnju goriva (kilogrami), emisije ugljikovog dioksida (kilogrami) i emisije dušikovog oksida (kilogrami).

Od ukupnih 5678 operacija u novom SECSI prostoru ova će promjena omogućiti uštede za 1424 zrakoplova.

Uštede SECSI prostora za jedan dan iznose:

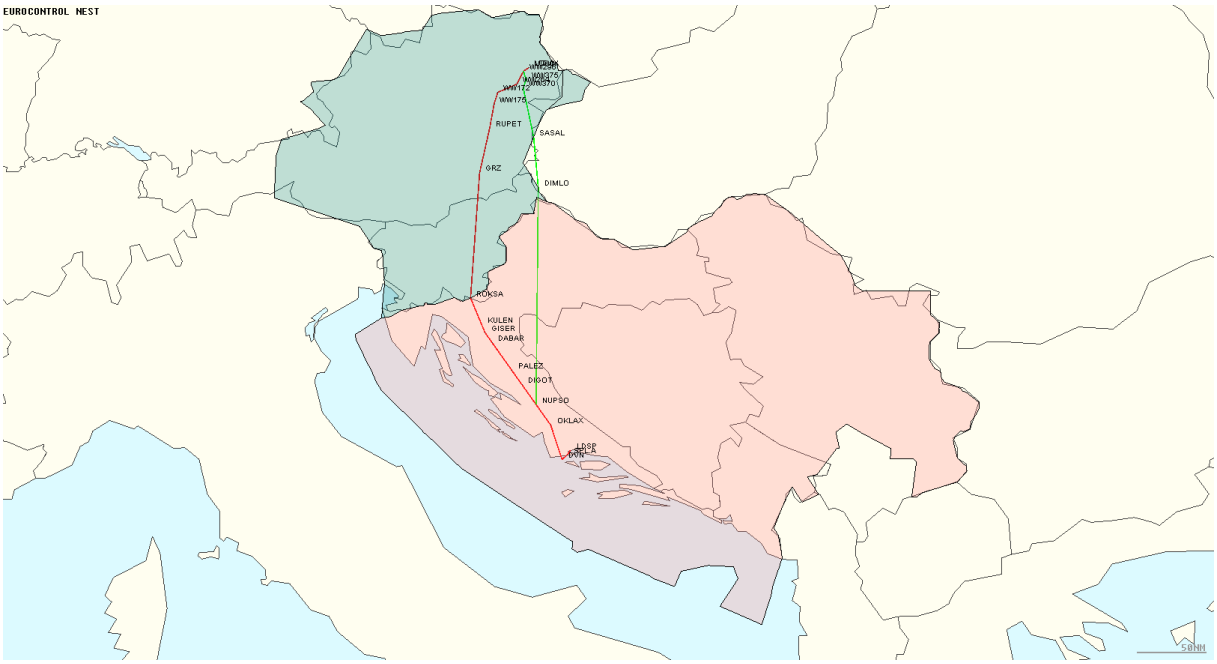
- - 1893 NM
- - 293 min
- - 12777 kg goriva
- - 40380 kg CO2
- - 172 kg NOx

Na slici 43. prikazan je tok na kojem su ostvarene najveće uštede u nautičkim miljama. Radi se o polijetanjima iz zračne luke Beč (LOWW) s destinacijom zračne luke Brač (LDSB). Tijekom simulacije evidentirana su dva takva leta tipova zrakoplova ATR i Cessna Citation. Ušteda u nautičkim miljama je identična te iznosi 30,6 NM. ATR ostvario je uštedu od 95 kg goriva i 6,5 minuta, dok je Cessna Citation na istoj dionici uštedjela 55 kg i 4,8 minuta. Zrakoplovi koji lete u SECSI uvjetima prolazit će kroz mađarski FRA H24 prostor HUFRA (Hungarian Free Route Airspace) ulaskom na točku SALAL te izlaskom na točku DIMLO. Crvenom bojom označena je putanja u trenutnom prostoru SEAFRA-SAXFRA, a zelenom putanja kretanja kroz budući SECSI prostor. U SEAFRA-SAXFRA uvjetima vidljivo je kako zrakoplov mora koristiti navigacijsku točku ROKSA kako bi uspio ući u SEAFRA prostor.



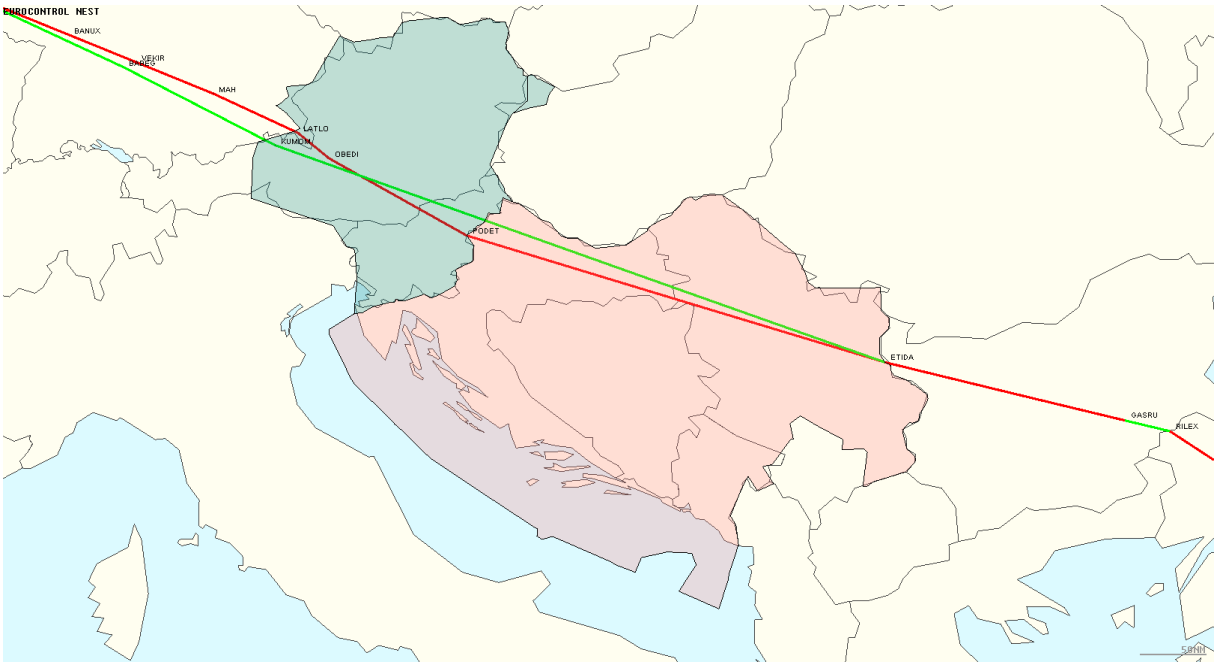
SLIKA 43. NAJVEĆA OMOGUĆENA UŠTEDA NAUTIČKIH MILJA U SECSI PROSTORU

Sljedeća najveća ušteda u nautičkim miljama je na dionici Beč (LOWW) - Split (LDSP) prikazana na slici 44. Riječ je o zrakoplovu Croatia Airlines DH8D koji je u novom prostoru uštedio 24 NM, 4,5 minuta vremena, 62 kg goriva i 197 kg CO2. Zrakoplovi koji lete u SECSI uvjetima prolazit će kroz mađarski FRA H24 prostor ulaskom na točku SASAL te izlaskom na točku DIMLO. Crvenom bojom označena je putanja u trenutnom prostoru SEAFRA-SAXFRA, a zelenom putanja kretanja kroz budući SECSI prostor.



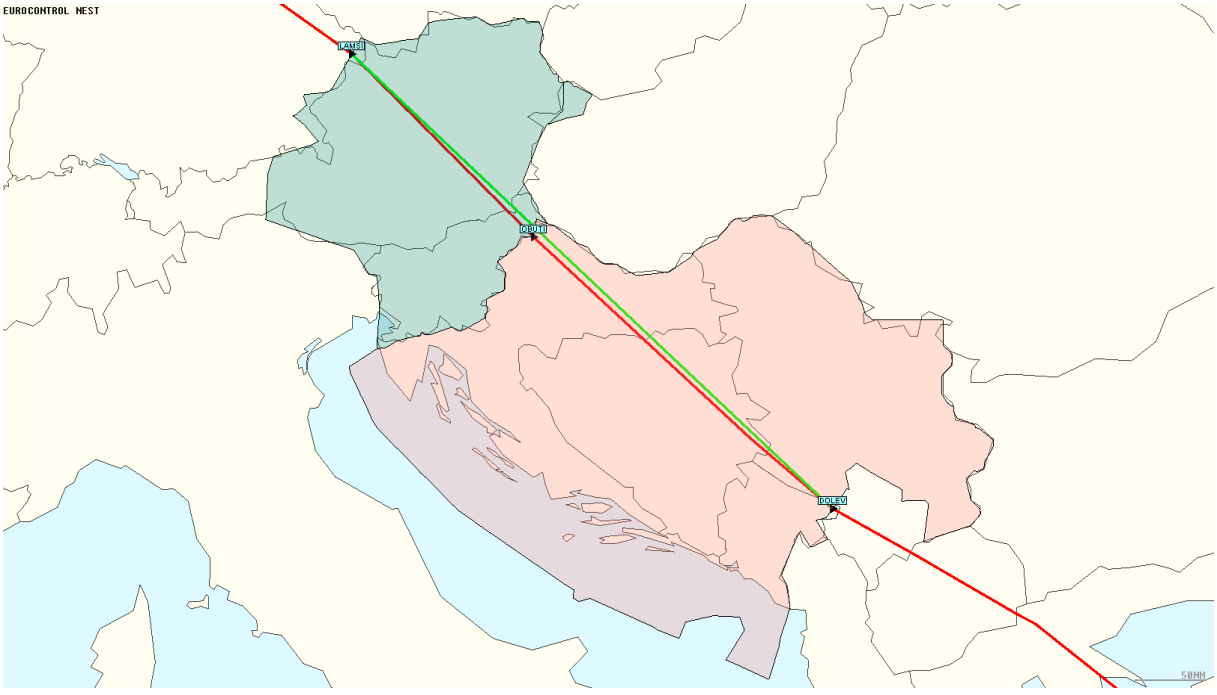
SLIKA 44. UŠTEDA CROATIA AIRLINES ZRAKOPLOVA DH8D

Prometni tok KUMOM-ETIDA prikazan na slici 45., omogućio je najveću ukupnu uštedu u nautičkim miljama po toku. 30 zrakoplova s destinacijama u Turskoj uspjelo je uštedjeti 75,3 NM (2,5 NM po zrakoplovu). U SEAFRA-SAXFRA prostoru zrakoplovi su planirali čak četiri točke LATLO-OBEDI-PODET-ETIDA. Crvenom bojom označena je putanja u trenutnom prostoru SEAFRA-SAXFRA, a zelenom putanja kretanja kroz budući SECSI prostor.



SLIKA 45. NAJVEĆA UKUPNA UŠTEDA NAUTIČKIH MILJA PO PROMETNOM TOKU

Prometni tok DOLEV-LAMSI prikazan na slici 46., utječe na najveći broj operacija (52 operacije). U SEAFRA-SAXFRA uvjetima zrakoplovi lete DOLEV-OBUTI-LAMSI (ušteda 0,17 NM po zrakoplovu). Crvenom bojom označena je putanja u trenutnom prostoru SEAFRA-SAXFRA, a zelenom putanja kretanja kroz budući SECSI prostor.



SLIKA 46. PROMETNI TOK S NAJVEĆIM UTJECAJEM PO OPERACIJI

Najveću uštedu u gorivu ostvarila su dva zrakoplova tipa Airbus A380 prikazana na slici 47. Najveći putnički zrakoplovi na svijetu letjeli su iz Dubaija (OMDB) za Milano (LIMC). Uštedjeli su čak 197 kg goriva, 625 kg CO2 i 2,2 kg NOx po zrakoplovu zbog 1,17 NM kraće putanje. Zrakoplovi koriste pogodnosti SECSI prostora pa umjesto ulaska na DOLAP izlaska na ROTAR, koriste ulazak na VEBAL izlazak na RIFEN. Ovo je odličan prikaz i za uštede na globalnom polju. Putanja kraća od 2 NM može odrediti hoće li zrakoplov ići preko Bugarske ili preko Rumunjske. Crvenom bojom označena je putanja u trenutnom prostoru SEAFRA-SAXFRA, a zelenom putanja kretanja kroz budući SECSI prostor.



SLIKA 47. AIRBUS A 380, NAJVEĆA UŠTEDA U GORIVU, CO2 I NOX

7. Usporedba kompleksnosti pojedinih jedinica zračnog prometa

U ovom poglavlju mjerit će se kompleksnost jedinica zračnog prometa na razini ACC-a. Kompleksnost će se mjeriti prema sljedećim parametrima: prosječna duljina prijelaza izražena u nautičkim miljama, prosječno vrijeme okupacije izraženo u minutama, prosječan broj promjene visine izraženo u 1000 ft, prosječan broj ulazaka unutar sat vremena te broj ulazaka po jedinici prostora. Uspoređivat će se vrijednosti na temelju jednog simuliranog dana (12.8.2017) iz poglavlja 4.3.

Odnos vrijednosti prikazan je u tablicama = SEAFRA-SAXFRA : SECSI

Unutar ACC-a Zagreb smanjila se prosječna vrijednost u prijelazu za 4,8 NM, vremenu okupacije za 0,6 min i broja promjene visine za 0,1 na 1000 ft, uz povećanje prometa za 2,72%. Usporedba je prikazana u tablici 7.

TABLICA 7. ODNOS KOMPLEKSNOSTI ACC-A ZAGREB

ACC Zagreb	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
prosječna duljina prolaska (NM)	150	145,2
prosječno vrijeme okupacije (min)	20,3	19,7
prosječan broj promjene visine (1000 ft)	3,3	3,2
prosjek broja ulazaka (1 sat)	117	120
broj ulazaka	2799	2875

Unutar ACC-a Beograd smanjila se prosječna duljina u prijelazu za 0,5 NM uz povećanje prometa za 0,93%. Usporedba je prikazana u tablici 8.

TABLICA 8. ODNOS KOMPLEKSNOSTI ACC-A BEOGRAD

ACC Beograd	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
prosječna duljina prolaska (NM)	157,7	157,2
prosječno vrijeme okupacije (min)	21,2	21,2
prosječan broj promjene visine (1000 ft)	2,4	2,4
prosjek broja ulazaka (1 sat)	121	122
broj ulazaka	2895	2922

Unutar ACC-a Ljubljana najveće je povećanje prometa (5,20%) uz smanjenje prosječne vrijednosti u prijelazu, vremenu okupacije i broju promjene visine na 1000 ft. Usporedba je prikazana u tablici 9.

TABLICA 9. ODNOS KOMPLEKSNOSTI ACC-A LJUBLJANA

ACC Ljubljana	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
prosječna duljina prolaska (NM)	73	68,4
prosječno vrijeme okupacije (min)	10,1	9,4
prosječan broj promjene visine (1000 ft)	2	1,7
prosjek broja ulazaka (1 sat)	69	72
broj ulazaka	1653	1739

Unutar ACC-a Beč promet se nije povećao, ali se povećao prosječni prijelaz u nautičkim miljama (+1,3 NM) i prosječno vrijeme okupacije (+0.1 min). Usporedba je prikazana u tablici 10.

TABLICA 10. ODNOS KOMPLEKSNOSTI ACC-A BEČ

ACC Beč	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
prosječna duljina prolaska (NM)	118,5	119,8
prosječno vrijeme okupacije (min)	16	16,1
prosječan broj promjene visine (1000 ft)	3,3	3,3
prosjek broja ulazaka (1 sat)	147	147
broj ulazaka	3528	3526

Unutar ACC-a Sarajevo smanjila se prosječna vrijednost u prijelazu, okupaciji i promjeni visine na 1000 ft uz povećanje prometa za 2,86%.

TABLICA 11. ODNOS KOMPLEKSNOST ACC-A SARAJEVO

ACC Sarajevo	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
prosječna duljina prolaska (NM)	85,2	80,8
prosječno vrijeme okupacije (min)	12,8	12,2
prosječan broj promjene visine (1000 ft)	8,9	8,7
prosjek broja ulazaka (1 sat)	9	9
broj ulazaka	210	216

8. Evidencija ostalih promjena u novom okruženju

Usporedba će biti prikazama isto kao u prethodnom poglavlju na razini ACC-a. Vrijednosti će biti prikazane u vertikalnim profilima i masi zrakoplova. Profil leta može biti krstarenje, penjanje ili spuštanje, a masa zrakoplova velika, srednja ili mala. Također, objasnit će se metoda izračuna prihoda zemalja te vrijednosti naplatnih zona SECSI članova za studeni 2017.

Definicija mase zrakoplova [12]

Velika masa zrakoplova (H): zrakoplovi teži od 136 tona

Srednja masa zrakoplova (M): zrakoplovi od 7 tona do 136 tona

Mala masa zrakoplova (L): zrakoplovi lakši od 7 tona

Odnos vrijednosti prikazan je u tablicama = SEAFRA-SAXFRA : SECSI

Unutar ACC-a Zagreb nisu zabilježene nikakve promjene. Usporedba je prikazana u tablici 12.

TABLICA 12. ACC ZAGREB, USPOREDBA OSTALIH PROMJENA

ACC Zagreb	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
Krstarenje (%)	63	63
Spuštanje (%)	20	20
Penjanje (%)	17	17
Velika masa prometa (%)	8	8
Srednja masa prometa (%)	90	90
Mala masa zrakoplova (%)	2	2

Unutar ACC-a Beograd broj krstarenja se smanjio za 1% s povećanjem spuštanja za 1%. Usporedba je prikazana u tablici 13.

TABLICA 13. ACC BEOGRAD, USPOREDBA OSTALIH PROMJENA

ACC Beograd	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
Krstarenje (%)	76	75
Spuštanje (%)	13	14
Penjanje (%)	11	11
Velika masa zrakoplova (%)	8	8
Srednja masa zrakoplova (%)	91	91
Mala masa zrakoplova (%)	1	1

Unutar ACC-a Ljubljana broj krstarenja se povećao za 1% uz smanjenje penjanja za 1%. Usporedba je prikazana u tablici 14.

TABLICA 14. ACC LJUBLJANA, USPOREDBA OSTALIH PROMJENA

ACC Ljubljana	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
Krstarenje (%)	76	77
Spuštanje (%)	12	12
Penjanje (%)	12	11
Velika masa zrakoplova (%)	8	8
Srednja masa zrakoplova (%)	90	90
Mala masa zrakoplova (%)	2	2

Unutar ACC-a Beč broj spuštanja se povećao za 1% uz smanjenje penjanja za 1%. Usporedba je prikazana u tablici 15.

TABLICA 15. ACC BEČ, USPOREDBA OSTALIH PROMJENA

ACC Beč	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
Krstarenje (%)	62	62
Spuštanje (%)	19	20
Penjanje (%)	19	18
Velika masa zrakoplova (%)	14	14
Srednja masa zrakoplova (%)	84	84
Mala masa zrakoplova (%)	2	2

ACC Sarajevo jedino je ostvarilo promjenu u masi zrakoplova. Velika masa zrakoplova povećala se za 1%. Krstarenje se povećalo za 1%, a smanjilo spuštanje za 1%.

TABLICA 16. ACC SARAJEVO, USPOREDBA OSTALIH PROMJENA

ACC Sarajevo	SEAFRA-SAXFRA	SECSI
Krstarenje (%)	26	27
Spuštanje (%)	28	27
Penjanje (%)	46	46
Velika masa zrakoplova (%)	2	3
Srednja masa zrakoplova (%)	94	93
Mala masa zrakoplova (%)	4	4

Naplatna područja definirana su granicama država odnosno FIR regijama. Izuzetak u EUROCONTROL-u čine Srbija i Crna Gora koje imaju zajedničko naplatno područje. U kalkulaciji naplate mjeri se težina zrakoplova i planirani prijelaz. Težinski faktor zrakoplova mjeri se po formuli √maksimalna masa zrakoplova pri polijetanju u tonama/50. Duljinski faktor mjeri se u kilometrima po ortodromi unutar naplatne zone te dijeli sa 100. [4]

Primjer 1.

Zrakoplov maksimalne mase pri polijetanju od 77 tona planira letjeti 200 kilometara udaljenosti po ortodromi unutar naplatne zone vrijednosti 50 eura.

Težinski faktor iznosi: 1.24

Duljinski faktor iznosi: 2

Vrijednost naplatne zone: 50 eura

Izračun prihoda u zoni : 1.24*2*50 = 124 eura

Vrijednosti naplatnih područja za studeni 2017. SECSI članova prikazani su u tablici 17.

TABLICA 17. PRIKAZ SECSI VRIJEDNOSTI NAPLATNIH PODRUČJA ZA STUDENI 2017.

FIR područje	vrijednost u eurima
Hrvatska	46,26
Srbija i Crna Gora	35,53
Bosna i Hercegovina	43,43
Slovenija	64,67
Austrija	72,78

9. Zaključna razmatranja

Spajanje dva zračna prostora s konceptom slobodnih ruta u jedan zajednički prostor omogućilo je uštede u području: duljine leta, vremenu trajanja leta, emisije ugljikovog dioksida i dušikovog oksida. Uštede su omogućene na isti način kao i promjena zračnog prostora s fiksnom rutnom mrežom i DCT pravcima u koncept slobodnih ruta.

Korištenjem NEST alata simulirani su uvjeti SECSI prostora, nastali spajanjem SEAFRA i SAXFRA prostora, uz spuštanje SEAFRA prostora s trenutne razine leta 325 na 205. Vrijednosti su uspoređene sa simuliranim uvjetima u SEAFRA i SAXFRA postojećem prostoru. Odabrani dan za simulaciju je 12.8.2017., gdje je ustanovljena najveća interakcija iz SEAFRA u SAXFRA prostor i obrnuto na temelju planiranog prometa od strane IFPS[62]-a.

Uštede za jedan dan u novim uvjetima rezultirale su smanjenjem: duljine ruta za 1893 nautičke milje, vremena leta za 293 minute, potrošnje goriva za 12777 kilograma, štetnih plinova ugljikovog dioksida za 40380 kilograma te štetnih plinova dušikovog oksida za 172 kilogram. Od ukupnih 5678 operacija u SECSI prostoru promjena je utjecala na 1424 zrakoplova u operativnom području.

Spajanje prostora povećalo je broj operacija unutar jedinica pružatelja usluga zračne plovidbe članova SECSI područja. ACC Ljubljana ostvarila je najveće povećanje prometa od 5,2%, uz smanjenje prosječne duljine prijelaza za 4,6 nautičke milje, prosječnog vremena okupacije za 0,7 minuta i prosječnog broja promjene visine na 1000 ft za 0,3. Zatim slijedi ACC Sarajevo gdje povećanje prometa iznosi 2,86%, uz smanjenje prosječne vrijednosti duljine prijelaza za 4,4 nautičke milje, okupacije za 0,6 minuta i broja promjene visine na 1000 ft za 0,2. Promet u ACC-u Zagreb povećao se za 2,72%, a smanjila se prosječna duljina prijelaza za 4,8 nautičke milje i prosječno vrijeme okupacije za 0,6 minuta. Promet u Beograd ACC prostoru povećao se za 0,93%, ali se smanjila vrijednost prosječnog prijelaza za 0,5 nautičke milje. U ACC-u Beč promet je ostao konstantan uz povećanje prosječne duljine prijelaza za 1,3 nautičku milju.

Simulacija implementacije SECSI prostora omogućila je brojne pogodnosti zrakoplovnim operaterima, smanjila štetan utjecaj na okoliš te poboljšala rad pružateljima usluga zračne plovidbe kroz stabilnije putanja.

[62] IFPS - eng. Integrated Initial Flight Plan Processing System - hrv. Integrirani sustav za planiranje letenja

Literatura

[1] NEST alat, Srpanj-Kolovoz 2017.

[2] Performance Review Report 2016, 16. Ožujak 2017.

[3] European Route Network Improvement Plan - Part 1, Lipanj 2016.

[4] http://www.eurocontrol.int, 2017.

[5] https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_(SES), Rujan 2017.

[6] http://www.crocontrol.hr, Prosinac 2016.

[7] http://www.canso.org/austro-control-and-slovenia-control-implement-cross-border-free-route-airspace, Studeni 2016.

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Eurocontrol, Listopad 2017.

[9] https://ec.europa.eu/transport/modes/air/international_aviation/country_index/ECAA,

Studeni 2017.

[10] Annual Network Operations Report 2016., Svibanj 2017.

[11] http://ansperformance.eu/data/performancearea/, 2017.

[12] https://www.skybrary.aero/index.php/ICAO_Wake_Turbulence_Category, Siječanj 2016.

Popis slika

Slika 1. Skica SECSI karte

Slika 2. Efektivni odnos putanja država za 2016. [2]

Slika 3. Ljetna implementacija FRA prostora 2017. [4]

Slika 4. FAB blokovi

Slika 5. SEAFRA karta, publicirana u zrakoplovnim glasilima Republike Hrvatske

Slika 6. SEAFRA karta, publicirana u zrakoplovnim glasilima Srbije i Crne Gore

Slika 7. 3D prikaz SEAFRA H24 prostora s fiksnom rutnom mrežom, DCT pravcima, DCT vikend pravcima, DCT noćnim pravcima, DCT vikend noćnim pravcima i noćnom rutnom mrežom [1]

Slika 8. 2D prikaz SEAFRA H24 prostora s imenima navigacijskih točaka [1]

Slika 9. SAXFRA karta publicirana u zrakoplovnim glasilima Slovenije

Slika 10. Dio SAXFRA LAL karte

Slika 11. 2D prikaz SAXFRA H24 prostora s imenima navigacijskih točaka [1]

Slika 12. 3D transparenti prikaz SAXFRA H24 prostora s fiksnom rutnom mrežom, DCT pravcima, DCT vikend pravcima, DCT noćnim pravcima, DCT vikend noćnim pravcima i noćnom rutnom mrežom [1]

Slika 13. Članovi EUROCONTROL-a na području ECAC regije [8]

Slika 14. Dnevni trend prometnog kretanja EUROCONTROL-a [2]

Slika 15. Lokalni trendovi kretanja prometa 2016. u odnosu na 2015. [2]

Slika 16. Kompleksnost prometa za 2016. [2]

Slika 17. Sezonski promet 2016. [2]

Slika 18. Promet, kašnjenje i efektivni kapacitet po godini na razini EUROCONTROL-a [10]

Slika 19. TMA prostori u Hrvatskoj

Slika 20. Planirani vertikalni profil rute LDZA-LDSP

Slika 21. Croatia Control, kašnjenje na ruti [11]

Slika 22. TMA prostori u Srbiji i Crnoj Gori

Slika 23. SMATSA, kašnjenje na ruti [11]

Slika 24. TMA i CTR prostori u Sloveniji

Slika 25. Slovenia Control, kašnjenje na ruti [11]

Slika 26. 2D prikaz ACC-a Beč

Slika 27. TMA prostori u Austrijskoj kontroli

Slika 28. Austro Control, kašnjenje na ruti [11]

Slika 29. Razvoj NEST alata

Slika 30. Princip rada NEST alata

Slika 31. NEST ikonografija

Slika 32. Simulacija putanja

Slika 33. SEAFRA dio unutar SECSI prostora

Slika 34. Prometni tokovi kroz SEAFRA i SAXFRA

Slika 35. Prometni tokovi kroz SECSI

Slika 36. SECSI prometni tokovi, nakon promjene skale opterećenja

Slika 37. Prometni tokovi kroz DOLEV u SECSI prostoru

Slika 38. Prometni tokovi kroz DOLEV u SEAFRA i SAXFRA prostoru

Slika 39. Prometni tokovi kroz MEDUX u SECSI prostoru

Slika 40. Prometni tokovi kroz MEDUX u SEAFRA i SAXFRA prostoru

Slika 41. Prometni tokovi kroz AKIKA u SECSI prostoru

Slika 42. Prometni tokovi kroz AKIKA u SEAFRA i SAXFRA prostoru

Slika 43. Najveća omogućena ušteda nautičkih milja u SECSI prostoru

Slika 44. Ušteda Croatia Airlines zrakoplova DH8D

Slika 45. Najveća ukupna ušteda nautičkih milja po prometnom toku

Slika 46. Prometni tok s najvećim utjecajem po operaciji

Slika 47. Airbus A380, najveća ušteda u gorivu, CO2 i NOx

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz kašnjenja za 2016. na razini ANSP-a

Tablica 2. Prikaz broja operacija Hrvatske kontrole zračne plovidbe po jedinici prometa za 9 mjeseci

Tablica 3. Prikaz broja operacija Kontrole letenja Srbije i Crne Gore po jedinici prometa za 9 mjeseci

Tablica 4. Popis razloga ANSP kašnjenja [11]

Tablica 5. Prikaz broja operacija Kontrole zračnog prometa Slovenije po jedinici prometa za 9 mjeseci

Tablica 6. Prikaz broja operacija Austrijske kontrole po jedinici prometa za 9 mjeseci

Tablica 7. Odnos kompleksnosti ACC-a Zagreb

Tablica 8. Odnos kompleksnosti ACC-a Beograd

Tablica 9. Odnos kompleksnosti ACC-a Ljubljana

Tablica 10. Odnos kompleksnosti ACC-a Beč

Tablica 11. Kompleksnost ACC-a Sarajevo

Tablica 12. ACC Zagreb, usporedba ostalih promjena

Tablica 13. ACC Beograd, usporedba ostalih promjena

Tablica 14. ACC Ljubljana, usporedba ostalih promjena

Tablica 15. ACC Beč, usporedba ostalih promjena

Tablica 16. ACC Sarajevo, usporedba ostalih promjena

Tablica 17. Prikaz SECSI vrijednosti naplatnih područja

Popis kratica

A	Dolazna točka
ACC	Centar oblasne kontrole
AD	Dolazno-odlazna točka
ADEP	Zračna luka odlaska
ADES	Zračna luka dolaska
ADI	Dolazno-odlazna međutočka
AIP	Zbornik zrakoplovnih informacija
AIRAC	Zrakoplovni podaci o propisima i kontroli
AIS	Sustav zrakoplovnih informacija
ANS	Usluge zračne navigacije
ANSP	Pružatelj usluga zračne plovidbe
AoR	Područje odgovornosti pružatelja usluga kontrole zračne plovidbe
APP	Prilaz
ASM	Upravljanje zračnim prostorom
ATC	Kontrola zračne plovidbe
ATFM	Upravljanje protokom zračnog prometa
ATM	Sektor upravljanja zračnim prometom
ATS	Operativne službe kontrole zračnog prometa
AUA	Prostorna jedinica ATC-a
BHANSA	Agencija za pružanje usluga u zračnoj plovidbi Bosne i Hercegovine
CCL	Hrvatska kontrola zračne plovidbe
CO2	Ugljikov dioksid
CRCO	Centralni ured za naplatna područja
CTN	Croatia Airlines
CTR	Kontrolirano područje aerodromske zone
D	Odlazna točka

DCT	Direktni pravci
DDR2	Baza za potražnju podataka
DI	Odlazna međutočka
E	Ulazna točka
EA	Ulazno-dolazna točka
EAD	Ulazno-dolazno-odlazna točka
EADI	Ulazno-dolazno-odlazna međutočka
ECAA	Europski zajednički zračni prostor
ECAC	Europska konferencija civilnog zrakoplovstva
ED	Ulazno-odlazna točka
EDI	Ulazno-odlazna međutočka
EI	Ulazna međutočka
EIA	Ulazno-dolazna međutočka
ENV	Prostor
ER	Povećan dolet
EUROCONTROL	Europska organizacija za sigurno odvijanje zračne plovidbe
EX	Ulazno-izlazna točka
EXA	Ulazno-izlazno-dolazna točka
EXAD	Ulazno-izlazno-dolazno-odlazna točka
EXADI	Ulazno-izlazno-dolazno-odlazna međutočka
EXD	Ulazno-izlazno-odlazna točka
EXDI	Ulazno-izlazno-odlazna međutočka
EXI	Ulazno-izlazna međutočka
EXIA	Ulazno-izlazno-dolazna međutočka
EXP2	Format NEST-a
FAB	Funkcionalni blok zračnog prostora
FIR	Područje pružanja letnih informacija
FL	Razina leta

FLAS	Raspodjela razine leta
FLC	Restrikcija razine leta
FLOS	Shema orijentacije razine leta
FMP	Kontrolor protoka zračnog prometa
FRA	Koncept slobodnih ruta
ft	Stopa
GAT	Opći zračni promet
H24	24-satni period
HUFRA	Hungarian Free Route Airspace
IA	Dolazna međutočka
IFPS	Integrirani sustav za planiranje letenja
IFR	Pravila za instrumentalno letenje
LAL	Najniže dostupne razina leta
LDR	Prekogranični direktni pravci
LDSB	Zračna luka Brač
LDSP	Zračna luka Split
LDZA	Zračna luka Zagreb
LDZOCTA	ACC Zagreb
LIMC	Zračna luka Milano
LoA	Sporazumna pisma susjednih zemalja
LOG.	Zračne luke u Austriji s oznakama G
LOK.	Zračne luke u Austriji s oznakama K
LOVVCTA	ACC Beč
LOWG	Zračna luka Graz
LOWK	Zračna luka Klagenfurt
LOWW	Zračna luka Beč
LYBACTA	ACC Beograd
LYBE	Zračna luka Beograd

LYBT	Zračna luka Batajnica
LJ..	Zračne luke u Sloveniji
LJLACTA	ACC Ljubljana
LJLJ	Zračna luka Ljubljana
LJMB	Zračna luka Maribor
LJPZ	Zračna luka Portorož
NEST	NEtwork Strategic Tool
NEVAC	Network Estimation & Visualization of ACC capacity
NM	Nautička milja
NMOC	Centar mrežnog upravitelja
NOP	Mrežno-operativan plan
NOx	Dušikovi oksidi
OMDB	Zračna luka Dubai
PRC	Komisija za pregled performansi
PRR	Pregled izvještaja performansi
RAD	Rutno dostupni dokument
SAAM	System of traffic Assignment and Analysis at a Macroscopic level
SAXFRA	Slovenian Austrian Cross Border Free Route Airspace
SEAFRA	South-East Axis Free Route Airspace
SECSI	South East Common Sky Initiative
SES	Jedinstveno europsko nebo
SID	Standardni instrumentalni odlazak
SMATSA	Kontrola letenja Srbije i Crne Gore
SO6	Format NEST-a
STAR	Standardni instrumentalni dolazak
STATFOR	Statistika i prognoze
TMA	Završno kontrolirano područje
TWR	Kontrolni toranj

UIR	Gornje područje letnih informacija
UR	Format NEST-a
X	Izlazna točka
XA	Izlazno-dolazna točka
XAD	Izlazno-dolazno-odlazna točka
XADI	Izlazno-dolazno-odlazna međutočka
XD	Izlazno-odlazna točka
XDI	Izlazno-odlazna međutočka
XI	Izlazna međutočka
XIA	Izlazno-dolazna međutočka

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Simulacija implementacije zajedničkog zračnog prostora jugoistočne Europe** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 26.11.2017