

# Usporedna analiza učinkovitosti operativnih usluga zračne plovidbe u Europi i Sjedinjenim Američkim Državama

---

Mijatović, Vedrana

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:527450>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Vedrana Mijatović**

**USPOREDNA ANALIZA UČINKOVITOSTI  
OPERATIVNIH USLUGA ZRAČNE PLOVIDBE U  
EUROPI I SJEDINJENIM AMERIČKIM  
DRŽAVAMA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2018.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**ZAVRŠNI RAD**

**USPOREDNA ANALIZA UČINKOVITOSTI OPERATIVNIH  
USLUGA ZRAČNE PLOVIDBE U EUROPI I SJEDINJENIM  
AMERIČKIM DRŽAVAMA**

**COMPARISON ANALYSIS OF AIR TRAFFIC MANAGEMENT  
OPERATIONAL SERVICES PERFORMANCE IN EUROPE AND  
UNITED STATES OF AMERICA**

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Steiner

Student: Vedrana Mijatović

JMBAG: 0135236149

Zagreb, srpanj 2018.

## **SAŽETAK**

Sustav upravljanja zračnim prometom čini dinamičko i integrirano upravljanje zračnim prometom uključujući operativne usluge, upravljanje zračnim prostorom i protokom, na siguran, ekonomičan i efikasan način u suradnji sa svim zainteresiranim stranama tijekom svih faza leta. Cilj sustava je pridržavati se planiranog profila leta uz najmanja moguća odstupanja ne ugrožavajući pritom sigurnost te stvaranje konkurentnog zrakoplovstva. U završnom radu provodi se komparativna analiza učinkovitosti sustava upravljanja u Europi i Sjedinjenim Američkim Državama te se na osnovi referentnih podataka analiziraju pokazatelji učinkovitosti obaju sustava. Nedostaci europskog ATM sustava utvrđeni usporednom analizom diktiraju primjenu novih tehnologijskih i operativnih rješenja, koja su inkorporirana u Europski ATM Master Plan.

**KLJUČNE RIJEČI:** operativne usluge, sustav upravljanja zračnim prometom, plan mjerenja učinkovitosti, ključni pokazatelji učinkovitosti, jedinstveno europsko nebo

## **SUMMARY**

The Air Traffic Management System represents a dynamic and integrated air traffic management, including air traffic services, airspace and flow management, in a safe, cost-effective and efficient way, in collaboration with all interested parties during all flight phases. The system's main goal is to support flight operations in line with the planned flight plan with the slightest possible deviation without compromising safety and creating a competitiveness of aviation. In the Final thesis a comparative analysis of the efficiency of the air traffic management system in Europe and United States of America has been performed, and based on the referent data, the performance indicators of both systems are analyzed.

**KEYWORDS:** air traffic services; Air Traffic Management System; Performance Scheme; Key Performance Indicators; Single European Sky

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED BIBLIOGRAFSKIH IZVORA U TEMATICI RADA .....	3
3. USPOREDBA EUROPSKOG I AMERIČKOG SUSTAVA UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM.....	6
3.1. Organizacija službe upravljanja zračnim prometom.....	6
3.2. Upravljanje zračnim prostorom .....	7
3.3. Upravljanje protokom u zračnoj plovidbi i kontrola zračnog prometa .....	9
3.3.1. Organizacija kontrole zračnog prometa i upravljanja protokom.....	10
3.3.2. Balansiranje ponude i potražnje (DCB) .....	11
4. MJERENJE UČINKOVITOSTI U ATM-u .....	14
4.1. Karakteristike upravljanja prometom u SAD-u i Europi .....	14
4.1.1. Rast i razvoj zračnog prometa.....	15
4.1.2. Gustoća zračnog prometa.....	17
4.1.3. Prosječna duljina leta .....	18
4.1.4. Učinkovitost upravljanja za vrijeme sezone .....	19
4.1.5. Razlike u promatranim mjerenjima.....	20
4.2. Plan mjerenja učinkovitosti u europskom ATM sustavu .....	21
4.2.1. Nadležno tijelo za procjenu učinkovitosti.....	22
4.2.2. Kontrola ostvarenog učinka .....	23
4.2.3. Prikupljanje i provjera valjanosti podataka.....	23
5. USPOREDNA ANALIZA PERFORMANSI OPERATIVNIH USLUGA U EU I SAD-u .....	24
5.1. Pristup usporedbi kvalitete usluge ATM sustava.....	24
5.2. Učinkovitost ATM sustava po fazama leta .....	27
5.2.1. Ograničenja ATM-a u fazi odlaska.....	27
5.2.2. Učinkovitost ATM-a u fazi taksiranja prije polaska .....	30
5.2.3. Učinkovitost u fazi krstarenja .....	32
5.2.4. Učinkovitost na posljednjih 100 NM putanje .....	34
5.2.5. Učinkovitost u fazi taksiranja nakon dolaska.....	37
5.3. Koncizna analiza dobivenih rezultata .....	38
6. POTENCIJALI UNAPRJEĐENJA SUSTAVA UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM .....	40
6.1. Stvaranje jedinstvenog europskog neba (SES) .....	40

6.1.1.	Temeljni ciljevi inicijative SES .....	40
6.1.2.	Funkcionalni blokovi zračnog prostora.....	42
6.2.	Europski plan poboljšanja ATM-a (European ATM Master Plan) .....	44
6.2.1.	Tri razine Europskog ATM Master Plan-a.....	45
6.2.2.	Plan izvedbe .....	46
6.2.3.	Beneficije i očekivani troškovi Master Plana.....	47
6.3.	Prikaz i razvoj vizije SESAR .....	48
6.3.1.	Prikaz načina izvedbe.....	50
6.3.2.	Sustavi unaprjeđenja .....	52
6.3.3.	Pregled razvoja.....	52
6.4.	Sustav implementacije SESAR vizija .....	55
6.4.1.	Uloga ESSIP plana.....	55
6.4.2.	Sadržaj plana.....	55
6.5.	Identifikacija i upravljanje rizicima .....	56
	ZAKLJUČAK .....	57
	LITERATURA .....	59
	POPIS KRATICA .....	61
	POPIS ILUSTRACIJA .....	64
	POPIS TABLICA .....	65

# 1. UVOD

S obzirom na to da je sustav upravljanja zračnim prometom osnova za pružanje operativnih usluga u zračnoj plovidbi, sve veći naglasak je na suvremenim interoperabilnim i usklađenim sustavima koji zrakoplovu omogućuju prijelaz iz jednog zračnog prostora u drugi uz minimalne promjene izvedbe. Prilikom održavanja visokog standarda usluge, potrebno je održavati kvalitetu organizacije svih postrojenja koja služe za mnoge nivoe upravljanja s obzirom na to da količina zračnog prometa raste iz dana u dan.

Formiranje konkurentnog zrakoplovstva zahtijeva uvođenje inovativnih metoda i rješenja kojima bi se ostvarili predviđeni potencijali unaprjeđenja sustava. Cilj rada je izrađivanje sveobuhvatne komparativne analize učinkovitosti upravljanja zračnim prometom između Europe i Amerike. Naslov završnog rada je: Usporedna analiza učinkovitosti operativnih usluga zračne plovidbe u Europi i Sjedinjenim Američkim Državama. Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Pregled bibliografskih izvora u tematici rada
3. Usporedba europskog i američkog sustava upravljanja zračnim prometom
4. Mjerenje učinkovitosti u ATM sustavu
5. Usporedna analiza performansi operativnih usluga u EU i SAD-u
6. Potencijali unaprjeđenja sustava upravljanja zračnim prometom
7. Zaključak.

Nakon prvog, uvodnog dijela, slijedi drugo poglavlje koje predstavlja prikaz bibliografskih izvora korištenih prilikom izrade rada, te njihovu obradu kako bi se pristupačnije prikazao predmet i svrha istraživanja.

U svrhu jasnijeg shvaćanja same uloge sustava upravljanja zračnim prometom, treće poglavlje obuhvaća usporedbu razvoja i organizacije službe upravljanja u Europi i SAD-u, te konstrukciju i podjelu samog sustava čiji je cilj upravljanje protokom prometa, ponudom i potražnjom, uz kontrolu i navigaciju zračnog prometa.

Četvrto poglavlje opisuje metodologiju mjerenja učinkovitosti sustava upravljanja kroz obradu pokazatelja učinkovitosti tijekom svih faza leta, koji moraju biti mjerljivi kako bi bilo moguće dinamički pratiti i uspoređivati različite ATM sustave. Plan mjerenja učinkovitosti u europskom sustavu upravljanja zračnim prometom, tzv. *Performance scheme*, koji uključuje potrebno nadležno tijelo te valjane podatke, također je detaljnije opisan u ovom poglavlju.

U petom poglavlju napravljena je komparativna analiza učinkovitosti operativnih usluga na uzorku Europe i SAD-a. Ovo poglavlje je ključan dio ovog završnog rada s obzirom na to da opisuje način uspoređivanja dvaju sustava upravljanja zračnim prometom te prezentira razlike njihove učinkovitosti tijekom svih faza leta.

Obradom svih pokazatelja učinkovitosti obaju sustava te identificiranjem njihovih sličnosti i razlika, šesto poglavlje sadrži elaboraciju potencijala unaprjeđenja sustava, poglavito europskog sustava upravljanja zračnim prometom, sadržanog u Europskom ATM Master Planu.

Sedmo poglavlje je zaključak završnog rada u kojem se svi ishodi pojedinih poglavlja sintetiziraju te daju smjernice daljnjeg razvoja.



## 2. PREGLED BIBLIOGRAFSKIH IZVORA U TEMATICI RADA

Prilikom analize i usporedbe performansi ATM sustava u Europi i Sjedinjenim Američkim Državama korišteni su mnogi bibliografski izvori podataka. Prvenstveno su korišteni podaci sadržani u dokumentu *Comparison of Air Traffic Management-Related Operational Performance: U.S./Europe* za godinu 2015. koji je izdao EUROCONTROL. Ovaj dokument je zajednička publikacija Savezne uprave za civilno zrakoplovstvo i EUROCONTROL u svrhu informiranja o organizaciji zračnog prometa ovih dviju regija kako bi se otkrili mogući potencijali unaprjeđenja sustava upravljanja.

Prilikom upravljanja zračnim prometom potrebne su određene uredbe čiji je cilj ojačati i uskladiti korištenje zračnog prostora. Jedna od takvih je *Regulation 2150/2005 – Common Rules for the Flexible Use of Airspace (FUA)*, koja olakšava upravljanje zračnim prostorom i upravljanje zračnim prometom u Europi uz primjenu koncepta fleksibilne uporabe zračnog prostora.

Druga uredba koja je korištena prilikom izrade završnog rada je *Regulation 390/2013 – Performance Scheme for Air Navigation Services and Network Functions*. Cilj ove uredbe je poboljšati sveukupnu učinkovitost usluge u zračnoj plovidbi kroz ključna područja kao što su sigurnost, okoliš, kapacitet i troškovna učinkovitost.

Za samu poredbu prije svega je bitno upoznati se s osnovama upravljanja zračnim prometom, strategijama i dionicima europskog sustava upravljanja koji su sadržani u dokumentu *Upravljanje zračnim prometom*.

Analiza strukturalnih razlika između Europe i SAD-a te mjerenja koja pokazuju najznačajnije razlike unutar srednjih podataka za svaku regiju posebno sadržani su u radu *Aircraft gauge differences between the US and Europe and their operational implications. Journal of Air Transport Management*. Na osnovi tih podataka procjenjuje se razvoj prometa i količina kašnjenja na glavnim zračnim lukama.

Poredba je potkrijepljena podacima iz dokumenta *Estimating ATM Efficiency Pools in the Descent Phase of Flight. 9th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development* koji opisuje učinkovitost izvedbe kroz faze leta u cilju skraćivanja trajanja letova i potrošnje goriva.

S obzirom na to da je „taksiranje“ faza leta koja se javlja prije polijetanja i nakon slijetanja, u radu *Queuing Model for Taxi-Out Time Estimation* definirana je metoda kojom su utvrđeni glavni čimbenici koji utječu na trajanje samog procesa taksiranja.

Prilikom mjerenja učinkovitosti u posljednjih 100 NM, definirano je područje ASMA koje predstavlja cilindar određenog radijusa oko zračne luke te se na taj način dodatno ASMA vrijeme računa kao zamjena za prosječno vrijeme čekanja za slijetanje te je detaljnije objašnjeno na stranicama: <http://ansperformance.eu/references/library/pru-adasma-pi.pdf> i <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/events/presentation/140219-ans-ops-performance-add-asma.pdf>.

Inicijativa jedinstvenog europskog neba pokrenuta je s namjerom poboljšanja učinkovitosti zračnog prometa u Europi, tj. smanjenja fragmentacije europskog zračnog prostora kako bi na taj način bila konkurentna sustavu upravljanja zračnim prometom u SAD-u te je ukratko objašnjena na stranici <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=295>.

Programi za poboljšanje učinkovitosti sustava upravljanja u Europi u odnosu na SAD sadržani su u *European ATM Master Planu*, koji se sastoji od tri dionice. Preuzeti su podaci iz prve dionice, *Executive View*, koja predstavlja plan izvedbe cjelokupnog programa, te podaci iz treće dionice, *Implementation View-ESSIP Plan*, koja sadrži sustav implementacije svih postignutih rješenja.

Jedno do mnogih rješenja za poboljšanje europskog sustava upravljanja je tzv. *Performance Scheme*, dio programa „Jedinstvenog europskog neba“ kojim se ostvaruju zadani ciljevi sigurnosti, povećanja kapaciteta i smanjenja troškova te je detaljnije definiran u radu *Performance scheme implementation in Functional Airspace Block Central Europe*.

Implementacijom funkcionalnih blokova zračnog prostora (FAB) u sklopu inicijative „Jedinstvenog europskog neba“ omogućeno je navedeno fleksibilno upravljanje europskim zračnim prostorom, a prikaz raspodjele blokova nalazi se na stranici [https://www.skybrary.aero/index.php/Functional\\_Airspace\\_Block\\_\(FAB\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Functional_Airspace_Block_(FAB)).

Jedan od programa unaprjeđenja europskog sustava upravljanja je program SESAR, tj. razrađeni plan izvedbe SES projekta, zajedno s tvrtkom SESAR JU<sup>1</sup>, koja je zadužena za upravljanje razvojnim fazama SESAR-a, a njihova inovativna rješenja i planovi implementacije sadržani su unutar *SESAR Solutions Catalogue* te na stranici [https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar_en).

---

<sup>1</sup> SESAR JU – Single European Sky ATM Research Joint Undertaking.

### **3. USPOREDBA EUROPSKOG I AMERIČKOG SUSTAVA UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM**

S obzirom na mnoge diferencije američkog i europskog sustava upravljanja zračnim prometom, bitno je prikazati pozadinske informacije koje to objašnjavaju te usporedbom prikazati sličnosti i razlike kroz specifična geografska obilježja zračnog prostora i specifičnosti organizacije upravljanja zračnim prometom.

#### **3.1. Organizacija službe upravljanja zračnim prometom**

Iako američki i europski sustav primjenjuju slične tehnologije, postoji ključna razlika. Dok američkim sustavom upravlja jedan pružatelj usluga koji koristi iste alate i opremu, komunikacijske procese i uobičajen skup pravila i procedura, europski sustav je mnogo kompleksniji. Premda su upravljanja protokom u zračnom prometu i zračnim prostorom centralizirana putem mrežnog upravitelja, pružanje usluga u zračnoj plovidbi je i dalje u velikoj mjeri u nadležnosti nacionalnih pružatelja usluga.

U zračnoj plovidbi egzistira ukupno 37 pružatelja usluga (ANSP<sup>2</sup>) na različitim geografskim područjima. Cilj inicijative Europske unije o jedinstvenom europskom nebu (SES<sup>3</sup>) je smanjiti fragmentiranost i stvoriti dodatne kapacitete te teži ka unaprjeđenju efikasnosti i interoperabilnosti sustava upravljanja zračnim prometom (ATM<sup>4</sup>) u Europi.

---

<sup>2</sup> ANSP – Air Navigation Service Provider.

<sup>3</sup> SES – Single European Sky.

<sup>4</sup> ATM – Air Traffic Management.

### 3.2. Upravljanje zračnim prostorom

Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo u Sjedinjenim Američkim Državama (FAA<sup>5</sup>) odgovorna je za upravljanje zračnim prostorom (ASM<sup>6</sup>) i oblikovanje rutne mreže, međutim u fuzioniranom europskom ATM sustavu upravljanje zračnim prostorom uobičajeno je u nadležnosti nacionalne regulative svake države članice. Međutim, u recentnom sustavu upravljanje zračnim prostorom uključuje sve zainteresirane strane u proces kolektivnog odlučivanja prilikom oblikovanja zračnih ruta kako bi se postigla veća učinkovitost letova kroz cijelu Europu.

Poseban izazov bila je implementacija vojnih zahtjeva u čitav proces s obzirom na to da moraju biti u skladu s pripadajućim sustavom upravljanja. U tu svrhu osigurano je povremeno ograničavanje ili odvajanje zračnog prostora za posebnu uporabu kako bi se zadovoljili zahtjevi nacionalne sigurnosti iako se to suprotstavlja ciljevima civilnog zrakoplovstva, s obzirom na to da mreža civilnih ruta treba zaobilaziti ta područja. S ciljem realiziranja zahtjeva obiju strana jako je bitna bliska civilno-vojna suradnja prilikom koordinacije svih aktivnosti vezanih za ATM sustav.

Kada je u pitanju civilno-vojna suradnja, Sjedinjene Američke Države i Europa koriste sličan princip:

- Odbor za politiku civilnog zrakoplovstva (PBFA<sup>7</sup>), kao dio Ministarstva obrane (DOD<sup>8</sup>) u Sjedinjenim Američkim Državama, jedina je poveznica vojnih službi i ministarstva obrane pri upravljanju zračnim prometom. Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo odobrava privremena i stalna Specijalna korištenja zračnog prostora (SUA<sup>9</sup>) koja su utvrđena na osnovi zajedničkog skupa pravila i procedura.

---

<sup>5</sup> FAA – Federal Aviation Administration.

<sup>6</sup> ASM - Airspace Management

<sup>7</sup> PBFA – Policy Board on Federal Aviation.

<sup>8</sup> DoD – Department of Defense.

<sup>9</sup> SUA – Special Use Airspace.

- Europska obrambena agencija (EDA<sup>10</sup>) zastupa interese vojnog zrakoplovstva u razvoju jedinstvenog europskog neba. Implementacijom koncepta Fleksibilnoga korištenja zračnog prostora (FUA<sup>11</sup>) rukovoditelj mreže usklađuje zahtjeve civilnog i vojnog zrakoplovstva dnevnim objavljivanjem plana korištenja zračnog prostora (AUP<sup>12</sup>) i ažuriranim planom uporabe (UUP<sup>13</sup>). Ovi planovi služe za aktiviranje određene rute i određuju privremeno razdvojena područja i prekogranična područja na definirani vremenski period. [1]

Fleksibilno korištenje zračnog prostora, sadržano u zakonskim regulacijama od 2005. godine, predstavlja koncept upravljanja zračnim prostorom koji je razvila Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe (EUROCONTROL<sup>14</sup>), prema kojem zračni prostor nije označen ni kao čisto civilni ili čisto vojni, već se smatra kontinuumom koji ispunjava zahtjeve svih korisnika. Koordinacija civilnih i vojnih nadležnosti formira se na tri razine upravljanja: strateškoj, predtaktičkoj i taktičkoj, kako bi se povećala sigurnost i kapacitet zračnog prostora te poboljšala učinkovitost zrakoplovnih operacija. [2]

Komparacija specijalne uporabe zračnog prostora između Europe i Sjedinjenih Američkih Država na Slici 1. prikazuje razliku u veličini zračnog prostora unutar odgovarajućeg sustava upravljanja, uzimajući u obzir da ovi obujmi zračnog prostora nisu aktivni u isto vrijeme iz razloga što se njima rukovodi izmjenično. Jasno je prikazana veća specijalna uporaba zračnog prostora u Europi za razliku od Sjedinjenih Američkih Država.

---

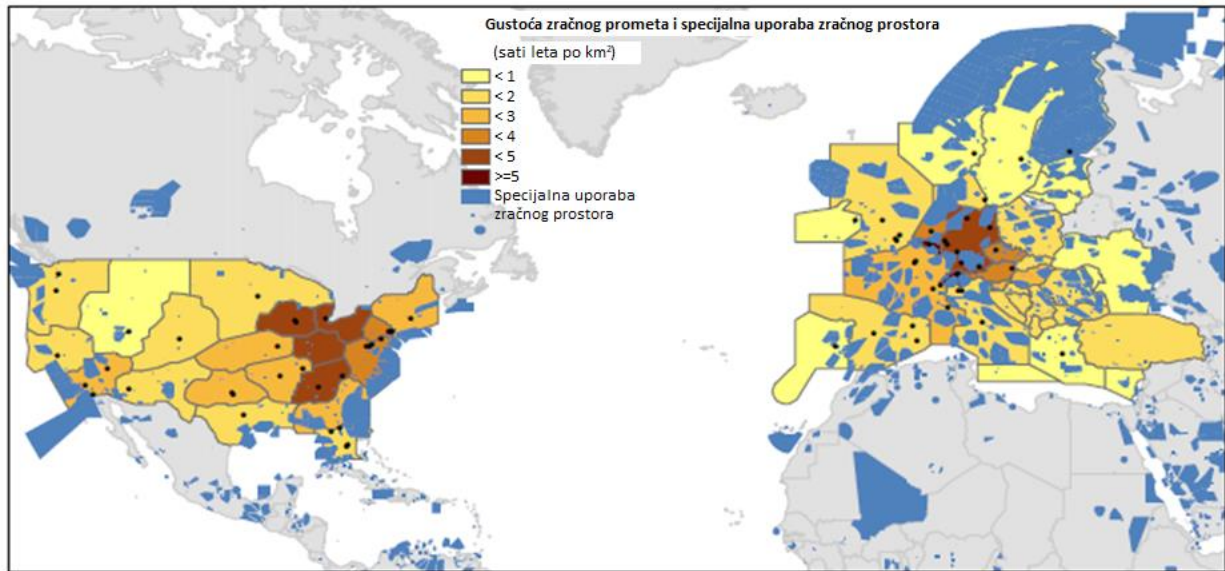
<sup>10</sup> EDA – European Defense Agency.

<sup>11</sup> FUA – Flexible Use of Airspace.

<sup>12</sup> AUP – Airspace Use Plan.

<sup>13</sup> UUP – Updated Airspace Use Plan.

<sup>14</sup> EUROCONTROL – European Organisation for the Safety of Air Navigation.



**Slika 1.** Usporedba specijalne uporabe zračnog prostora (SUA) [1]

Dok je u Europi najviše korišten središnji dio zračnog prostora, što potencijalno utječe na protok civilnog zrakoplovstva, u SAD-u korišten zračni prostor ima tendenciju prostiranja duž obale te tako dopušta manje ograničene transkontinentalne veze.

### 3.3. Upravljanje protokom u zračnoj plovidbi i kontrola zračnog prometa

Upravljanje protokom u zračnoj plovidbi kao dio administracije zračnog prometa uspostavljeno je s ciljem ostvarenja sigurnog, urednog i brzog protoka prometa te istodobno minimizirajući moguća kašnjenja.

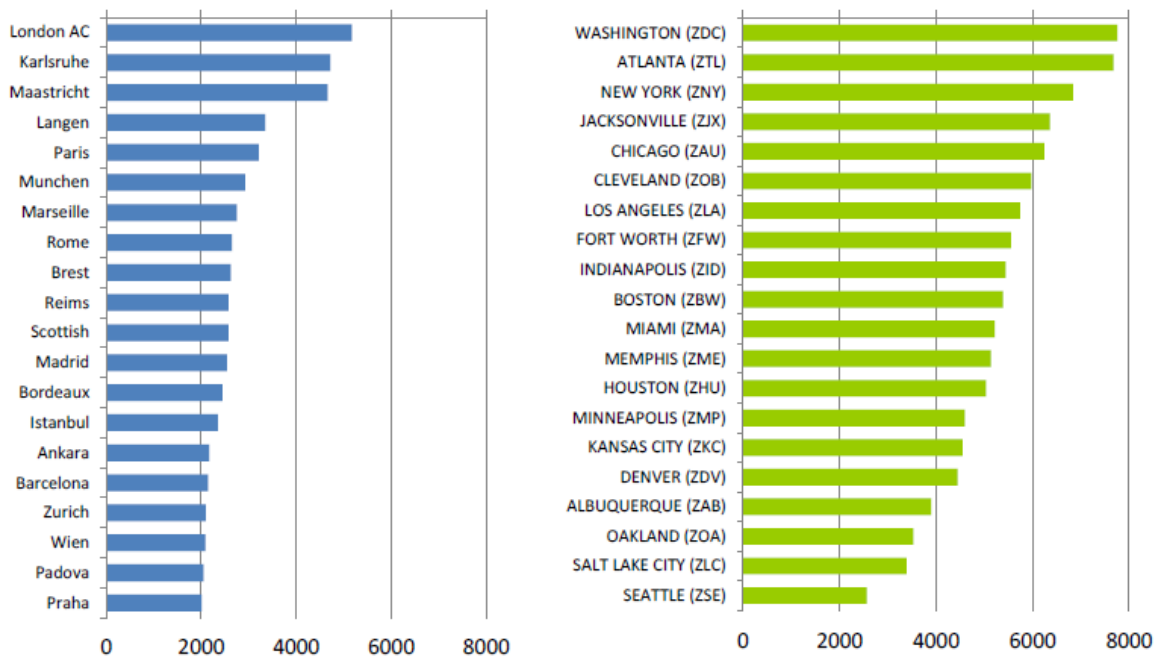
Prilikom rukovođenja protokom prometa izbjegavaju se sigurnosni rizici povezani s preopterećenim sektorima kontrole zračnog prometa, tj. regulira se potražnja prometa prema raspoloživim kapacitetima te tako upravljanje protokom uključuje i funkciju upravljanja kapacitetom te nosi jedan naziv: „Upravljanja protokom i kapacitetom u zračnoj plovidbi“ (ATFCM<sup>15</sup>), dok ATC<sup>16</sup> na taktičkoj razini ima ulogu upravljanja protokom.

<sup>15</sup> ATFCM – Air Traffic Flow and Capacity Management.

<sup>16</sup> ATC – Air Traffic Control.

### 3.3.1. Organizacija kontrole zračnog prometa i upravljanja protokom

Središnje jedinice za upravljanje protokom su uspostavljene na razini sustava koji je u skladu s raspoloživim kapacitetima kontrole zračnog prometa kako u Sjedinjenim Američkim Državama tako i u Europi. Osnovna razlika između američkog i europskog sustava upravljanja je jedan pružatelj usluge na američkom teritoriju te velik broj pojedinačnih pružatelja u sklopu europskog sustava. U SAD-u postoji 20 središta za kontrolu zračnog prometa u usporedbi sa 62 kontrolna središta u Europi. Slikom 2. paralelno je prikazan kapacitet 20 američkih kontrolnih središta i 20 najvećih europskih kontrolnih središta po prosječnom broju dnevnih IFR<sup>17</sup> letova.



Slika 2. Komparacija kapaciteta sustava kontrole u SAD-u i Europi u 2015. godini [1]

S obzirom na to da američkim ATM sustavom upravlja jedan pružatelj usluga, Komandni centar za kontrolu zračnog prometa (ATCSCC<sup>18</sup>) je u znatno moćnijoj poziciji s mogućnošću aktivnijeg pristupa upravljanju prometom za razliku od centra u Europi.

<sup>17</sup> IFR – Instrument Flight Rules.

<sup>18</sup> ATCSCC – Air Traffic Control System Command Center.



Poznato je da u SAD-u postoji jasna hijerarhija upravljanja prometom: jedinice za radarsku kontrolu pristupa (TRACON<sup>19</sup>) djeluju preko nadređenog Centra za kontrolu zračnog puta (ARTCC<sup>20</sup>) koji izravno koordinira s Komandnim centrom za kontrolu zračnog prometa u Virginiji, koji je zaslužan za rješavanje međuresornih pitanja. U europskom gradu Bruxellesu nalazi se Centar operativnog upravljanja mrežom (NMOC<sup>21</sup>), koji prati prometnu situaciju i postavlja mjere protoka.

Nakon usvojenog prvog regulatornog paketa o jedinstvenom europskom nebu 2004. godine, funkcije mreže u Europi su 2009. godine ojačane drugim regulatornim paketom s ciljem poboljšanja sposobnosti kontrole zračnog prometa te povećanja sveukupne učinkovitosti sustava upravljanja koncentrirajući se više na efikasnost, a manje na kapacitet.

### **3.3.2. Balansiranje ponude i potražnje (DCB)**

Kako bi se uspostavila ravnoteža između potražnje i raspoloživog kapaciteta (DCB<sup>22</sup>), SAD i Europa koriste metodu planiranja upravljanja protokom prometa koji predstavlja kolaboracijski i interaktivni proces planiranja prostora gdje bi pružatelji usluga, korisnici zračnog prostora te vojne vlasti zajedno radile na poboljšanju performansi sustava upravljanja kao što je prikazano na Slici 3.

Proces kolaborativnog odlučivanja (CDM<sup>23</sup>) korisnicima zračnog prostora omogućuje optimiziranje sudjelovanja u sustavu upravljanja zračnim prometom, te potpuno ostvarenje prednosti poboljšane integracije sustava oblikovanja zračnog prostora, upravljanja zračnim prostorom i upravljanja protokom zračnog prometa.

---

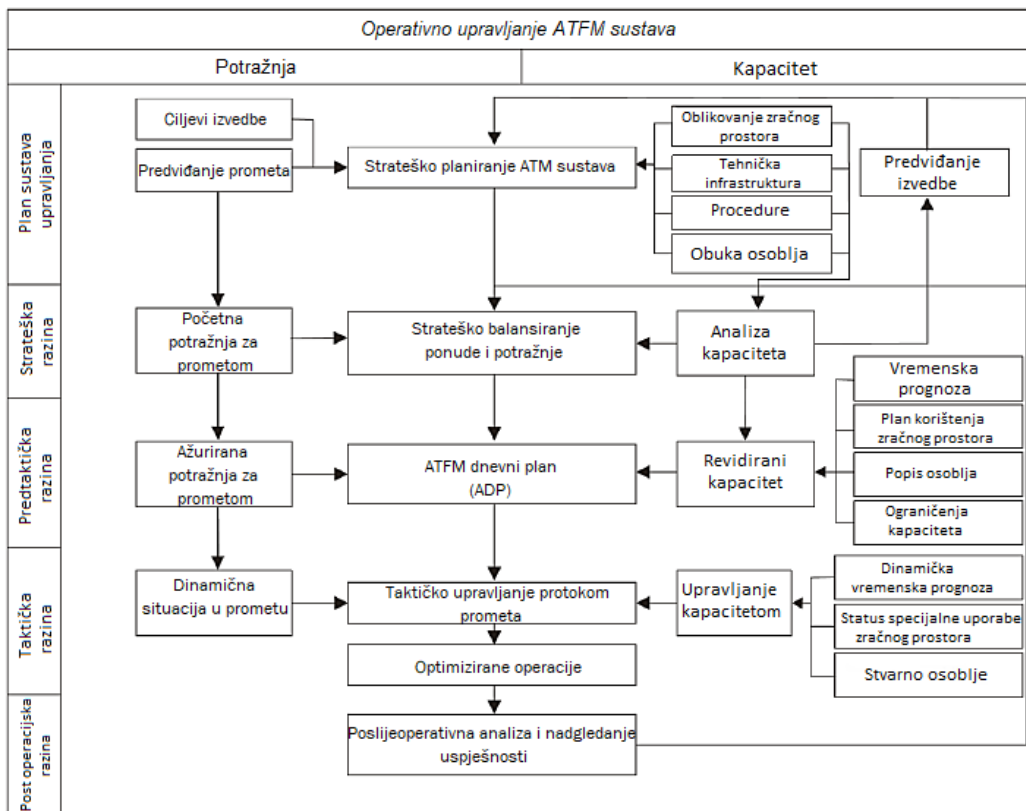
<sup>19</sup> TRACON – Terminal Radar Approach Control.

<sup>20</sup> ARTCC – Air Route Traffic Control Center.

<sup>21</sup> NMOC – Network Manager Operations Center.

<sup>22</sup> DCB – Demand Capacity Balancing.

<sup>23</sup> CDM – Collaborative Decision Making.



**Slika 3.** Proces upravljanja protokom u zračnoj plovidbi [1]

Proces sadrži niz jednako važnih faza:

- planiranje upravljanja zračnim prometom
- izvršenje upravljanja protokom zračnog prometa
  - strateško upravljanje protokom
  - predtaksičko upravljanje protokom
  - taksičko upravljanje protokom

- precizno podešavanje prometnih tokova od strane kontrole zračnog prometa (na Slici 3. prikazano kao optimirane operacije)
  - inicijative za upravljanje prometom koje imaju utjecaj na promet prije polijetanja
  - inicijative za upravljanje prometom koje djeluju na promet dok je zrakoplov u zraku
- analiza poslije operacije letenja. [1]

## 4. MJERENJE UČINKOVITOSTI U ATM-u

Određeni vanjski čimbenici utječu na primarne ključne pokazatelje učinkovitosti (KPI<sup>24</sup>) te su usredotočeni na promjenu razine prometa, kapaciteta na zračnim lukama i vremenskih uvjeta u SAD-u i Europi, uzimajući u obzir da američki sustav posjeduje jednog poslužitelja što također uvelike može utjecati na pokazatelje učinkovitosti.

### 4.1. Karakteristike upravljanja prometom u SAD-u i Europi

Kako bi se osigurala vjerodostojna komparacija između američkog i europskog ATM sustava, bitno je prikazati pozadinske informacije ključnih značajki.

Tablica 1. Kratak prikaz ključnih karakteristika ATM sustava u SAD-u/Europi [1]

Kalendarska godina 2015.	Europa	SAD	SAD/Europa
Geografsko područje (milijun km <sup>2</sup> )	11,5	10,4	~-10 %
Broj civilnih pružatelja usluge u zračnoj plovidbi	37	1	
Broj kontrolora zračnog prometa (u OPS <sup>25</sup> -u)	17 370	13 138	~-24 %
Broj kontrolora u razvoju (OJT <sup>26</sup> )	960	1 959	~+104 %
Ukupan br. kontrolora u OPS-u s OJT-ovima	18 330	15 097	~-18 %
Broj ukupnog osoblja	56 300	31 501	~-44 %
Kontrolirani letovi (milijun)	9,8	15,3	~+57 %
Broj sati kontroliranih letova (milijun)	14,8	23,1	~+56 %
Relativna gustoća (broj sati leta po km <sup>2</sup> )	1,3	2.2	~x1.7
Udio letova od i do 34 zračne luke	64 %	62 %	
Udio generalne avijacije	3,7 %	22 %	
Broj jedinica	62	23	-39
Broj samostalnih jedinica za radarsku kontrolu prilaza	16	27	+11
Broj jedinica za prilaznu kontrolu sa tornjem	262	134	-128
Broj zračnih luka s KZP-om	415	517	+102
Od kojih je kontrolirano slotovima	>100	4	
Broj centara za upravljanje protokom (Europa)/jedinica za upravljanje prometom (SAD)	51	~65	~+14

<sup>24</sup> KPI – Key Performance Indicators.

<sup>25</sup> OPS – Operational Services.

<sup>26</sup> OJT – On the Job Training.

Iako je geografska površina zračnog prostora približno jednaka za Europu i SAD kao što je prikazano u Tablici 1., SAD kontrolira čak 57 % više letova u skladu s IFR-om, s manje kontrolora i terminalnih postrojbi.

S obzirom na to da je sustav upravljanja u Europi složeniji nego u SAD-u, razmjerno operira s više jedinica, što uključuje 37 pružatelja usluga u zračnoj plovidbi te 62 centra oblasne kontrole zračnog prometa (ACC<sup>27</sup>) i 16 prilaznih kontrola (APP<sup>28</sup>), što ukupno čini 78 jedinica, dok SAD ima tek 48 jedinica, od kojih je 20 ARTCC-ova i 27 samostalnih TRACON-ova koji pružaju usluge mnogobrojnim zračnim lukama zajedno s jednim ANSP-om. Pored toga, SAD ima 134 prilazne kontrole u kombinaciji s tornjem dok Europa ima 262 takvih jedinica APP-a.

Bez obzira na velik broj zračnih luka u Europi i SAD-u, relativno mali broj njih čini glavni dio prometa, tj. 34 glavne zračne luke opslužuju tek 64 % letova u Europi i SAD-u. Jako bitna razlika prikazana u ovoj tablici je veći broj zračnih luka u Europi čiji je raspored operacija ograničen slotovima za razliku od SAD-a, gdje to nije čest slučaj. [1]

#### **4.1.1. Rast i razvoj zračnog prometa**

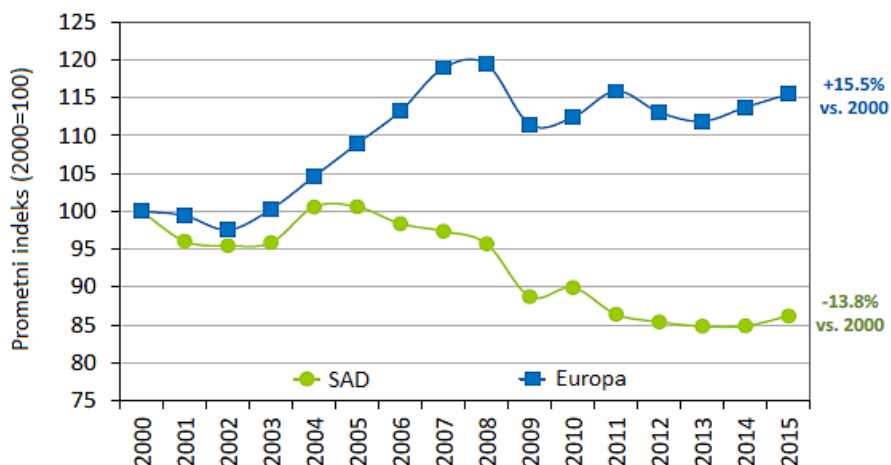
U 2004. godini zabilježena je velika razlika u razvoju zračnog prometa s obzirom na to da je promet u Europi doživio značajan porast te sličan slučaj nije zabilježen u SAD-u. Razvoj prometa u razdoblju od 2000. do 2015. godine predložen je Slikom 4., kada je u Europi zabilježen porast od 15,5 %, dok se promet u SAD-u smanjio za čak 13,8 % u istom vremenskom razdoblju.

Učinak ekonomske krize koji počinje 2008. godine jasno je vidljiv na obje strane Atlantika. Međutim, srednje vrijednosti prikrivaju rast i pad u određenim područjima te je tako prikriiven značajan pad 2014. godine u ukrajinskom zračnom prostoru nakon gubitka MH17, koji je SAD-u pridonio određeni rast s obzirom na promijenjene prometne tokove. U usporedbi s 2010. godinom, razina prometa na američkom prostoru ostala je relativno konstantna, osim središta Floride koje je imalo nešto veći porast.

---

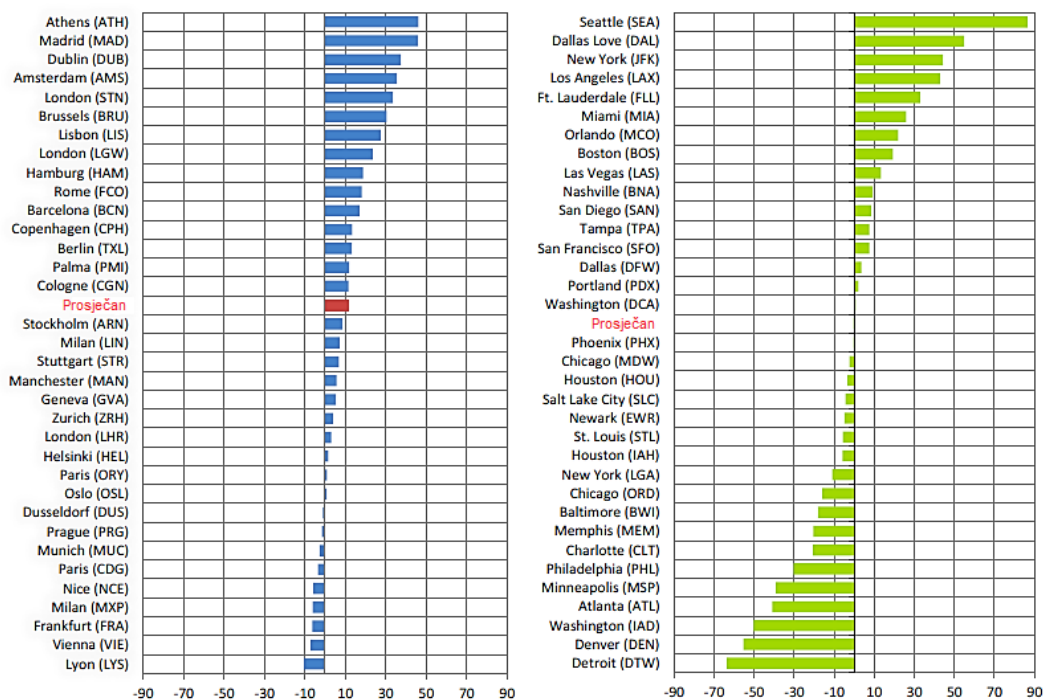
<sup>27</sup> ACC – Area Control Centre.

<sup>28</sup> APP – Approach Control.



Slika 4. Razvoj IFR prometa u SAD-u i Europi [1]

Veličina prometa na glavnim zračnim lukama, tj. razlika u broju letova u 2015. i 2013. godini prikazana je na Slici 5. Iz slike je vidljivo da na europskim zračnim lukama prevladava porast prometa sa sveukupnim prosječnim porastom od približno 11 %, izuzevši zračne luke Lyon (LYS), Beč (VIE) i Frankfurt (FRA), koje mjere najveći pad prometa s obzirom na prosjek.

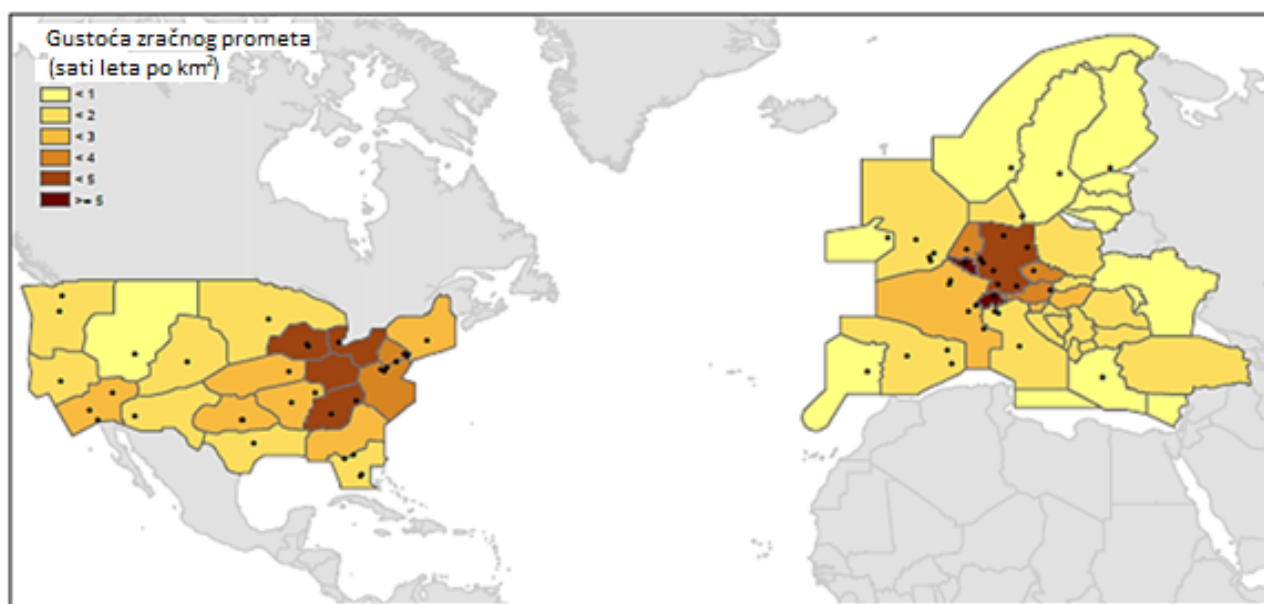


Slika 5. Razlika u broju IFR letova 2015. i 2013. godine u Europi i SAD-u [1]

Na američkim zračnim lukama dolazi do izjednačavanja pada i rasta te postizanja porasta sveukupnog prometa za samo 1,6 %. Iako određene zračne luke u SAD-u mjere veći rast nego zračne luke u Europi, kao što su Seattle (SEA) s razlikom od čak +87, Dallas Love (DAL) s +55 i New York (JFK) s +44, druge zračne luke poput Detroita (DTW) s -64, Denvera (DEN) s -55 i Washingtona (IAD) s -50 mjere značajan pad te time izjednačavaju sveukupnu razliku između broja letova u 2015. godini i 2013. godini. [1]

#### 4.1.2. Gustoća zračnog prometa

Gustoća prometa u zračnom prostoru, prikazana na Slici 6., izmjerena je kao godišnji broj sati leta po metru kvadratnom za sve visine zračnog prostora. Najsloženiji i najgušći prostor u Europi je središnji dio kontinenta koji čine države Beneluksa te sjeveroistočni dio Francuske, Njemačka i Švicarska.



**Slika 6.** Gustoća zračnog prometa u Europi i SAD-u [1]

Kao što je slučaj u Europi, u SAD-u centri Clevelanda, Chicaga i Atlante imaju gustoću prometa dvostruko veću od prosječne gustoće CONUS-a<sup>29</sup>, iako bi centar New Yorka bio središte s najvećom gustoćom kada bi se isključio oceanski zračni prostor. [1]

#### 4.1.3. Prosječna duljina leta

Pregled razlika između Europe i SAD-a po prosječnoj duljini leta prikazan je u Tablici 2., koja se sastoji od dva dijela gdje prvi dio prikazuje analizu za sve letove, a drugi dio koncentrira se na promet od i do 34 glavne zračne luke.

Najveći dio ukupnog IFR prometa čini promet unutar odgovarajuće regije, te u SAD-u taj dio iznosi 83,9 %, a u Europi 78,4 %. Uzimajući u obzir samo domaće letove, prosječna duljina leta u SAD-u iznosi 625 NM u usporedbi s 581 NM u Europi što je rezultat velikog udjela transkontinentalnog prometa na američkom području.

Tablica 2. Veličina IFR prometa i prosječna duljina letova [1]

Ukupan IFR promet	EUROPA			SAD (CONUS)		
	UKUPNO (milijun)	ukupno u %	prosječna duljina (NM)	UKUPNO	ukupno u %	prosječna duljina (NM)
Unutar regije	7,8 M	78,4 %	506 NM	12,8 M	83,9 %	524 NM
Do/od regije	1,9 M	19,5 %	801 NM	2,1 M	14,0 %	530 NM
Preletni letovi	0,2 M	2,2 %	809 NM	0,3 M	2,1 %	489 NM
Ukupno	9,9 M	100 %	575 NM	15,3 M	100,0 %	524 NM

Promet do i od 34 glavne zračne luke	EUROPA			SAD (CONUS)		
	UKUPNO (milijun)	ukupno u %	prosječna duljina (NM)	UKUPNO	ukupno u %	prosječna duljina (NM)
Unutar regije	5,1 M	80,5 %	504 NM	8,2 M	82,9 %	639 NM
Do/od regije	1,2 M	19,5 %	878 NM	1,7 M	17,1 %	558 NM
Ukupno	6,3 M	100 %	581 NM	9,9 M	100,0 %	625 NM

<sup>29</sup> CONUS – Continental US.

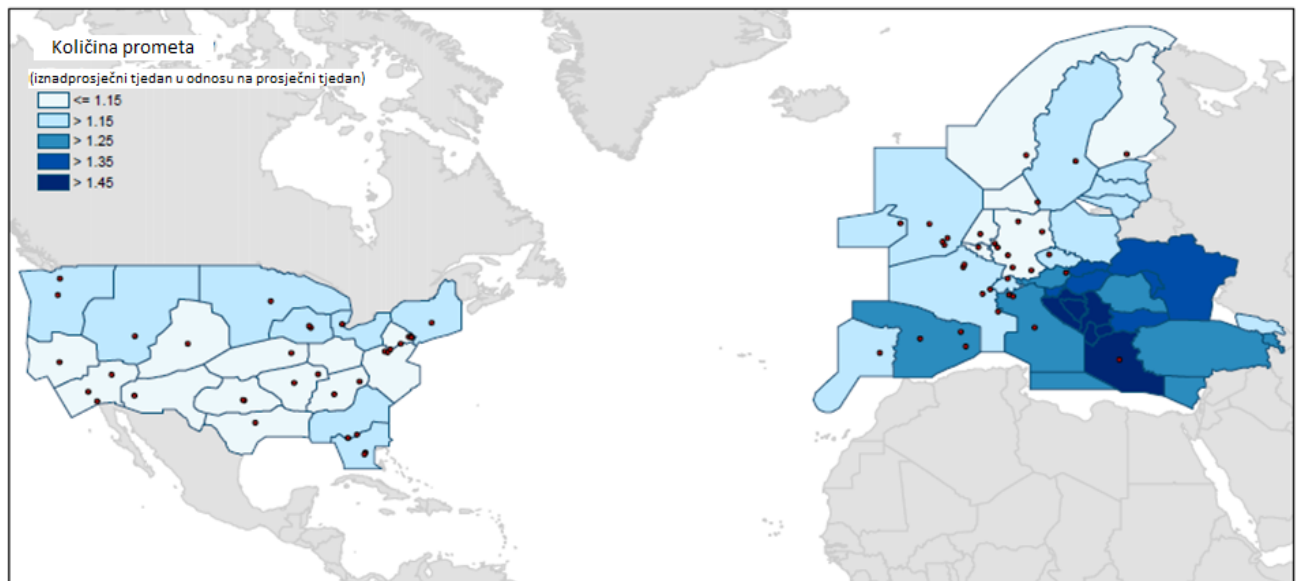


Promet izvan regije u SAD-u ima obalnu zračnu luku kao odredišnu ili prelazi određenu udaljenost kroz Kanadu prije ulaska u američki zračni prostor, dok je za Europu takva vrsta prometa usmjerena ka svjetskim destinacijama iz gotovo svih glavnih zračnih luka. Primjer toga je let iz Londona do Bliskog istoka koji podrazumijeva prelaženje preko cijelog europskog zračnog prostora te zbog toga Europa ima veću prosječnu duljinu leta nego SAD. [1]

#### 4.1.4. Učinkovitost upravljanja za vrijeme sezone

Pored razvoja i gustoće zračnog prometa te duljine letova, na upravljanje prometom velik utjecaj ima i vremensko razdoblje unutar sezone ili izvan sezone kada raspoloživi resursi nisu dovoljno iskorišteni.

Iako su tjedne oscilacije slične i u Europi i SAD-u kao što je prikazano na Slici 7., znatna razlika postoji kad je u pitanju sezonski profit koji se u Europi pokazao većim od prosjeka za čak 15 % zbog velike potražnje u ljetnim mjesecima. Premda Europa ima veliku realizaciju tijekom ljetne sezone, činjenica je da je i u SAD-u veće ostvarenje pokazao promet ljeti te čak nadmašio relativno visok promet zimi u južnim centrima. [1]



**Slika 7.** Razlika u količini prometa za vrijeme sezone i van sezone u SAD-u i Europi [1]

#### 4.1.5. Razlike u promatranim mjerenjima

Glavna razlika u rezultatima između Europe i SAD-a je strukturalna razlika u prosječnim mjerenjima koja sveukupno rezultira 30 % većim prometom na glavnim zračnim lukama u SAD-u u usporedbi s onima u Europi. Međutim, značajna razlika u promatranim mjerenjima između ove dvije regije vezana je i za različit način poslovanja zrakoplovnih tvrtki, tržišne konkurencije te odgovor ponude na potražnju. [3]

Jedna od znatnih razlika između Sjedinjenih Američkih Država i Europe je udio generalne avijacije koji je u 2015. godini iznosio 22 %, te 3,7 % ukupnog prometa uzimajući u obzir da Amerika koristi velik broj manjih zrakoplova za IFR letove. Glavni uzorak za usporedbu su detalji o veličini IFR letova koji dolaze i odlaze s 34 glavne američke i europske zračne luke, iz razloga što promet na tim zračnim lukama predstavlja 64 % svih IFR letova u Europi i Americi, te se na taj način anulira velik broj manjih klipnih i turboprop-aviona.

U Europi je prosječan broj sjedala po letu za 28 % veći nego u Americi, te je kontinuirano rastao između 2005. i 2015. godine, dok se u Americi smanjio u razdoblju od 2008. i 2010. godine. Značajna razlika je vezana i za različite načine poslovanja zrakoplovnih tvrtki s obzirom na to da niskotarifni prijevoznici u Europi koriste jedan raspored sjedala visoke gustoće, američki prijevoznici ipak preferiraju standardnu dvostupanjsku konfiguraciju.

Međutim, u Americi je u 2013. godini došlo do povećanja kao rezultat korištenja većih zrakoplova, ali uz manju učestalost. Pored toga, budući da je jako mali broj zračnih luka u Americi ograničeno slotovima, to je zračnim prijevoznicima omogućilo učestalije operacije sa manjim zrakoplovima kako bi se privukao veći broj poslovnih putnika. [1]

## 4.2. Plan mjerenja učinkovitosti u europskom ATM sustavu

S ciljem ostvarenja obvezujućih ciljeva u ključnim područjima sigurnosti, okoliša, kapaciteta i ekonomičnosti, koristi se „Performance Scheme“, tj. shema izvedbe kojom se održava ostvarenje postojećih ciljeva i postavljanje novih u idućem referentnom razdoblju. Shema izvedbe dio je programa „Jedinstvenog europskog neba“, a detaljniji opis ciljeva, razvoja i unaprjeđenja ovog projekta prikazan je u poglavlju 6.

Ključnu ulogu u praćenju sheme izvedbe imaju Nacionalna nadzorna tijela (NSA<sup>30</sup>) uključujući Europsku komisiju koja koordinira s Europskom agencijom za sigurnost zračnog prometa (EASA<sup>31</sup>). NSA-ovi su odgovorni za izradu planova izvedbe, nadzor izvedbe i motrenje ispunjenja ciljeva izvedbe.

Implementacija i rad programa izvedbe realizira se kroz referentna razdoblja počevši od prvog koje obuhvaća razdoblje od 2012. do 2014. godine (RP1<sup>32</sup>), drugo razdoblje od 2015. do 2019. godine (RP2) te sljedeća razdoblja koja obuhvaćaju vremenski period od 5 godina. Do kraja svakog razdoblja, Komisija preispituje način izvedbe, analizira njezin učinak, efikasnost i opseg djelovanja. [4]

Ciljevi prvog referentnog razdoblja uključivali su smanjenje proširenja rute za 0,75 % do kraja 2014. godine u svrhu smanjenja kontaminacije okoliša, povećanja kapaciteta smanjenjem kašnjenja na 0,5 minuta po letu u cijeloj 2014. godini i određivanja jedinične cijene na 53,92 eura do 2014. godine radi ekonomske isplativosti.

Za razliku od ciljeva prvog referentnog razdoblja, ciljevi drugog razdoblja su nešto drugačiji uz namjeru ostvarenja godišnjeg prosjeka kašnjenja od 0,3 do 0,6 minuta, efikasnosti prosječnog leta od 4,1 %, te visokog nivoa sigurnosti i smanjenja jediničnih troškova. [5]

Ključni pokazatelji učinkovitosti trebaju biti specifični i mjerljivi te ih nije moguće mijenjati za vrijeme referentnog razdoblja. Zemljama Europe dozvoljeno je uspostaviti i dodatne pokazatelje učinkovitosti za vlastiti nadzor izvedbe.

---

<sup>30</sup> NSA – Nacional Supervisory Authorities.

<sup>31</sup> EASA – European Aviation Safety Agency.

<sup>32</sup> RP – Reference Period.

U svrhu pripreme planova izvedbe, pružatelji usluga dužni su podnijeti svoje poslovne planove nacionalnim nadzornim tijelima koja analiziraju cilj i način izvedbe tih planova. Navedeni planovi trebaju uključivati prognozu prometa, utvrđene troškove za svaku godinu referentnog razdoblja, opis ulaganja, ciljeve izvedbe, razmatranje međuovisnosti ključnih područja djelovanja, opis primijenjenih mehanizama, mjere poduzete za praćenje izvedbe i opis postignutih ishoda. Države članice na prijedlog nadzornih tijela usvajaju planove koji sadrže ciljeve izvedbe i dostavljaju ih Komisiji najkasnije 6 mjeseci prije početka referentnog razdoblja.

#### **4.2.1. Nadležno tijelo za procjenu učinkovitosti**

Za potrebe mjerenja učinkovitosti u ATM sustavu, Komisija imenuje Nadležno tijelo za procjenu učinkovitosti (PRB<sup>33</sup>). Zadaća PRB-a uključuje sljedeće:

- prikupljanje, ispitivanje i potvrđivanje podataka vezanih za izvedbu
- definiranje ključnih područja izvedbe plana
- definiranje ključnih pokazatelja učinkovitosti
- postavljanje ciljeva na razini Unije
- procjenu dosljednosti usvojenih planova
- procjenu korektivnih mjera koje poduzimaju države članice
- praćenje ukupne uspješnosti europske ATM mreže
- procjenu postignutih ciljeva na kraju svakog referentnog razdoblja
- održavanje i podršku u koordinaciji termina savjetovanja dionika o planovima.

Na zahtjev Komisije, Nadležno tijelo za procjenu učinkovitosti dužno je dostaviti izvještaj o pitanjima vezanim za izvedbu te je pored toga u mogućnosti predlagati moguća rješenja za poboljšanje same sheme izvedbe.

---

<sup>33</sup> PRB – Performance Review Body.

#### **4.2.2. Kontrola ostvarenog učinka**

Provedbu i učinkovitost nadziru Nacionalna nadzorna tijela i Europska komisija uz primjenu odgovarajućih mjera ako ciljevi nisu zadovoljeni tijekom referentnog razdoblja. U slučaju značajnog pada učinkovitosti, Komisija je u mogućnosti od dotičnih država zatražiti definiranje, primjenu i sukladnost mjera koje postavlja Komisija, kako bi se postigli dogovoreni ciljevi unutar njihovih planova. Pravilo je da se do 1. lipnja svake godine Komisija informira o kontroli planova i ostvarenom učinku.

#### **4.2.3. Prikupljanje i provjera valjanosti podataka**

Nakon što nacionalna vlast, pružatelji usluga, operatori i koordinatori zračnih luka te ostali dionici Komisiji dostave podatke, ona je dužna provjeriti jesu li u skladu s Aneksom V<sup>34</sup>. Slijedom provjere valjanosti podataka određene informacije moraju biti dostupne javnosti kao što su opće informacije, podaci vezani za performanse, godišnja izvješća ukupne učinkovitosti, ciljevi postavljeni na razini Europe te drugi opći podaci za zainteresirane stranke. [4]

---

<sup>34</sup> Aneks V- Mjerne jedinice za zračne i zemaljske operacije (*Units of Measurement to be Used in Air and Ground Operations*)

## **5. USPOREDNA ANALIZA PERFORMANSI OPERATIVNIH USLUGA U EU I SAD-u**

Komparacija performansi operativnih usluga u američkom i europskom ATM sustavu se obavlja putem ključnih pokazatelja učinkovitosti (KPI) izračunanih na osnovi podataka dostupnih pružateljima usluga. Specifični pokazatelji uključuju ATM izvještaje o kašnjenju, plan leta dodatnih udaljenosti te dodatno vrijeme u različitim fazama leta uključujući polazak, krstarenje, spuštanje, dolazak te taksiranje.

Procjena kvalitete operativnih aktivnosti ATM-a koncentrirana je na ključna područja učinkovitosti stvarnih operacija po fazama leta što bi doprinijelo boljem shvaćanju funkcije i odgovornosti ATM-a te kako bi se lakše prikazale razlike u tehnikama upravljanja između Europe i SAD-a. Tijekom proteklih godina FAA-ATO<sup>35</sup> i EUROCONTROL imali su sličan pristup pri mjerenju učinkovitosti te su razvili slične skupove operativnih ključnih područja i pokazatelja, a njihova usporedba najbolje prikazuje sličnosti i razlike u načinu upravljanja američkim i europskim ATM sustavom. [1]

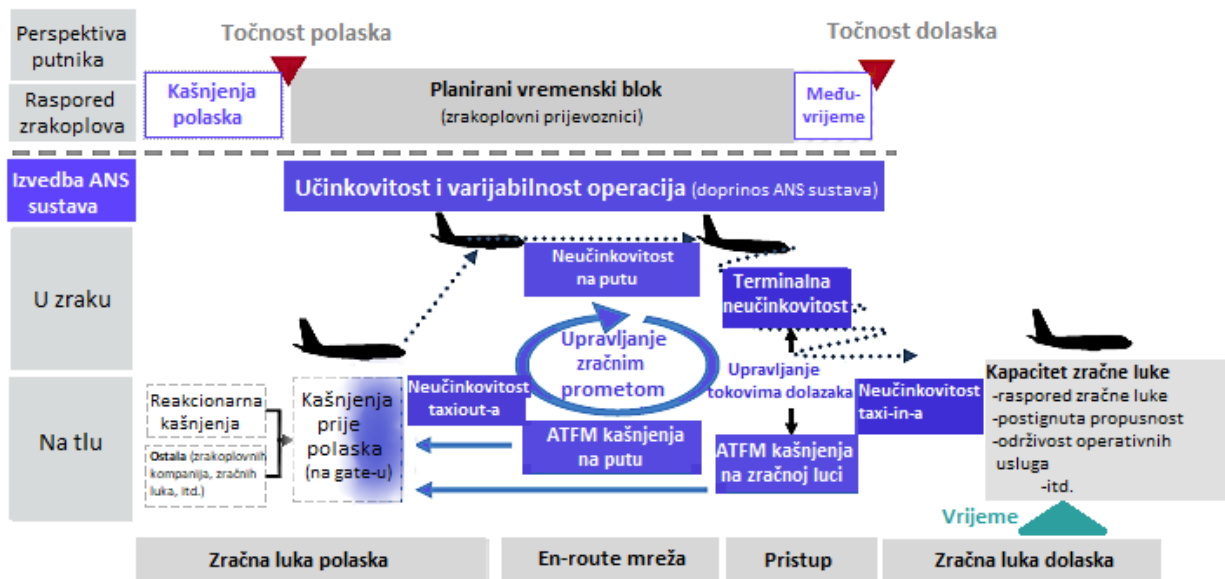
### **5.1. Pristup usporedbi kvalitete usluge ATM sustava**

Evaluacija kvalitete usluga ATM sustava usredotočena je na učinkovitost stvarnih operacija po fazama leta. Termin „učinkovitost” predstavlja razliku između stvarnog vremena/udaljenosti i neometanog referentnog vremena/udaljenosti, što znači da se „neučinkovitost“ može izraziti vremenskim periodom i količinom goriva. Zbog sigurnosnih ograničenja vezanih za kapacitet i troškove, referentne vrijednosti nisu nužno ostvarive na razini sustava te se iz tog razloga neučinkovitosti ATM sustava ne mogu svesti na nulu.

Za samu analizu kvalitete usluge ATM sustava bitno je prikazati aktivnosti po fazama leta koje su prikazane na Slici 8. koja predstavlja konceptualni plan svih faza uključenih u analizu. Elementi koji su detaljnije obrađeni kroz poglavlje označeni su plavom bojom.

---

<sup>35</sup> FAA-ATO – Federal Aviation Administration – Air Traffic Organization.



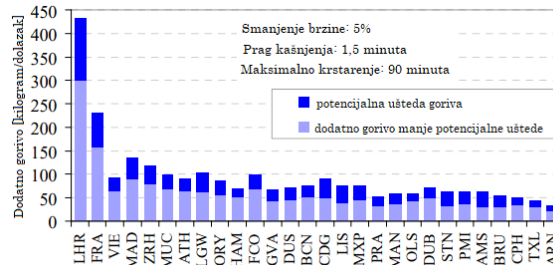
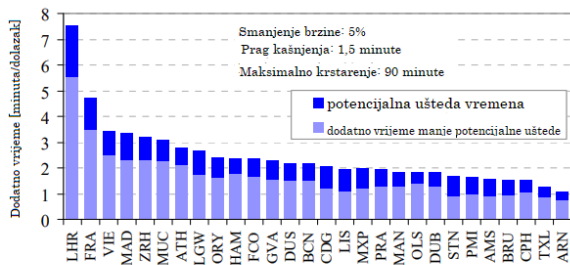
**Slika 8.** Konceptualni plan faza leta za mjerenje učinkovitosti ATM-a [1]

Iako ATM nosi najveći dio odgovornosti u pružanju kvalitetne usluge, ne znači da je uvijek glavni uzrok disbalansa između kapaciteta i potražnje, što može biti uzrokovano i ostalim dionicima, vremenom i ograničenjima okoline.

Glavni cilj je smanjenje sveukupnih direktnih i strateških troškova prilikom upravljanja odlaznim i dolaznim tokovima, istodobno povećavajući iskoristivost raspoloživih kapaciteta na rutama i zračnim lukama što je moguće postići održavanjem ravnoteže između primjene operacija na zemlji, na terminalu i kontrolom brzine. [1]

Poznato je da se povećanjem kapaciteta smanjuju zagušenja, uz pretpostavku da nema promjene u potražnji, a redukcijom nužnih kašnjenja smanjuje se količina potrebnoga goriva. Pored toga, najdjelotvorniji postupak apsorpcije viška vremena je kontrola brzine prilikom faze krstarenja.

Prilikom usporedbe zračnih luka u Europi i SAD-u, na slikama 9. a) i 9. b) te 10. a) i 10. b) prikazane su procjene potencijalne uštede vremena i goriva na glavnim zračnim lukama uz kontrolu brzine u fazi krstarenja u 2009. godini.

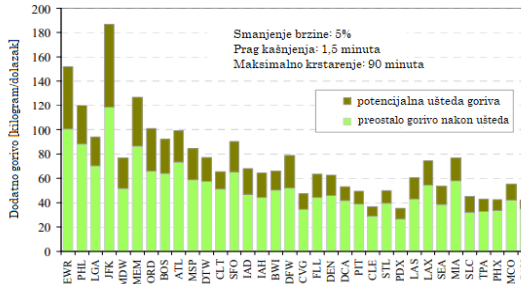
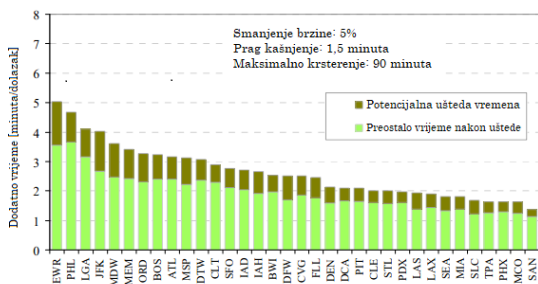


a)

b)

**Slika 9.** Potencijalna ušteda: a) vremena i b) goriva na glavnim zračnim lukama u Europi [6]

Na slikama 9. a) i 9. b) jasno je vidljivo da je Zračna luka London Heathrow (LHR) imala daleko najveći potencijal u Europi u smislu potencijalne uštede vremena i goriva, a nakon nje je slijedila Zračna luka Frankfurt (FRA).



a)

b)

**Slika 10.** Potencijalna ušteda: a) vremena i b) goriva na glavnim zračnim lukama u SAD-u [6]

Slike 10. a) i 10. b) prikazuju potencijalnu apsorpciju viška vremena kao i povezanu uštedu goriva te su zračne luke regije New Yorka (PHL, LGA, JFK i EWR) očekivano imale potencijal za najveće uštede u 2009. godini. Međutim, za razliku od zračnih luka u Europi, u ovom su području postojali najveći naponi prilikom provedbe metode kontrole brzine u svrhu uštede vremena.



Ovi rezultati pokazali su da su međunarodne zračne luke koje opslužuju zrakoplove s dugim letovima imale najveći potencijal uštede, iako je bila moguća i veća potencijalna ušteda s obzirom na to da su ovi proračuni temeljeni na prosječnoj potrošnji vremena i goriva. [6]

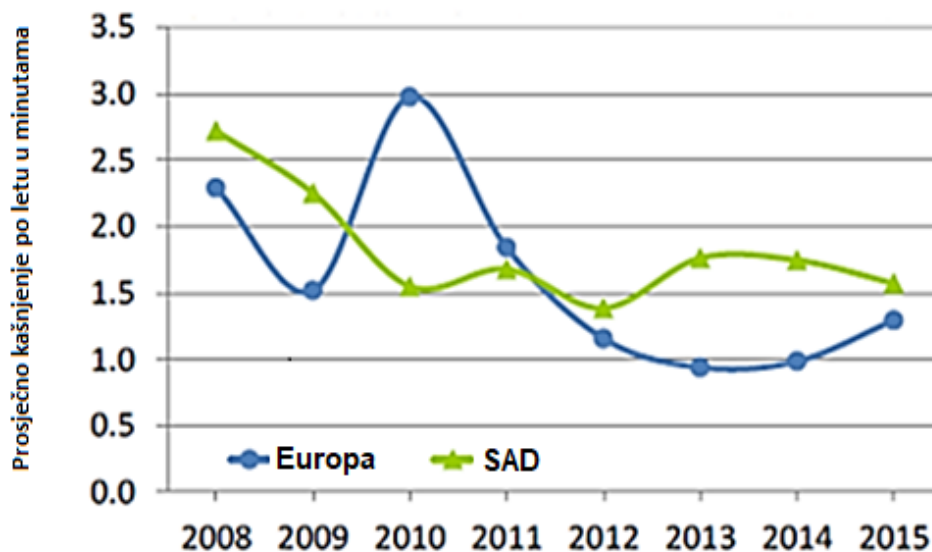
## **5.2. Učinkovitost ATM sustava po fazama leta**

Učinkovitost sustava općenito referira potrebnu količinu goriva ili smanjenu veličinu kašnjenja leta koje se mjeri razlikom između stvarnog i optimalnog vremena putovanja u različitim fazama leta.

### **5.2.1. Ograničenja ATM-a u fazi odlaska**

Izvještavanje o kašnjenju leta obavlja se putem ANSP-a kako bi se postigla potrebna razina sigurnosti te efikasna ravnoteža između potražnje i kapaciteta. Međutim, šifre određenih razloga kašnjenja/odgode razvijene su u pet općih kategorija koje obuhvaćaju različite uzročne faktore i različite su za Europu i SAD (šifre u europskom sustavu su slova, a u američkom riječi), te zbog toga oba sustava imaju mogućnost istovremene prijave kašnjenja leta kao razlog terminalnih ograničenja ili ograničenja na samoj ruti.

Kašnjenje leta računa se prema procijenjenom vremenu polijetanja na osnovi posljednjeg dostavljenog plana leta te su u komparaciju uključeni samo letovi s kašnjenjem jednakim ili većim od 15 minuta. Slika 11. prikazuje prosječno kašnjenje po letu u razdoblju od 2008. do 2015. godine.



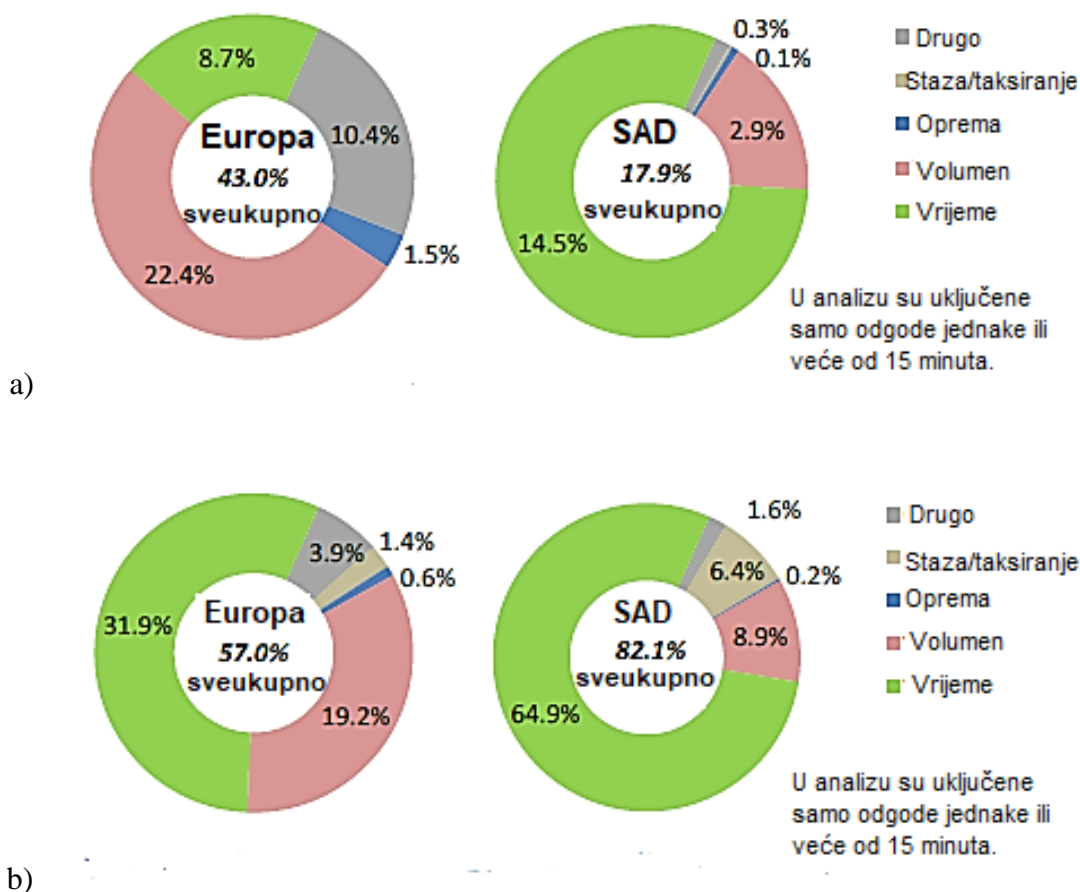
Slika 11. Prosječno kašnjenje po letu od 2008. do 2015. godine [1]

Prosječna veličina kašnjenja smanjila se do 2013. godine nakon povijesno loših rezultata zbog vremenskih neprilika i štrajkova u 2010. godini. Nakon smanjenja broja kašnjenja, uslijedilo je povećanje od 2013. do 2015. za čak 43,4 % što je uzrokovano neučinkovitim korištenjem kapaciteta i vremenskim neprilikama, dok je veličina prometa uvećana samo za 4,1 %.

Međutim, isto nije slučaj i za američki sustav. Iako je također prikazano smanjenje od 2008. godine, u razdoblju od 2013. do 2015. veličina kašnjenja nastavlja padati za 12,7 % zahvaljujući vremenskim pogodnostima.

S obzirom na razlog kašnjenja leta, bez obzira na to jesu li u pitanju terminalna ograničenja ili ograničenja na ruti leta, postoji značajna razlika u količini kašnjenja između Europe i SAD-a prikazana na Slici 12. Veličina kašnjenja u Europi, uzimajući u obzir ograničenja na ruti, ima udio od 43 % od ukupne veličine kašnjenja te su uglavnom posljedica ograničenih kapaciteta i osoblja, dok je u SAD-u tek 17,9 % kašnjenja uzrokovano ograničenjima na ruti.

Međutim, kašnjenja uzrokovana ograničenjima na zračnoj luci u Europi iznose 57 %, a u SAD-u čak 82,1 %, te su vremenske neprilike bile glavni razlog kašnjenja u oba sustava.



**Slika 12.** Veličina ATFM kašnjenja uzrokovana: a) ograničenjima na ruti i b) ograničenjima na zračnoj luci [1]

Dok je veličina kašnjenja ravnomjernije raspoređena na europskim zračnim lukama Amsterdama (AMS), Londona (LHR) i Züricha (ZRH), u SAD-u je 70 % ukupnih minuta kašnjenja koncentrirano na šest zračnih luka: New York (LGA), Chicago (ORD), Newark (EWR), San Francisco (SFO), New York (JFK) i Philadelphia (PHL), s tim da je veličina kašnjenja na zračnoj luci New York – La Guardia čak četiri puta veća nego na londonskom Heathrowu.

Razlika u načinu upravljanja ATFM-om između SAD-a i Europe jasno je vidljiva. Zbog nedostatka sekvencioniranja ruta u Europi, prevelik broj zrakoplova se šalje sa jedne zračne luke kako bi se smanjila veličina kašnjenja, što povećava mogućnost zadržavanja prevelikog broja zrakoplova u zraku prilikom prilaza drugoj zračnoj luci zbog ograničenih kapaciteta te luke.

S druge strane, odobravanjem prekomjerne veličine kašnjenja javlja se rizik od nedovoljne iskoristivosti kapaciteta zračne luke te se povećava ukupna veličina kašnjenja.

Prilikom sortiranja zračnih luka po broju minuta kašnjenja, zračne luke sa većim brojem letova su prikazane sa manjom prosječnom veličinom kašnjenja. Zbog toga su potrebne dodatne analize kako bi se uvidjela povezanost između kašnjenja letova i smanjenje potražnje, pomoću slotova. [1]

### **5.2.2. Učinkovitost ATM-a u fazi taksiranja prije polaska**

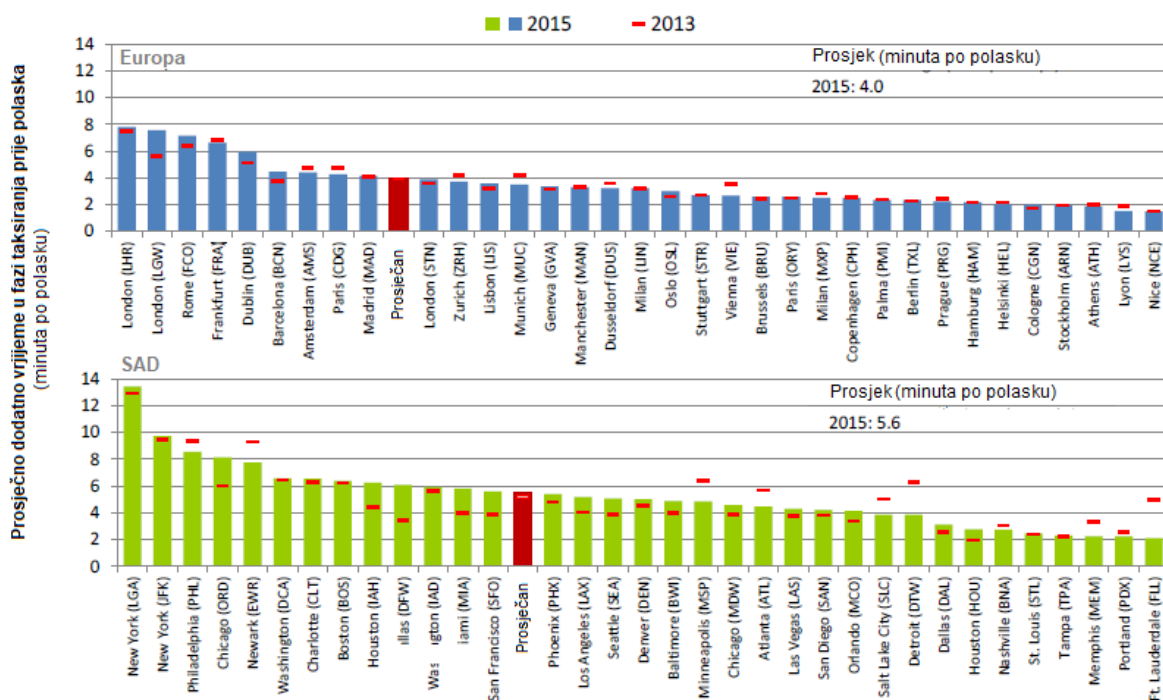
Prilikom operacija odlaska zrakoplovi uzrokuju određeni postotak kašnjenja na tlu između zakazanog odlaska s pozicije i polijetanja. Analizom je utvrđeno da je vrijeme provedeno u čekanju za uzlijetanje bio glavni razlog kašnjenja. Zbog neizvjesnosti povezanih s vremenom polaska, kašnjenja je teško predvidjeti i izračunati što onemogućava učinkovito upravljanje sustavom kontrole zračnog prometa, zbog čega je od važnosti poboljšana točnost vremena taksiranja. [7]

Analiza učinkovitosti, tj. neučinkovitosti u fazi taksiranja odnosi se na vremenski period od trenutka kada zrakoplov napusti stajanku i trenutka polijetanja te se dodatno potrebno vrijeme mjeri kao dodatno vrijeme izvan neometanog. Na učinkovitost sustava u fazi taksiranja utječu brojni čimbenici kao što su udaljenost stajanke i uzletno-slete staze, ograničenja protoka, tip zrakoplova i mnogi drugi od kojih se duljina čekanja za uzlijetanje smatra najrelevantnijom.

Unutar američkog sustava, dodatno vrijeme uključuje i kašnjenja na odlaznim rutama, a u europskom sustavu može uključivati i dio kašnjenja koji se ne uključuje na polaznoj postaji. Glavni cilj je što duže držati zrakoplove na parkirnoj poziciji kako bi se minimaliziralo dodatno vrijeme i potrošnja goriva te povećala propusnost na uzletno-sletnoj stazi.

U prosjeku, dodatno vrijeme unutar američkog sustava je bilo veće nego u europskom sustavu u 2007. godini, sa maksimalnom razlikom od približno dvije minute po odlasku. S obzirom na to da se učinkovitost sustava SAD-a konstantno poboljšavala u razdoblju od 2008. do 2012., a u Europi postepeno pogoršavala za isti vremenski period, na taj se način smanjila postojeća razlika između ove dvije regije.

Međutim, u 2015. godini došlo je do primjetnog pogoršanja učinkovitosti i američkog i europskog sustava. Kao jedan od razloga navodi se povećanje dodatnog vremena prilikom taksiranja zbog pogoršanih vremenskih uvjeta za određene dijelove zemlje što je posebno slučaj u Europi za vrijeme zimskih mjeseci, dok je u SAD-u pogoršanje uzrokovano zagušenjem češći slučaj u ljetnim mjesecima.



**Slika 13.** Prosječno dodatno vrijeme (u minutama) u fazi taksiranja u 2015. godini u Europi i SAD-u [1]

Na Slici 13. je prikazana razlika, tj. povećanje ili smanjenje dodatnog vremena pri taksiranju između 2013. i 2015. godine za 34 glavne zračne luke u Europi i SAD-u. Najveće povećanje dodatnog vremena u Europi pokazalo se na dvije londonske zračne luke (LHR i LGW) i na zračnoj luci u Rimu (FCO), tj. za Zračnu luku London Gatwick izračunano je prosječno povećanje od gotovo dvije minute u vremenskom razdoblju od dvije godine.

U američkom sustavu, najveće prosječno dodatno vrijeme imale su zračne luke u New Yorku, Philadelphia (PHL) i Chicago (ORD), dok je Atlanta (ATL) pridonijela poboljšanju na razini cijelog sustava. Najznačajnije poboljšanje performansi evidentirano je na Zračnoj luci Fort Lauderdale (FLL) što se pripisuje povećanju kapaciteta nakon proširenja uzletno-sletne staze.

Zaključno, dodatno vrijeme u fazi taksiranja veće je na američkim zračnim lukama uz dodatna pogoršanja od 2012. godine, dok je učinkovitost na europskim zračnim lukama ostala stabilna. [1]

### **5.2.3. Učinkovitost u fazi krstarenja**

Učinkovitost sustava koja se mjeri u samoj fazi krstarenja odnosi se na razliku između stvarno prijeđene putanje i putanje navedene u planu leta u idealnim uvjetima. Međutim, idealni uvjeti su pod velikim utjecajem različitih čimbenika, kao što su specifične težine i performansa zrakoplova, te moguće turbulencije i vremenski faktori. Iz tog razloga potrebni su mnogo detaljniji podaci zrakoplovnih tvrtki o vremenskim prilikama kako bi se utvrdio kriterij učinkovitosti na određenim nadmorskim visinama same putanje.

Pod pojmom „putanja“ definira se dio između radijusa od 40 NM oko polazne zračne luke i radijusa od 100 NM oko zračne luke dolaska. Kad je u pitanju analiza putanje, fokus je na horizontalnoj komponenti koja je generalno od veće važnosti za Europu nego vertikalna komponenta. Analizira se na osnovi dvaju ključnih pokazatelja performansi. Prvi pokazatelj komparira duljinu jednog dijela rute predanog plana leta i „ostvarenu udaljenost“, a drugi uspoređuje stvarne putanje i „ostvarene udaljenosti“. Za izračun neučinkovitosti promatra se razlika između duljine analizirane putanje i ostvarene referentne udaljenosti.

Način mjerenja učinkovitosti horizontalne komponente u skladu je s pokazateljima učinkovitosti koji su korišteni u *Performance Scheme*-u s obzirom na to da pokazatelji učinkovitosti jasno pokazuju područja na kojima se putanja s vremenom produljuje ili smanjuje.

Mogućnost poboljšanja učinkovitosti horizontalne komponente očituje se u međusobnoj ovisnosti s drugim područjima učinkovitosti kao što su sigurnost, kapacitet, sprječavanje ekološkog zagađenja te preferirane rute uvjetovane vremenskim prilikama. Iako je neučinkovitost nemoguće svesti na nulu, moguće je njezino minimiziranje uzimajući u obzir sljedeće čimbenike:

- osnovna pravila pri oblikovanju rute uz mogućnost minimalnog razdvajanja zrakoplova
- sistematizacija prometnih tokova radi generiranja većega kapaciteta
- strateška ograničenja u korištenju rute/zračnog prostora
- utjecaj specijalnog korištenja zračnog prostora na učinkovitost leta
- interakcija s glavnim zračnim lukama kako bi se upravljanje prometom pravilno raspodijelilo po sektorima radi bolje učinkovitosti
- dostupnost ruta i njihovo planiranje s obzirom na to da mnoge zrakoplovne kompanije planiraju po fiksnim rutama
- U Europi, učinkovitost leta pod utjecajem dizajna, tj. fragmentacije zračnog prostora
- Za SAD, prikazivanje učinkovitosti zadržavanja na definiranoj putanji
- ATC sustavi mogu zahtijevati detaljan prikaz plana leta ili informacije o namjeri zračnog prijevoznika budući da sustavu nisu poznate planirane brzine i visine krstarenja.

Premda je prisutnost tehnologije, koja svakodnevno napreduje, uvelike doprinijela povećanju učinkovitosti tijekom proteklih godina, izazov je zadržati istu razinu efikasnosti uz očekivani porast potražnje kroz narednih 20 godina.

S obzirom na to da su posljednjih godina performanse na zračnim lukama u Europi znatno poboljšane, europski prijevoznici mjere poboljšanje za 4,6 % za razliku od američkih prijevoznika koji mjere poboljšanje za 3,4 %. Iako je učinkovitost letova u Europi poboljšana između 2011. i 2014. godine što je smanjilo razlike između ove dvije regije, u 2015. godini dolazi do pogoršanja.

Budući da je europski sustav upravljanja zračnim prometom znatno složeniji, a zračni prostor fragmentiraniji, teže je postići koordinaciju upravljanja na razini sustava, nego u SAD-u, gdje je samo jedan sektor odgovoran za optimizaciju ruta.

Uslijed naprednih tehnologija kontrole zračnog prostora, moguć je razvoj slobodnih ruta unutar zračnog prostora Europe. Implementacija slobodnih ruta propisana je zakonodavstvom Europske komisije i cilj joj je poboljšati učinkovitost letenja uz uštedu goriva i vremena te minimalizaciju emisija CO<sub>2</sub>. Kako bi se osiguralo ispunjavanje ciljeva performansi, bitno je sinkronizirati implementaciju ciljanih sustava i proceduralnih promjena. [1]

#### **5.2.4. Učinkovitost na posljednjih 100 NM putanje**

Posljednjih 100 NM putanje predstavlja fazu dolaska/spuštanja zrakoplova te se učinkovitost mjeri na način da se u obzir uzimaju veći vjetrovi, zavoji ili uzorci u zraku u završnoj fazi leta. S obzirom na to da područje korišteno za postupke manevriranja nije prikladno za poredbu zbog varijacija u obliku i veličini područja, te strategija ATM-a koje se primjenjuju unutar različitih TMA-a<sup>36</sup>, zbog toga je definirano standardno područje ASMA<sup>37</sup>. [1]

Područje ASMA definira se kao virtualni cilindar određenog radijusa oko zračne luke. Zadani radijus je 40 NM, međutim, u analizama je proširen na 100 NM. Stvarno vrijeme provedeno u letu između trenutka ulaska u cilindar radijusa 40 NM i vremena slijetanja označava se kao stvarno ASMA vrijeme ili ASMA vrijeme prolaska. Za određenu konfiguraciju staze, ASMA vrijeme ovisi o tome iz kojeg smjera se ulazi u zadani radijus, zbog čega je područje podijeljeno na sektore na osnovi radarskih podataka. [8]

Dodatno ASMA vrijeme računa se kao zamjena za prosječno vrijeme čekanja za slijetanje na ulaznom protoku prometa u periodu zagušenja na zračnim lukama. To je razlika između stvarnog ASMA vremena leta i statistički utvrđenog neometanog ASMA vremena temeljenog na prethodno izmjerenim vremenima u razdoblju niske prometne potražnje.

---

<sup>36</sup> TMA – Terminal Manoeuvring Area.

<sup>37</sup> ASMA – Arrival Sequencing and Metering Area.

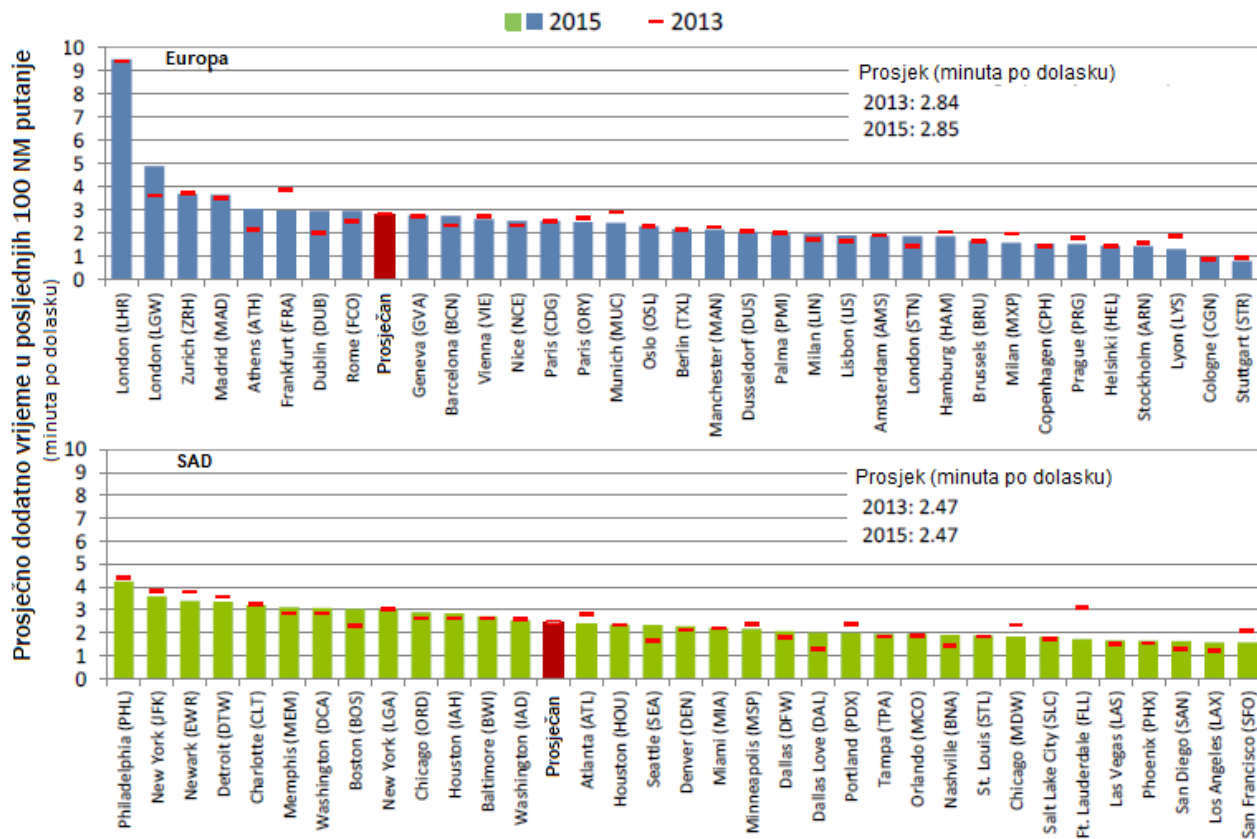


Kako bi se osigurala neprestana potražnja za prometom i maksimalna uporaba staze, potrebna je minimalna razina čekanja. Međutim, dodatno vrijeme „holdinga“ štetno utječe na učinkovitost poslovanja, potrošnju goriva i okoliš, stoga mora postojati kompromis između učinkovitosti pristupa i propusnosti staze. [9]

Termin „dodatno vrijeme“ koristi se kao približna mjera za učinkovitost unutar posljednjih 100 NM, definirano kao dodatno vrijeme izvan neometanog vremena, a cilj je smanjiti dodatno ASMA vrijeme i potrošeno gorivo na minimum s obzirom na to da utječu na ekološku učinkovitost.

Na samu učinkovitost područja radijusa od 100 NM unutar ASMA područja utječu i brojni drugi čimbenici poput načina upravljanja protokom, dizajna zračnog prostora te razna ekološka ograničenja i dogovoreni ciljevi, koji su nastali prilikom deklariranja kapaciteta zračne luke.

Na razini sustava, dodatno vrijeme u posljednjih 100 NM putanje bilo je približno jednako za obje regije u 2008. godini, ali se između 2008. i 2010. godine smanjilo za područje SAD-a, a u Europi se istodobno povećavalo. Iako na različitim nivoima, razina učinkovitosti u SAD-u i Europi ostala je relativno stabilna od 2013. godine. Na Slici 14. prikazana je razlika u potrebnom dodatnom vremenu za 2013. i 2015. godinu na 34 glavne zračne luke. [1]



Slika 14. Prosječno dodatno vrijeme u posljednjih 100 NM putanje za 2015. godinu [1]

Na slici je jasno vidljivo blago povećanje prosječnog dodatnog vremena u Europi u 2015. godini, uz Zračnu luku London Heathrow s daleko najvišom razinom dodatnog vremena na posljednjih 100 NM, a slijede ga Zračne luke London Gatwick (LGW), Zürich (ZRH) i Madrid (MAD) s upola manjom razinom, dok je smanjenje zabilježeno na Zračnoj luci Frankfurt (FRA) kao rezultat nove uzletno-sletne staze.

Dok je u europskom sustavu zabilježeno povećanje, razine unutar američkog sustava ostale su netaknute od 2013. do 2015. godine s prosječnim dodatnim vremenom od 2,47 minuta. Međutim, zračne luke na području New Yorka bilježe najvišu razinu dodatnog vremena, zajedno sa Zračnim lukama Boston (BOS) i Dallas Love (DAL).

Sveukupna povećanja uravnotežilo je poboljšanje na Zračnim lukama Fort Lauderdale (FLL), Detroit (DTW), San Francisco (SFO), Newark (EWR) i Chicago (MDW) te Atlanta (ATL) koja najviše doprinosi učinkovitosti sustava.

Jedna od glavnih razlika u sustavu upravljanja u SAD-u je sposobnost maksimiziranja kapaciteta zračnih luka djelovanjem u samoj fazi krstarenja, dok je poduzimanje sličnih mjera u Europi ograničeno i rijetko se proteže izvan nacionalnih granica. Pored toga, operacije na zračnim lukama s velikom gustoćom prometa podložne su nepovoljnim vremenskim uvjetima koji uvelike mogu uzrokovati znatnu razinu kašnjenja.

Međutim, postoji potencijalni kompromis između dodatnog vremena i korištenja kapaciteta zračne luke, koji se može primijeniti na Zračnoj luci Heathrow i zagušenim američkim zračnim lukama, a podrazumijeva mjerenje iskorištenih kapaciteta. Međutim, usporedba dvaju sustava zahtijeva obostrano razumijevanje načina mjerenja kapaciteta i propusnosti kako bi usporedba bila moguća i valjana.

#### **5.2.5. Učinkovitost u fazi taksiranja nakon dolaska**

U ovoj se fazi mjeri dodatno vrijeme izvan neometanog referentnog vremena od trenutka kada je zrakoplov sletio do trenutka kada je parkiran na stajanci. Analizom je zabilježeno veće dodatno vrijeme unutar američkog sustava, iako je ostalo poprilično stabilno u oba sustava do 2015. godine.

Ova je faza uključena u analizu kako bi usporedba bila potpuna, ali zbog raznih čimbenika, koji utječu na učinkovitost, a nisu pod kontrolom ATM-a, ova faza nije uključena u analizu mogućih poboljšanja.

### 5.3. Koncizna analiza dobivenih rezultata

Budući da je za analizu učinkovitosti upravljanja sustavima u Europi i Americi prikupljena dovoljna količina podataka, bilo je moguće izvršiti visoku razinu komparacije sustava te strateški pristupiti minimiziranju neučinkovitosti. Usporedbe su se radile na osnovi podataka prikupljenih analizom prometa na 34 glavne zračne luke diljem Europe i Amerike.

Pri tumačenju količine sredstava koje je iskoristio sustav ATM-a, bitno je uzeti u obzir sljedeće:

- Nisu sva kašnjenja nepoželjna, budući da je određena veličina kašnjenja nekad neophodna kako bi sustav funkcionirao prilikom uporabe neiskorištenih raspoloživih resursa.
- Zbog načina na koji se upravlja sustavom, mogući su zahtjevi za različitim razinama kašnjenja kako bi se povećala uporaba oskudnih kapaciteta.
- Iako ATM nije uvijek glavni uzrok nastanka problema, način na koji upravlja situacijama može imati značajan utjecaj na raspodjelu određene veličine kašnjenja, a time i troškova korisnika.
- Učinkovitost izvedbe mjeri se iz perspektive korisnika zračnog prostora bez razmatranja operativnih kompromisa i može uključivati ovisnost o ekološkim i političkim ograničenjima ili vremenskim uvjetima.
- Utjecaj pružatelja usluge je neizbježan dio svakog leta. Korisničke postavke za optimiziranje poslovanja temeljene su na troškovima i potrebnom vremenu koji mogu varirati ovisno o njihovim potrebama. Prilikom ove usporedbe ne bilježe se ciljevi zrakoplovne kompanije na temelju pojedinačnih letova.
- Dok neki pokazatelji mjere razliku između stvarne i idealne situacije u kojoj je zrakoplov sam u sustavu i nije podložan nikakvim ograničenjima, ostali, poput ASMA pokazatelja, kompariraju stvarne performanse s idealnim scenarijem koji se temelji na najboljoj izvedbi u promatranom sustavu. Međutim, potrebne su dodatne analize kako bi se bolje razumjele mogućnosti poboljšanja u sustavu.

Kako bi pružatelji usluga imali jasniju sliku o ograničenjima u sustavu te na koji način raditi komparaciju na globalnoj razini, potrebno je pokazatelje učinkovitosti primjenjivati na strateškoj razini kako bi se dobilo jasne naznake za regije i tržišta, tj. podatke o smanjenju ili povećanju dodatnog vremena ili udaljenosti na određenom području. [1]

## **6. POTENCIJALI UNAPRJEĐENJA SUSTAVA UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM**

S obzirom na to da je sustav upravljanja zračnim prometom ključni element zračnog prometa i osnova povezivanja regija, na taj način Europu čini globalnim čvorom za svrhe mobilnosti. Međutim, unutar europskog sustava upravljanja bitno je imati jasan koncept o održavanju, unaprjeđenju i konkurentnosti zrakoplovstva, koju je omogućila inicijativa jedinstvenog europskog neba, kako bi se ispunio primarni cilj pružanja visoke razine usluge, a daljnji razvoj sustava obilježila povećana učinkovitost i poboljšana razina sigurnosti, uz efikasnije korištenje dostupnih kapaciteta. [10]

### **6.1. Stvaranje jedinstvenog europskog neba (SES)**

Inicijativa Europske komisije za stvaranjem jedinstvenog europskog neba pokrenuta je 1999. godine u svrhu stvaranja jedinstvenog zračnog prostora u Europi koja, za razliku od SAD-a, ima dosta složeniju raspodjelu. Temeljni cilj inicijative je omogućiti da zrakoplovna navigacija bude regulirana na europskoj razini te na taj način smanji rascjepkanost zračnog prostora između država članica, civilnog i vojnoga korištenja i tehnologija uz povećanje kapaciteta i unaprjeđenje sigurnosti i učinkovitosti upravljanja. [11]

#### **6.1.1. Temeljni ciljevi inicijative SES**

Kako bi ujedinjeni zračni prostor i omogućavanje visoke razine sigurnosti bili mogući, potrebno je restrukturirati europski zračni prostor, modernizirati infrastrukturu te povećati ukupnu učinkovitost sustava upravljanja te na taj način ostvariti ciljeve:

- utrostručenja kapaciteta
- deseterostrukog povećanja sigurnosti
- smanjenja utjecaja na okoliš za 10 % i troškova upravljanja za 50 % [11].

U cilju stvaranja odgovarajućeg sustava upravljanja, Europska komisija je usvojila četiri regulatorna paketa koji djeluju kao regulatorni okvir strategije, a čine ga:

1. pravni okvir uspostave jedinstvenog europskog neba
2. pružanje navigacijskih usluga na prostoru SES-a
3. organizacija i korištenje zračnog prostora
4. interoperabilnost sustava upravljanja.

Svaka zemlja članica dužna je uspostaviti regulatore nezavisne od pružatelja navigacijskih usluga, formirati nacionalna nadzorna tijela za pružanje navigacijskih usluga, uvesti koncept funkcionalnih blokova te unaprijediti suradnju civilnih i vojnih korisnika.

Primarni cilj je uspostavljanje usklađenog odnosa između regulative „pravnog okvira“ i ostale tri regulative, tj. njihovih elemenata. Ključne sastavnice prve regulative su uspostava nacionalnog nadzornog tijela i „Single Sky“ Odbora za potrebe savjetovanja Europske komisije, uz uspostavu Industrijskog konzultacijskog tijela.

U pogledu sigurnog i efikasnog odvijanja zrakoplovne navigacije, pružatelji navigacijskih usluga trebaju usvojiti određene zahtjeve: operativne stručnosti, sustava upravljanja kvalitetom, odgovornosti i osiguranja, ljudskih resursa i zaštite, koji su propisani regulativom.

S ciljem stvaranja jedinstvenog zračnog prostora potrebno je implementirati postupke dizajniranja, planiranja i upravljanja zračnim prostorom uvođenjem unaprijeđene suradnje civilnih i vojnih korisnika te poboljšanim dizajnom i podjelom zračnog prostora.

Međusobna suradnja sustava upravljanja najveći je problem u europskom sustavu s obzirom na to da predstavlja suradnju različitih sustava i procedura sukladno međunarodnim propisima koji osiguravaju koordinaciju novih tehnoloških rješenja. [12]

### 6.1.2. Funkcionalni blokovi zračnog prostora

Budući da europski zračni prostor posjeduje zrakoplovnu navigaciju reguliranu na nacionalnoj razini, što je u prošlosti bio uzrok smanjenja učinkovitosti te znatnih kašnjenja u zračnoj plovidbi, usvojeno je rješenje kojim se zračni prostor dijeli na funkcionalne blokove (FAB<sup>38</sup>), čime se smanjila fragmentiranost prostora, razvile kraće alternativne rute neovisne o nacionalnim granicama, smanjila buka i emisije štetnih plinova i povećao kapacitet koji omogućuje rast zračnog prometa. Stvaranje funkcionalnih blokova omogućuje fleksibilnije korištenje prostora, formiranje boljeg dizajna, ujednačene naplate unutar sustava, upravljanje protokom, bolju interoperabilnost sustava i način komuniciranja.

ATM regionalizacija predstavlja podjelu europskog zračnog prostora na devet funkcionalnih blokova, prikazanih na Slici 15.:

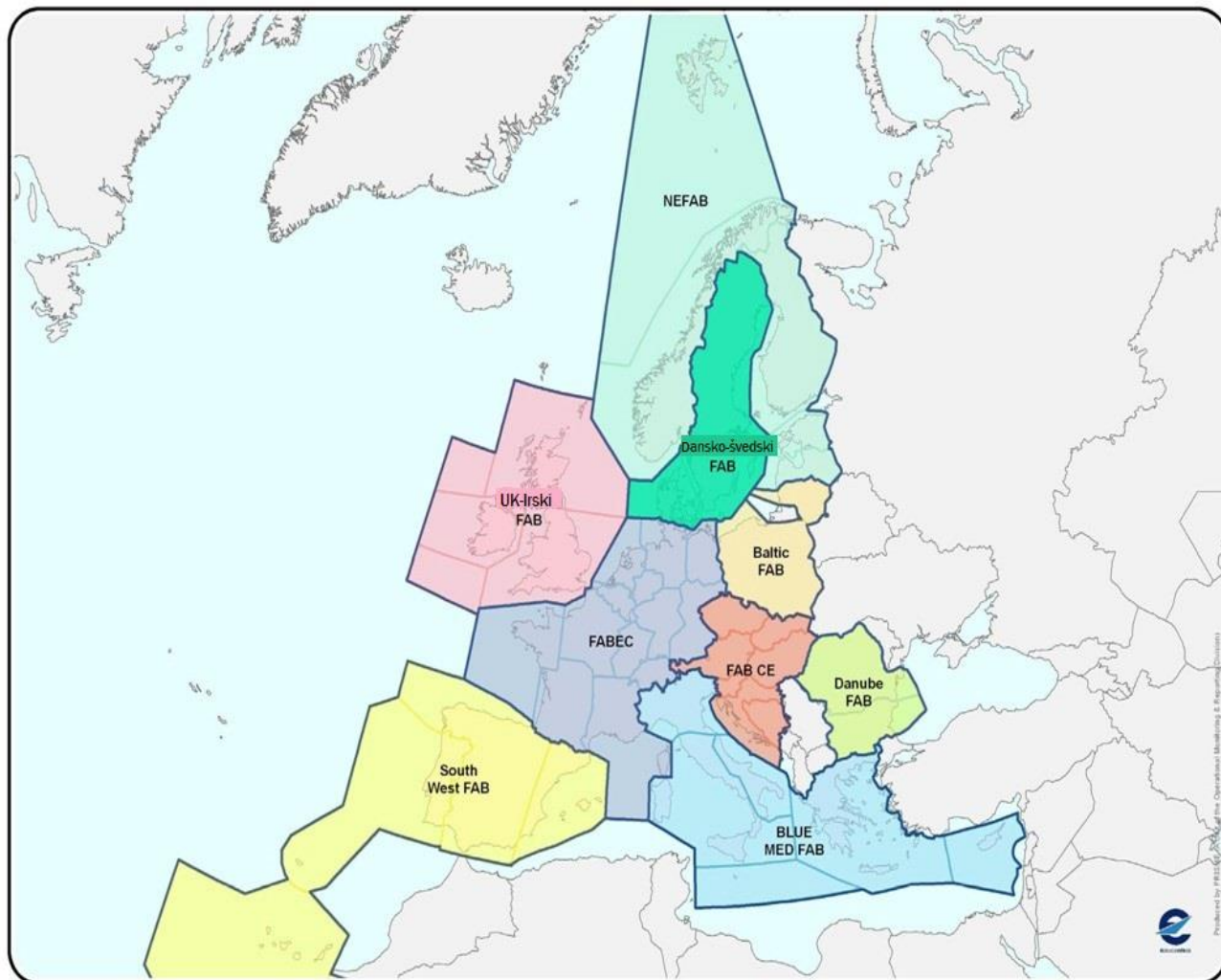
- NEFAB (North European FAB): Estonija, Finska, Latvija, Norveška.
- Dansko-švedski FAB: Danska, Švedska
- BALTIC FAB: Poljska, Litva
- FABEC (FAB Europe Central): Francuska, Njemačka, Belgija, Nizozemska, Luksemburg i Švicarska
- FABCE (FAB Central Europe): Češka Republika, Slovačka Republika, Austrija, Mađarska, Hrvatska, Slovenija, Bosna i Hercegovina
- DANUBE: Bugarska, Rumunjska
- BLUE MED: Italija, Malta, Grčka, Cipar (i Egipat, Tunis, Albanija, Jordan kao promatrači)
- UK-irski FAB: Ujedinjeno Kraljevstvo, Irska
- SW FAB (South West FAB): Portugal, Španjolska.

Od navedenih devet blokova, UK-irski FAB i Dansko-švedski FAB već su implementirani.

---

<sup>38</sup> FAB – Functional Airspace Block.





**Slika 15.** Devet funkcionalnih blokova zračnog prostora u Europi [13]

Funkcionalni blokovi zračnog prostora osnovani su ili višestranim ugovorima između država članica ECAC-a<sup>39</sup>, koje imaju nadležnost nad bilo kojim dijelom zračnog prostora unutar FAB-a, ili deklaracijom jedne države ako je zračni prostor uključen u FAB potpuno pod državnom odgovornosti. [13]

<sup>39</sup> ECAC – European Civil Aviation Conference.

Koncept funkcionalnih blokova podrazumijeva kolaborativno donošenje odluka u procesu implementacije i djelovanja. Svaka država članica dužna je osigurati da FAB-ovi:

- budu podržani sigurnosnim planovima
- osiguraju optimum zračnog prostora
- budu opravdani dodanom vrijednosti – optimalno korištenje tehničkih i ljudskih resursa
- osiguraju fleksibilan prijenos odgovornosti između jedinica kontrole leta
- osiguraju kompatibilnost konfiguracije gornjeg i donjeg zračnog prostora. [12]

## **6.2. Europski plan poboljšanja ATM-a (European ATM Master Plan)**

Za samu realizaciju osnovnih ciljeva unaprjeđenja sustava upravljanja bilo je potrebno osmisliti plan bržeg i efikasnijeg razvoja europskog sustava upravljanja pod nazivom European ATM Master Plan, koji predstavlja rezultat snažne suradnje svih dionika i glavni alat pri definiranju prioriteta unaprjeđenja, razvoju i implementaciji inovativnih rješenja u cilju ostvarenja vizije SESAR<sup>40</sup> programa.

Ovaj dokument prikazuje načine i područja poboljšavanja ATM sustava unutar vremenskog okvira do 2035. godine zajedno s istraživanjima i razvojem aktivnosti potrebnih za ostvarivanje zadanih ciljeva i predstavljenih vizija. Povezivanje naprednih rješenja s implementacijom stvara osnovu za definiranje daljnjih projekata koje uvodi upravitelj implementacije SESAR programa.

Stvaranje plana poboljšanja u sklopu europskog sustava pridonosi smanjenju tehnoloških rizika i povećava predvidivost za budući razvoj, s obzirom na to da je Europa svjetski hub, plan poboljšanja treba biti održan na globalnoj razini.

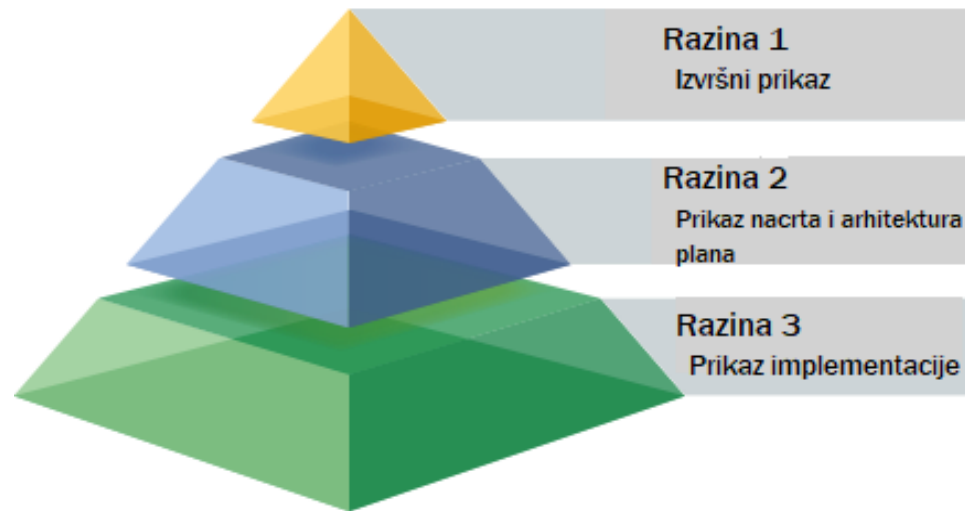
Prvo izdanje europskog Master Plana izvedeno je iz SESAR Master Plana kao jedno od šest glavnih rješenja iz faze definiranja SESAR programa te ga je odobrilo Vijeće za transport Europske unije što je predstavljalo političku potporu pri daljnjem razvoju.

---

<sup>40</sup> SESAR – Single European Sky ATM Research.

### 6.2.1. Tri razine Europskog ATM Master Plan-a

Sadržaj Master Plana formiran je na tri razine kako bi se dionicima omogućio pristup informacijama najrelevantnijim za njihovo područje interesa. Na Slici 16. je prikazan raspored razina.



**Slika 16.** Piramidalni prikaz razina europskog ATM Master Plana [10]

Prvu razinu predstavlja Executive View, tj. izvršni prikaz Master Plana koji sadrži skup informacija i analiza načina izvedbe plana potrebnih za daljnji razvoj i implementaciju inovativnih rješenja koja bi omogućila postizanje maksimalne učinkovitosti, smanjenje troškova, povećanje kapaciteta, te tako stvarajući konkurentno zrakoplovstvo s izrazito velikim razinama sigurnosti.

Uz pregled izvedbe samog plana, bitno je predstaviti i prikaz nacрта i samu arhitekturu plana, tj. drugu razinu – Planning and Architecture View, koja sadrži detalje o operativnim promjenama te sam scenarij implementacije koji podupire prvu razinu. Druga razina fokusirana je na poboljšanja operativnih izvedbi, infrastrukture, komunikacije i sveukupnih usluga.

Posljednja razina, Implementation View, je put razvoja i implementacije rješenja postignutih kroz prvu i drugu razinu.

Ova razina temelji se na Europskom planu jedinstvenog neba (ESSIP<sup>41</sup>), koji obuhvaća skup dogovorenih provedbenih djelovanja koja zajedno s idejama SESAR programa omogućuju postizanje zadanih ciljeva u području sigurnosti, okoliša, kapaciteta i troškovne učinkovitosti. Treća razina omogućuje dionicima najprikladniji temelj za kratkoročno planiranje implementacije.

Kroz ovakav prikaz plana i mogućnosti njegova razvoja, omogućen je pristup informacijama i detaljima koji su ključni za uvođenje novih sustava unaprjeđenja te je na taj način postao osnova svih potencijala poboljšanja sustava.

### **6.2.2. Plan izvedbe**

Uzimajući u obzir promjene krajolika ATM sustava i potrebe dionika, te potrebu povećanja učinkovitosti upravljanja zrakoplovstvom u Europi, plan izvedbe bitno je održavati na visokoj razini s fokusom na prioritetne ciljeve.

Najnovije izdanje europskog ATM Master Plana opisuje:

- postizanje konkurentnih performansi koje podržava SESAR strategija, koje odražavaju evoluciju u europskom zrakoplovstvu
- viziju budućeg europskog sustava upravljanja uključujući kolektivne usluge podrške i sigurnost internetske mreže
- novi scenarij implementacije koji povezuje operativne promjene i radno okruženje s višestrukim pogodnostima
- prvi val implementacije SESAR-a kao što je PCP<sup>42</sup> i pruža pojedinih o ključnim značajkama SESAR-a 2020 te detalje o aktivnostima istraživanja i razvoja
- eksplicitno uvođenje zrakoplovnog sustava s daljinskim upravljanjem i nekonvencionalnih letjelica u korisnike zračnog prostora
- rezultate sveobuhvatnog vojnog angažmana kroz EDA-u, koja zajedno s NATO-om i EUROCONTROL-om razvija potrebne materijale
- sinergije i konzistentnost s Programom implementacije i Strateškim planom mreže.

---

<sup>41</sup> ESSIP – European Single Sky ImPlementation Plan.

<sup>42</sup> PCP – Pilot Common Project.

### 6.2.3. Beneficije i očekivani troškovi Master Plana

Glavni izazov ka ostvarenju zadanih ciljeva, pored niza drugih koji bi zračnom prometu u Europi mogli ugroziti održivost, siguran rast i profitabilnost, jest plan poboljšanja učinkovitosti troškovnika ATM sustava u sporo rastućem tržištu.

Ostvarenje vizije Master Plana će pored značajnih rezultata izvedbe ATM sustava omogućiti i razvoj gospodarstva i društva u Europi. Kada je u pitanju ušteda troškova, procjenjuju se značajna poboljšanja u nekoliko područja, ovisno o tome kako je SESAR implementiran. Procjena uštede troškova i vrijednosti svih pogodnosti pruženih usluga iznosi od 8 milijardi do 15 milijardi eura povoljne koristi na godišnjoj razini za godinu 2035. u usporedbi sa scenarijem u kojem SESAR nije uveden.

Međutim, za postizanje uštede troškova prije svega je bitno osigurati visoku razinu koordinacije područja i načina ulaganja, kao i usklađivanje postupaka oslanjajući se na dugoročni plan rasporeda infrastrukture, s obzirom na to da se ukupne investicije procjenjuju u rasponu od 18 milijardi do 26 milijardi eura u razdoblju do 2035. godine.

Implementacijom inovativnih rješenja uz pomoć Master Plana, uz velike uštede troškova predviđaju se i određene pogodnosti za:

- Europski ATM sustav i zrakoplovstvo, kao što su:
  - ANS<sup>43</sup> produktivnost – smanjeni troškovi puta i manevriranja po letu
  - operativna učinkovitost za korisnike zračnog prostora – smanjena potrošnja goriva i duljina leta
  - poboljšanje kapaciteta – smanjena kašnjenja, povećana propusnost mreže i propusnost na zagušenim zračnim lukama
  - očuvanje okoliša – smanjena emisija CO<sub>2</sub>
  - sigurnost – visoki standardi.

---

<sup>43</sup> ANS-Air Navigation Service

- Gospodarstvo i društvo u Europi, kao što su:
  - industrijsko vodstvo sustava upravljanja i zrakoplovstva kao prioriteta inovacija
  - konkurentna zrakoplovna industrija na globalnoj razini
  - povećana mobilnost sa smanjenim negativnim utjecajem na okoliš
  - značajan doprinos europskom BDP-u i stvaranje novih radnih mjesta
  - visoka razina u pogledu sigurnosti, osiguranja i socijalnih standarda. [10]

### 6.3. Prikaz i razvoj vizije SESAR

Ideja o razvoju SESAR strategije oslanja se na potporu pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, koji zrakoplovima omogućuju letenje po željenoj putanji bez ograničavanja konfiguracijama zračnog prostora. Vizija je ostvarena progresivnim povećanjem razine podrške za automatizaciju, implementacijom novih tehnologija i uporabom standardiziranih i interoperabilnih sustava. [10]

Sastavnice koncepta, razvijene i potvrđene od strane SESAR Joint Undertaking (SJU)<sup>44</sup>, prikazane na Slici 17., čine:

1. faza definiranja programa (2005. – 2008.) - proizvela ATM Master Plan koji sadrži prikaz koraka za izvođenje implementacije
2. razvojna faza (2008. – 2013.) - razvijena od strane SESAR Joint Undertakinga s ciljem stvaranja nove opreme i standarda izmjenom postojećih sustava i povećanjem međusobne suradnje sa sustavima izvan Europe
3. implementacijska faza (2014. – 2020.) - sastoji se od proizvodnje, opskrbljivanja i implementacije nove infrastrukture sustava upravljanja. [12]

---

<sup>44</sup> SESAR Joint Undertaking – prvo europsko ATM javno-privatno poduzeće zaduženo za upravljanje razvojnim fazama SESAR-a, kako bi se iskoristila istraživanja, inovacije i resursi cjelokupne ATM zajednice.



**Slika 17.** Sastavnice SESAR programa [16]

Sve tri navedene faze sastavni su dio virtualnog životnog ciklusa koji aktivno uključuje dionike i Komisiju u različitim oblicima međusobne suradnje. Uz provedbenu Uredbu koja uspostavlja okvir za implementaciju SESAR-a (Uredba (EU) 409/2013)<sup>45</sup>, Komisija je aktivirala proces implementacije, koji je zatvorio životni ciklus SESAR-a i omogućio mu da potpuno iskoristi svoje prednosti od plana do izvedbe.

Na taj način osigurana je brza i neprimjetna evolucija projekta u fazu implementacije stvarajući uvjete za ostvarenje ciljne funkcionalnosti i učinkovitosti sustava u cijeloj europskoj mreži. [16]

<sup>45</sup> Uredba Komisije (EU) br. 409/2013 – 3. svibnja 2013. definira zajedničke projekte, uspostavlja upravljanja i utvrđuje poticaj za potporu provedbi europskoga glavnog plana upravljanja zračnim prometom.

### 6.3.1. Prikaz načina izvedbe

Pregled izvedbe prikazuje ambicije SESAR projekta koje su inspirirane ciljevima visokog stupnja SES programa s obzirom na to da je SESAR jedan od temeljnih doprinosa ovom programu kroz isporuku i implementaciju rješenja s demonstriranim poboljšanjima performansi.

Budući da je projekt SESAR konceptiran na dulji vremenski period, razlog je povećane neizvjesnosti kvalitete izvedbe, zbog čega je bitno SESAR izvedbene ambicije, prikazane na Slici 18., i postignuta rješenja prilagoditi promjenama koje se javljaju u načinu pružanja usluga u svrhu ostvarenja punog potencijala.

Ključna područja učinkovitosti	Visoki SES ciljevi u odnosu na 2005.	Ključni pokazatelj izvedbe	Ambicije SESAR-A u odnosu na osnove 2012.	
			Apsolutna ušteda	Relativna ušteda
 Troškovna učinkovitost	Troškove ATM usluga smanjiti za 50% ili više	-Direktna cijena ANS usluge po letu od gate-a do gate-a <i>(trošak ANS-a na putu i terminalu)</i>	EUR 290-380	30-40%
 Operativna učinkovitost	—	-Količina sagorenog goriva po letu (tona/let) -Vrijeme leta po letu (minuta/let)	0,25-0,5 tona 4-8 minuta	5-10% 3-6%
 Kapacitet	Omogućiti trostruko povećanje kapaciteta ATM sustava	-Odgoda polaska (minuta/polazak) -kašnjenja na putu pri upravljanju protokom -primarna i reakcionarna kašnjenja (svi uzroci) -Dodatni letovi na zagušenim zračnim lukama -Propusnost mreže na dodatnim letovima	1-3 minute 0,2-0,4 (milijuna) 7,6-9,5 (milijuna)	10-30% 5-10% 80-100%
 Okoliš	Omogućiti 10% manji štetni utjecaj na okoliš	-Emisije CO <sub>2</sub> (tona/let) -horizontalna učinkovitost leta (stvarna putanja) -vertikalna učinkovitost -faza taksiranja prije polaska	0,79-1,6 tona	5-10%
 Sigurnost	Poboljšati sigurnost faktorom 10	-Nesreće izazvane ATM-om	bez povećanja nesreća	poboljšanje za faktor 3-4
 Osiguranje	—	-Sigurnosni incidenti izazvani ATM sustavom koji su rezultirali smetnjama u prometu	bez povećanja nesreća	

Mjerni podaci sa novčanim vrijednostima u poslovnom pogledu

Slika 18. Izvedbene ambicije SESAR projekta za 2035. godinu [10]



Opseg ostvarenih pogodnosti unutar navedenih vremenskih razdoblja ovisi o lokalnim okolnostima i dostupnim kapacitetima za potrebe izvedbe. Kao što je prikazano na Slici 18., komponente plana poboljšanja su sigurnost i osiguranje, troškovna učinkovitost, kapacitet, okoliš, operativna učinkovitost.

Efikasna uporaba ANS infrastrukture, temeljena na interoperabilnim standardima i uslugama, omogućuje niže troškove operativnih usluga, održavanja i amortizacije ATM sustava.

Pored toga, moguće je iz zračnog prostora produžiti horizont oko zračne luke, kako bi dolazni promet nastavio u istom smjeru, što kontrolorima omogućuje lakše upućivanje pilota bez potrebe za razvrstavanjem. Ispitivanja su pokazala da ovo rješenje nudi znatna smanjenja potrošnje goriva te samim tim i emisije CO<sub>2</sub>.

Uz izravnu troškovnu učinkovitost, moguća je i neizravna ekonomska korist tijekom operacija leta kroz smanjenje kašnjenja polaska te učinkovitim uzletno-sletnim stazama, na taj način stvarajući kraće vrijeme leta i povećanje predvidljivosti.

Jedna od komponenti plana je i povećanje protoka na zračnoj luci, koju je moguće riješiti na dva načina: prvi način je omogućavanje povećanja propusnosti za vrijeme vršnog sata kako bi zračna luka mogla podići deklariranu sposobnost, a drugi način predstavlja smanjenje degradacije kapaciteta u izvanrednim radnim okolnostima kao što su uvjeti slabe vidljivosti, jak vjetar te problemi sustava i infrastrukture.

U smislu sigurnosti, svako lokalno operativno okruženje mora reducirati opasnosti po letu za vrijednost koja je jednaka lokalnoj stopi rasta prometa, dok ambicija u predjelu osiguranja podrazumijeva poduzimanje svih mjera potrebnih za osiguravanje životnog ciklusa razvoja sustava te tako smanjujući rizik od incidenata povezanih s ATM-om. [10]

### **6.3.2. Sustavi unaprjeđenja**

Predstavljeni koncept plana izvedbe oslanja se na razmjenu informacija o bloku i načinu održavanja potpuno ažuriranih putanja u dogovoru s ostalim akterima. Da bi taj korak bio uspješno postignut, upravitelji mreže i pružatelji usluga dijele informacije o putanjama putem sustava koji upravlja informacijama širom svijeta (SWIM<sup>46</sup>).

Realizacija SESAR koncepta slijedi strateške odredbe kategorizirane u četiri grupe ključnih značajki, dok su te četiri karakteristike razvijene kroz kontinuirani program razvoja i istraživanja koji u konačnici dovodi do implementacije.

Spomenute kategorije unaprjeđenja podrazumijevaju optimizaciju ATM mrežnog sustava, naprednu razinu usluge, visok standard operativnih mjera i stvaranje konkurentne zrakoplovne infrastrukture.

### **6.3.3. Pregled razvoja**

Automatizacija, integracija i usklađivanje kao ključni elementi za ostvarenje vizije, kojoj je primarni cilj ostvariti što veću korist u što kraćem vremenskom periodu, rana standardizacija i širok raspon privatnih i javnih dionika ključni su za uspješnu provedbu mrežne povezanosti.

Istaknuto je da svaka faza projekta započinje istraživanjem i mjerenjem spremnosti sustava za industrijalizaciju, koje u konačnici rezultira popisnikom SESAR Solutionsa<sup>47</sup>.

Potpuna implementacija podrazumijeva uvođenje SESAR rješenja na način da se većina pogodnosti ostvari uz mogućnost evolucije sustava, postupaka i pravila. Predložena je implementacija na manji broj lokacija kako bi se razvio cijeli niz SESAR rješenja izvedbe.

---

<sup>46</sup> SWIM – System-Wide Information Management.

<sup>47</sup> SESAR Solutions – rješenja spremna za implementaciju unutar SES programa.

Prije samog postupka implementacije, bitno je prezentirati scenarije razvoja sustava koji ukazuju na postignuća prilikom poboljšanja izvedbe u kontekstu operativnih postupaka i vremenski period potreban za svaku izmjenu. Scenariji također prikazuju i vremenske rokove za početak i kraj razvoja, kao i kada će se ostvariti korist.

Postoji početni scenariji koji čini osnovu te je prikazan na Slici 19., scenarij za promjene temeljnih značajki kao i scenarij za nove promjene koji sadrži prikaz najnovijih rezultata i postignuća do određenog perioda te mogući nastavak razvoja kako bi se ostvario početni cilj.

Svaka promjena operativnih značajki zahtijeva implementaciju izmjene od strane jednog ili više dionika. Slika 19. prezentira potrebne izmjene koje se zahtijevaju od sljedećih dionika:

- Korisnici zračnog prostora (AUs<sup>48</sup>)
  - vojno zrakoplovstvo
  - generalna avijacija
  - poslovno zrakoplovstvo
  - nekonvencionalno zrakoplovstvo
  - civilno zrakoplovstvo
- Pružatelji usluga u zračnoj plovidbi
  - vojni
  - civilni
- Zračni prijevoznici
  - vojni
  - civilni
- Upravitelj mreže. [10]

---

<sup>48</sup> AUs – Airspace Users.



ROKovi  
 Najraniji početak implementacije      Kraj implementacije  
 Početak postizanja koristi              Postizanje potpune koristi

Slika 19. Početni scenarij razvoja sustava [10]

## **6.4. Sustav implementacije SESAR vizija**

U svrhu ostvarenja vizije SESAR projekta, tj. visokostandardiziranih performansi, modernizacija sustava treba biti fokusirana na potrebe svih dionika. Prije početka implementacije predstavljena su inovativna rješenja, tzv. SESAR Solutions, postignuta kolektivnim odlučivanjem.

Određeni broj rješenja nalazi se u funkciji ili su dio specifikacija implementacije demonstrirajući ulogu SESAR projekta u transformaciji sustava upravljanja u moderni, kohezivni operativni sustav. Navedena rješenja promoviraju se kroz suradnje i demonstracijske aktivnosti što potiče razmjenu ideja s drugim svjetskim regijama.

Sustav upravljanja implementacijom, koji upravlja SESAR implementacijskim programom, nastoji osigurati pravovremenu i operativnu sinkronizaciju svih rješenja što rezultira značajnim pogodnostima za sve korisnike zračnog prostora. [15]

### **6.4.1. Uloga ESSIP plana**

Za potrebe primjenjivanja donesenih rješenja koristi se plan implementacije (ESSIP) koji integrira sve elemente spremne za implementaciju i nudeći niz provedbenih djelatnosti, dogovorenih da ispune svoje uloge u pogledu nadzora sigurnog pružanja usluga koje omogućuju jednostavan slijed provedbe SESAR-a. Uspješnom realizacijom plana kreirano je šest novih ciljeva i izmijenjeno osam postojećih uz potpunu koordinaciju s upraviteljem implementacije.

### **6.4.2. Sadržaj plana**

S obzirom na to da se mehanizam ESSIP plana nalazi u sučelju višestrukih inicijativa za unaprjeđenje sustava, prati aktivnosti planiranja i praćenja svih zainteresiranih strana što uključuje državne vlasti, zračne prijevoznike, pružatelje usluga i sve kategorije korisnika zračnog prostora. Bitno je napomenuti kako ICAO koristi određene ciljeve ESSIP plana pri praćenju izvedbe ASBU-a unutar Europe.

Neki od ciljeva ESSIP plana uključuju i inicijative vezane za interoperabilnost SES-a i ciljeve sadržane u Master Plan-u, kao što su:

- zahtjev za distancama između komunikacijskih kanala ispod FL 195,
  - performanse nadzora i interoperabilnosti,
  - poboljšanje sigurnosti staza sprječavanjem udubljenja i ispupčenja na stazi,
  - implementacija kontinuiranih operacija silaženja sa staze za poboljšanje okoliša.
- [14]

## **6.5. Identifikacija i upravljanje rizicima**

Prilikom upravljanja rizicima, Master Plan rješava najznačajnije opasnosti koje nastaju prilikom uvođenja izmjena. Rizik se može definirati kao neželjena pojava ili niz dešavanja koja mogu predstavljati prepreku u postizanju koordinirane i učinkovite implementacije novih tehnologija i postupaka. Sama definicija rizika ne označava njihovo rješavanje, nego da su pravilno identificirani i adekvatno mitigirani kako ne bi utjecali na daljnje provođenje Master Plana.

U sklopu Master Plana, istaknuto je da se pregled i analiza rizika rješava pomoću SJU<sup>49</sup>-ovih okvira upravljanja rizicima, kao i njihovo identificiranje, procjena i ublažavanje. Mjerama ublažavanja rizika smanjuje se vjerojatnost ostvarenja događaja i redukcija mogućeg utjecaja. Prilikom izmjena unutar Master Plana, SJU je dužan provoditi kontrolu, analizu i redukciju mogućih rizika. [10]

---

<sup>49</sup> SJU-SESAR Joint Undertaking

## ZAKLJUČAK

Prilikom upravljanja zračnim prometom usklađuju se razni sustavi upravljanja protokom prometa, korištenim prostorom te kontrolom zračne plovidbe te se na taj način koordiniraju i ključni pokazatelji učinkovitosti, koji se koriste u evaluaciji razvojne dinamike prilikom komparacija određenih razdoblja neke regije ili komparacijom dviju regija. Prilikom usporedbe jasno su prikazana korištenja zračnog prostora na različite načine kako bi se postigla maksimalna iskorištenost, te su ujedno prikazane i prednosti i nedostaci obiju regije koje se koriste prilikom budućih poboljšanja.

Mjerenjem učinkovitosti prikazani su načini mjerenja u Europi i SAD-u kroz komparativne faktore koji, se odnose na razvoj i gustoću zračnog prometa, te kroz usporedbu tih faktora iznesene konstatacije koje pokazuju veći broj kontrolora u službi KZP-a unutar SAD-a, ali dvostruko manji broj jedinica za pristup u sklopu tornja, međutim učinkovitost za vrijeme sezone pokazala se većom od prosjeka na području Europe sa znatno većim udjelom generalne avijacije čak od 22 % od ukupnog prometa za razliku od 3,7 % na području SAD-a.

U svrhu ispunjavanja zadanih ciljeva, Europa je kreirala poseban plan mjerenja učinkovitosti, tzv. *Performance Scheme*, tj. shemu izvedbe kojom se prati ostvarenje postojećih ciljeva i postavljanje novih.

Prilikom komparacije učinkovitosti operativnih usluga na području Europe i SAD-a, bitno je prikupiti sve potrebne podatke, tj. pokazatelje učinkovitosti za svaku regiju posebno koje je moguće usporediti. Način uspoređivanja baziran je na konceptualnom planu svih faza leta uključenih u analizu. Kroz samu analizu doneseni su zaključci na osnovi kojih se smatra da su kašnjenja u fazama leta nekad poželjna dokle god ne prelaze određene granice, te da je za bolje shvaćanje mogućnosti poboljšanja sustava potrebno komparirati stvarne performanse s idealnim scenarijem koji se temelji na najboljoj mogućoj izvedbi.

Usporedbom svih dostupnih podataka moguće je predstaviti novi plan izvedbe i poboljšanja u nekom sustavu, budući da su poznati nedostaci. Prilikom unaprjeđenja sustava, od iznimne je važnosti unaprijediti način upravljanja u sklopu europskog ATM sustava. Iz tog je razloga pokrenuta inicijativa Europske komisije za stvaranjem jedinstvenog europskog neba koje bi smanjilo postojeću fragmentiranost europskog zračnog prostora.

Temeljni ciljevi SES-a su poboljšanja kapaciteta, tj. trostruko povećanje njegova volumena, smanjenje troškova i negativnog utjecaja na okoliš te deseterostruko povećanje sigurnosti zračnog prometa za sve njegove korisnike.

Prilikom dizajniranja, planiranja i upravljanja zračnim prostorom uveden je koncept funkcionalnih blokova, tj. FAB-ovi koji omogućuju regulaciju zračnog prostora na nacionalnoj razini.

Za realizaciju temeljnih ciljeva unaprjeđenja bilo je potrebno kreirati plan bržeg i efikasnijeg razvoja europskog sustava upravljanja pod nazivom European ATM Master Plan, koji je rezultat snažne suradnje svih dionika i glavni alat pri definiranju prioriteta unaprjeđenja, razvoju i implementaciji inovativnih rješenja u cilju ostvarenja vizije SESAR programa te je na taj način smanjen tehnološki rizik i povećana predvidivost za budući razvoj.

Implementacijom novih inovativnih rješenja kroz europski Master Plan predviđene su pogodnosti ne samo za sustav upravljanja zrakoplovstvom nego i za gospodarstvo i društvo unutar Europe.

Kako bi se postigao predviđeni učinak novih rješenja, kreiran je plan implementacije koji omogućava jednostavan slijed provedbe svih zacrtanih ciljeva SESAR projekta prateći zahtjeve svih korisnika zračnog prostora, uz redukciju svih rizika koji se mogu naći na putu ka ostvarenju savršenog sustava upravljanja.

Upotrebom navedenih načina mjerenja učinkovitosti, koji daju jasnu sliku napretka kroz vrijeme i u usporedbi sa SAD-om, te stvaranjem novih planova i inovativnih rješenja, sa sigurnošću se može potvrditi da je Europa na dobrom putu ka izgradnji ATM sustava, koji jamči povećanu učinkovitost i održivost svojeg zrakoplovnog sektora.



## LITERATURA

- [1] Eurocontrol: *Comparison of Air Traffic Management-Related Operational Performance: U.S./Europe*, 2015.
- [2] Official Journal of the European Union, *Regulation 2150/2005 - Common Rules for the Flexible Use of Airspace (FUA)*, URL: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/461.pdf> (svibanj 2018.)
- [3] Liu, Y., Hansen, M., & Zou, B. *Aircraft gauge differences between the US and Europe and their operational implications. Journal of Air Transport Management*, 29, 1-10., 2013.
- [4] Official Journal of the European Union, *Regulation 390/2013 - Performance Scheme for Air Navigation Services and Network Functions*, URL: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/3858.pdf> (travanj 2018.)
- [5] Steiner, S., Mihetec, T., Modić, A.: *Performance scheme implementation in Functional Airspace Block Central Europe*, FPZ, Zagreb, 2014.
- [6] Knorr, D., Chen, X., Rose, M., Gulding, J., Enaud, P., and Hegendoerfer, H. *Estimating ATM Efficiency Pools in the Descent Phase of Flight. 9th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar*, Berlin, 2011.
- [7] Idris, H., Clarke, J.P., Bhuva, R., and Kang, L. *Queuing Model for Taxi-Out Time Estimation*, Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- [8] Nieuborg, A. (EUROCONTROL): *Additional ASMA Time, Operational ANS Performance*, Brussels, 2014. URL: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/events/presentation/140219-ans-ops-performance-add-asma.pdf> (svibanj 2018.)
- [9] Eurocontrol: *Additional ASMA Time, Performance Indicator document*, 2015. URL: <http://ansperformance.eu/references/library/pru-adasma-pi.pdf> (lipanj 2018.)
- [10] Eurocontrol: *European ATM Master Plan, Executive View*, Edition 2015. URL: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/sesar/doc/eu-atm-master-plan-2015.pdf>
- [11] URL: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=295> (travanj 2018.)
- [12] Steiner, S., Mihetec, T.: *Upravljanje zračnim prometom*, FPZ, Zagreb, 2008.
- [13] URL: [https://www.skybrary.aero/index.php/Functional\\_Airspace\\_Block\\_\(FAB\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Functional_Airspace_Block_(FAB)) (travanj 2018.)
- [14] Eurocontrol: *European ATM Master plan, Implementation View, ESSIP Plan*, 2015. URL: <http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/reports/2015-essiplan-final-version11.pdf> (svibanj, 2018.)

[15] SESAR Joint Undertaking, *SESAR Solutions catalogue*, Second Edition, 2017. URL: <https://www.sesarju.eu/newsroom/brochures-publications/sesar-solutions-catalogue> (svibanj 2018.)

[16] URL: [https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar_en) (svibanj 2018.)

## POPIS KRATICA

ACC	Area Control Centre
AMAN	Arrival Manager
ANS	Air Navigation Service
ANSP	Air Navigation Service Provider
APP	Approach Control
ARTCC	Air Route Traffic Control Centre
ASBU	Aviation System Block Upgrades
ASMA	Arrival Sequencing and Metering Area
ASM	Airspace Management
ATC	Air Traffic Control
ATCSCC	Air Traffic Control System Command Center
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management
ATM	Air Traffic Management
AUP	Airspace Use Plan
AU	Airspace Users
CDM	Collaborative Decision Making
CONUS	Continental US
CTOT	Calculated take-off time
DCB	Demand Capacity Balancing
DMAN	Departure Manager
DOD	Department of defense
EASA	European Aviation Safety Agency

ECAC	European Civil Aviation Conference
EDA	European Defense Agency
ESSIP	European Single Sky Implementation Plan
EUROCONTROL	European Organisation for the Safety of Air Navigation
FAA	Federal Aviation Administration
FAA-ATO	Federal Aviation Administration- Air Traffic Organization
FAB	Functional Airspace Block
FUA	Flexible Use of Airspace
KPI	Key Performance Indicators
IFR	Instrumental Flight Rules
NMOC	Network Manager Operations Centre
NSA	Nacional Supervisory Authorities
OJT	On the Job Training
OPS	Operational Services
PBFA	Policy Board on Federal Aviation
PBN	Performance-Based Navigation
PCP	Pilot Common Project
PRB	Performance Review Body
RNP	Required Navigation Performance
RP	Reference Period
SES	Single European Sky
SESAR	Single European Sky ATM Research
SESAR JU	Single European Sky ATM Research Joint Undertaking

STAM	Short-Term ATFCM Measures
SUA	Special Use Airspace
SWIM	System-Wide Information Management
TMA	Terminal Maneuvering Area
TRACON	Terminal Radar Approach Control
TTA	Target Time of Arrival
UUP	Updated Airspace Use Plan

## POPIS ILUSTRACIJA

<b>Slika 1.</b> Usporedba specijalne uporabe zračnog prostora (SUA) .....	9
<b>Slika 2.</b> Komparacija kapaciteta kontrolnih sustava u SAD-u i Europi u 2015. godini .....	10
<b>Slika 3.</b> Proces upravljanja protokom u zračnoj plovidbi.....	12
<b>Slika 4.</b> Razvoj IFR prometa u SAD-u i Europi.....	16
<b>Slika 5.</b> Razlika u broju IFR letova 2015. i 2013. godine u Europi i SAD-u.....	16
<b>Slika 6.</b> Gustoća zračnog prometa u Europi i SAD-u .....	17
<b>Slika 7.</b> Količina prometa za vrijeme sezone u SAD-u i Europi .....	19
<b>Slika 8.</b> Konceptualni plan faza leta za mjerenje učinkovitosti ATM-a.....	25
<b>Slika 9.</b> Potencijalna ušteda: a) vremena i b) goriva na glavnim zračnim lukama u Europi.....	26
<b>Slika 10.</b> Potencijalna ušteda: a) vremena i b) goriva na glavnim zračnim lukama u SAD-u .....	26
<b>Slika 11.</b> Količina odgođenih letova od 2008. do 2015. godine .....	28
<b>Slika 12.</b> Količina AFTM kašnjenja uzrokovana: a) ograničenjima na ruti i b) ograničenjima na zračnoj luci .....	29
<b>Slika 13.</b> Prosječno dodatno vrijeme (u minutama) u fazi taksiranja u 2015. godini u Europi i SAD-u .....	31
<b>Slika 14.</b> Prosječno dodatno vrijeme u posljednjih 100 NM putanje za 2015. godinu .....	36
<b>Slika 15.</b> Devet funkcionalnih blokova zračnog prostora u Europi.....	43
<b>Slika 16.</b> Piramidalni prikaz razina europskog ATM Master Plana .....	45
<b>Slika 17.</b> Sastavnice SESAR programa .....	49
<b>Slika 18.</b> Izvedbene ambicije SESAR projekta za 2035. godinu .....	50
<b>Slika 19.</b> Početni scenarij razvoja sustava.....	54

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Kratak prikaz ključnih karakteristika ATM sustava u SAD-u/Europi .....	14
<b>Tablica 2.</b> Količina IFR prometa i prosječna duljina letova.....	18