Metodologija mjerenja performansi u zračnoj plovidbi

Hunjed, Mihael

Master's thesis / Diplomski 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:554616

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mihael Hunjed

METODOLOGIJA MJERENJA PERFORMANSI U ZRAČNOJ PLOVIDBI

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2018

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 19. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Upravljanje zračnom plovidbom**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4511

Pristupnik: **Mihael Hunjed (0135231142)**
Studij: Promet
Smjer: Zračni promet

Zadatak: **Metodologija mjerenja performansi u zračnoj plovidbi**

Opis zadatka:

Uvodno opisivanje predmeta istraživanja. Postavljanje svrhe i cilja istraživanja. Pregled strukture diplomskog rada.
Pretraživanje i obrada bibliografskih izvora u tematici rada.
Opisivanje i analiziranje sustava upravljanja europskim zračnim prometom.
Elaboriranje ključnih područja i pokazatelja performansi upravljanja zračnim prometom.
Opisivanje metodološke postavke mjerenja performansi upravljanja zračnim prometom i analiziranje dinamike razvoja.
Sažeta analiza operativnih koncepcija unaprjeđenja performansi upravljanja zračnim prometom.
Sintetiziranje rezultata istraživanja i zaključno rezimiranje diplomskog rada.
Specifikacija korištene literature i izvora.

Mentor:

prof. dr. sc. Sanja Steiner

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

Metodologija mjerenja performansi u zračnoj plovidbi

Methodology of Performance Measurement in Air Traffic Management

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Steiner

Student: Mihael Hunjed, univ. bacc. ing. traff.

JMBAG: 0135231142

Zagreb, rujan 2018.

SAŽETAK

Fragmentiranost europskog zračnog prostora glavni je pokazatelj zaostajanja u kompetitivnosti pružanja usluga u zračnom prometu. Europski zračni promet jedan je od temeljnih pokretača gospodarskog rasta te utječe na mobilnost sustava i povezanost. Kako bi se smanjila fragmentiranost zračnog prostora uvedena je inicijativa Jedinstvenog europskog neba 2000. godine sa dva regulatorna paketa s ciljem povećanja kapaciteta, smanjenja troškova i emisija štetnih plinova. Ubrzanje provedbe Jedinstvenog europskog neba od 2012. godine temelji se na definiranju ključnih indikatora i područja performansi - sigurnosti, kapaciteta, okoliša i troškovne isplativosti. Dosadašnji rezultati upućuju na potrebu daljnje racionalizacije i optimizacije postojećeg sustava i to primjenom inovativnih tehnologijskih i operativnih rješenja.

KLJUČNE RIJEČI

zračni promet; fragmentiranost; Jedinstveno europsko nebo; ključna područja performansi

SUMMARY

Fragmentation of European airspace is the main indicator of lagging in the competitiveness of air traffic service. European air traffic is one of the fundamental drivers od economic growth and affects the system's mobility and connectivity. In order to reduce the fragmentation of the airspace, the Single European Sky initiative was introduced at the begining od the 21st century with two regulatory packages, which main objective was increasing capacity, reducing costs and emission of harmful gases. Objectives of the Single European Sky from 2012. were based on defining key performance indicators and areas such as safety, capacity, environment and cost-efficiency. Past results point to the need for further rationalization and optimization of the existing system and application of innovative technological and operational solutions.

KEYWORDS

Air Traffic; Fragmentation; Single European Sky; Key Performance Areas

Sadržaj

1. UVOD 1

2. PREGLED BIBLIOGRAFSKIH IZVORA U TEMATICI RADA 3

3. SUSTAV UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM U EUROPI 4

3.1 Harmonizacija i integracija europskog sustava upravljanja zračnim prometom ... 4

3.2. ATM strategija 2000+ 6

3.3. Jedinstveni zračni prostor Europe- "Single European Sky" 7

3.4. Pet "stupova" uspješnosti Jedinstvenog europskog neba 9

3.4.1. TEHNOLOGIJA 9

3.4.2. SIGURNOST 10

3.4.3. LEGISLATIVNI OKVIR 11

3.4.4. ZRAČNE LUKE 15

3.4.5. LJUDSKI ČIMBENICI 16

4. PERFORMANSE UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM 17

4.1. SIGURNOST 17

4.2. OKOLIŠ 18

4.3. KAPACITET 20

4.4. ISPLATIVOST 21

5. METODOLOGIJA MJERENJA PERFORMANSI U ZRAČNOJ PLOVIDBI 23

5.1. Funkcionalni blok zračnog prostora Središnja Europa (FAB CE) 23

5.2. Analiza podataka učinkovitosti kroz referentna razdoblja 25

5.2.1. Sigurnost 25

5.2.2. Okoliš 31

5.2.3. Kapacitet 32

5.2.4. Ekonomska isplativost 34

6. OPERATIVNI KONCEPTI UNAPRJEĐENJA ATM SUSTAVA 37

6.1. Fleksibilno korištenje zračnog prostora (FUA) 37

6.2.Slobodno korištenje ruta u zračnom prostoru (FRA) 38

6.3. Kolaborativno donošenje odluka u suradnji sa zračnim lukama (A-CDM) 40

6.4. Prilaženje sa neprekinutim snižavanjem visine (CDO) 42

6.5. Operacija kontinuiranog uspona zrakoplova (CCO) 43

7. ZAKLJUČAK 45

POPIS LITERATURE 47
POPIS SLIKA 49
POPIS TABLICA.....49

1. Uvod

Konstantan porast europskog zračnog prometa u posljednja dva desetljeća doveo je do potrebe za modernizacijom europskog ATM sustava. Europski zračni promet zabilježio je učestala kašnjenja zrakoplova, visoke troškove i oni se smatraju glavnim pokazateljem neefektivnosti ATM sustava. Kako je europski prostor fragmentiran, početkom 21.stoljeća uvedena je inicijativa Jedinstvenog europskog neba kako bi se povećao kapacitet i uspostavila bolja protočnost zračnog prometa.

Svrha istraživanja ovog diplomskog rada je opis sustava upravljanja zračnim prometom u Europi uz prezentaciju metodologije mjerenja performansi, uključujuči analizu ključnih područja i pokazatelja te projekcija operativnih koncepta unaprjeđenja performansi upravljanja zračnim prometom.

Rad se sastoji od ukupno sedam poglavlja, uključujući uvod i zaključak.

Drugo poglavlje opisuje početnu strategiju ATM Strategija 2000+, koja omogućuje siguran, efektivan i održiv razvoj zračnog prometa. Ova strategija priprema sustav na iznimno povećanje europskog zračnog prometa odnosno ukazuje na potrebe razvitka u području kapaciteta. Također je detaljno opisana inicijativa Jedinstvenog europskog neba koja se sastoji od dva regulatorna paketa, čiji ciljevi se temelje na smanjenju troškova, kašnjenja zrakoplova te skraćivanju udaljenosti zbog fragmentiranosti zračnog prostora.

U trećem poglavlju opisana je harmonizacija i integracija europskog sustava upravljanja zračnim prometom, odnosno neefikasnost sustava kontrole zračnog prometa. Glavni problem temeljen je na različitosti računalnih sustava za obradu podataka. U poglavlju se također govori o uspostavi prvog skupa načela za tri razine upravljanja zračnim prometom i uvođenju FUA koncepta.

U četvrtom poglavlju govori se o učinkovitosti u zračnog prometu i o četiri ključna područja mjerenja učinkovitosti, sigurnosti, okolišu, kapacitetu i ekonomskoj isplativosti. Svako od tih područja zasebno je analizirano te je opisan njihov utjecaj u pogledu napretka Jedinstvenog europskog neba.

Peto poglavlje, Metodologija mjerenja performansi, temelji se na obradi podataka za prvo i drugo referentno razdoblje Jedinstvenog europskog neba. Ovo poglavlje govori nam o Planu mjerenja učinkovitosti, odnosno o brojčanom prikazu u pogledu povećanja kapaciteta, smanjenja nepotrebnih troškova i skraćenja ruta čime se posljedično smanjuju emisije štetnih

plinova. Također je opisan i jedan od temeljnih funkcionalnih blokova zračnog prostora Jugoistočne Europe, FAB CE.

U šestom poglavlju opisani su neki operativni koncepti unaprjeđenja ATM sustava u koje spadaju fleksibilno korištenje zračnog prostora, slobodno korištenje ruta u zračnom prostoru, operacije kontinuiranog penjanja i spuštanja te kolaborativno donošenje odluka u suradnji sa zračnim lukama. Ovi koncepti trebali bi pomoću europskom ATM-u u smislu smanjenja troškova, razine buke i štetnih emisija zračnih plinova te osigurati razvitak sustava.

Na kraju rada u zaključku sintetizirani su glavni rezultati tematske obrade i projekcija daljnjeg razvoja sustava upravljanja zračnim prometom.

2. PREGLED BIBLIOGRAFSKIH IZVORA U TEMATICI RADA

U tematskom istraživanju i izradi diplomskog rada koristili su se glavni strategijski i regulativni dokumenti te priručnici, znanstveni i stručni radovi, kao i raspoloživi internetski izvori. Informacije koje se nalaze u izvorima su vjerodostojne, točne i usko povezane sa tematikom rada.

Korišteni su izvori Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva (ICAO), publikacije koje je izdala Europska organizacija za sigurnost plovidbe (EUROCONTROL) čiji je djelokrug rada usko vezan za upravljanje u zračnoj plovidbi.

Također su korišteni bibliografski izvori Europske agencija za sigurnost zračnog prometa (EASA), koja je uz EUROCONTROL najvažnija regulativna organizacija europskog zračnog prometa, čime se potvrđuje kredibilnost i vjerodostojnost informacija i podataka korištenih u radu. Korišteni sui izvori publicirani od strane Međunarodnog udruženja zrakoplovnih prijevoznika (IATA).

Najveći broj internetskih izvora preuzet je sa službenih stranica EUROCONTROLA. Ostale relevantne informacije preuzete su sa internetske stranice Skybrary, koja sadrži detaljnu bibliografsku bazu u području zračnog prometa i šire u zrakoplovstvu.

Osim navedenih izvora, ekspertna obrada teme oslanja se u najvećoj mjeri na znanstvene i nastavne sadržaje Zavoda za zračni prometa Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu te pripadajuću bazu projekata Hrvatske znanstvene bibliografije.

3. SUSTAV UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM U EUROPI

3.1 Harmonizacija i integracija europskog sustava upravljanja zračnim prometom

Europski program harmonizacije i integracije kontrole zračnog prometa (eng. European Air Traffic Control Harmonisation and Integration Programme – EATCHIP) usvojen je 1990. godine na sastanku ministara ECAC-a kao strategija razvoja zračnog prometa s ciljem osiguranja potrebnog kapaciteta u oblasnim centrima kontrole zračnog prometa do kraja dvadesetog stoljeća. Kako bi se ublažio negativni utjecaj nekompatibilnih segmenata, prije svega kontrole zračne luke, koji nisu bili uključeni u početni razvoj koncepta "En-Route ATC", EATCHIP je proširen APATSI programom.

EUROCONTROL, kao organizacija koja upravlja EATCHIP programom, nakon izvršene evaluacije performansi i stanja kontrole zračnog prometa naglasilo je u svom izvješću o izrazitoj neefikasnosti sustava kontrole zračnog prometa. Problem je bio istaknut u iznimno velikom broju različitih sustava te mnoštvu različitih proizvođača kompjutera i programskih jezika. Zbog tako velike različitosti, razmjena znanja i informacija vršila se samo na osnovnoj razini [2].

Godine 1992. EATCHIP-ova Radna skupina za strukturu i upravljanje zračnim prostorom uspostavila je prvi skup načela za tri razine upravljanje zračnim prostorom. Za koncept fleksibilnog upravljanja zračnim prostorom (eng. Flexible Use of Airspace – FUA), prema EATCHIP-ovu izvještaju, smatra se da pruža kontrolu zračnog prometa s mogućnošću povećanja kapaciteta zračnog prostora. Također, izvješće EUROCONTROL-a naglasilo je da će korištenje koncepta FUA dovesti do:

- Povećanja ATC kapaciteta i smanjenja kasnjenja generalnog zračnog prometa (eng. General Air Traffic);
- Učinkovitijeg načina razdvajanja operativnog zračnog prometa (eng. Operational Air Traffic) i GAT-a;
- Poboljšanja civilno/vojne koordinacije u stvarnom vremenu i smanjenja potreba za segregacijom zračnog prostora;

- Boljeg definiranja i uporabe privremenih segregiranih područja u skladu sa vojnim operativnim zahtjevima [16].

EATCHIP se sastojao od tri faze. U prve dvije faze je tako razrađen radni program koji je definirao planove za razvoj ATM sustava do 1998. godine, a treća faza započela je implementacijskim mjerama kako bi se ti definirani planovi postigli.

Strategija upravljanja zračnim prometom za Europu implementira se pomoću tzv. europskog konvergencijskog i implementacijskog plana (eng. European Convergence Implementation Plan – ECIP-a) koji je razvijen od strane EUROCONTROL-a. Aktivnosti ovog plana odnose se na sve aspekte ATM područja poput organizacije i upravljanja zračnim prostorom, zrakoplovnih informacijskih sustava, sigurnosne regulative i okoliša. ECIP dokument (danas ESSIP – European Single Sky Implementation Programme) koristi se kao srednjoročni plan koji se fokusira na potrebne promjene za idućih pet do sedam godina [17].

Na temelju prijašnje tri faze EATCHIP-a razvijen je europski ATM sustav (eng. European Air Traffic Management System – EATMS). Europski ATM sustav općenito se mora orijentirati na sljedeća područja: kapacitet, sigurnost, efikasnost, očuvanje okoliša, ekonomska isplativost, ujednačenost i nacionalni sigurnosni zahtjevi.

Izvješća o gotovo svim ciljevima programa i planova izdaje upravo organizacija koja je i odgovorna za iste, EUROCONTROL, a izdaje ih kroz vlastiti ured performansi (eng. Performance Review Commission – PRC) [2].

3.2. ATM strategija 2000+

ATM strategija 2000+ uvedena je u veljači 1997. godine kao nastavak na prijašnje strategije međuvladine organizacije ECAC (eng. European Civil Aviation Conference) i to na zahtjev ministra transporta članica ECAC-a. Glavni razlozi uvođenja nove strategije jest mogućnost nastavka pružanja usluga u europskom ATM-u (eng. Air Traffic Management) i priprema na iznimno povećanje ATM-a i cjelokupnog kapaciteta zračnog prostora.

Za prijedlog razvitka strategije bio je zadužen Odbor kojeg čine predstavnici država, pružatelji usluga, operateri zračnih luka, korisnici zračnog prostora, EUROCONTROL, Europska komisija, industrija, strukovne udruge, međunarodne organizacije te FAA (eng. Federal Aviation Administration). Strategija uzima u obzir promjene u zrakoplovnom okruženju i njihove povezane tehnologije za budućih 15 do 20 godina te se temelji na dosad napravljenom i nadolazećem radu kao dio ECAC En-Route i zrakoplovnih strategija devedesetih [1].

Glavni cilj strategije jest osigurati ekonomičan, siguran, brz i redoviti protok zračnog prometa za sve faze leta, putem ATM usluga koje su razmjerne i prolagodljive svim zahtjevima korisnika europskog zračnog prostora. Usluge ATM moraju zadovoljiti potražnju i nacionalne sigurnosne zahtjeve te biti globalno uskladive, ekološki održive i ujednačne prema istima načelima [2].

Ciljevi ATM Strategije 2000+ u koraku prate namjere ECAC-ove ATM Institucijske Strategije i već od samog početka primjenjivanja rezultirati će efektivnim povećanjem korištenja zračnog prostora i zračnih luka, i pružiti će maksimalnu slobodu kretanja svih korisnika zračnog prostora sa pozitivnim rezultatom omjera troškova-koristi. No, glavna prekretnica je zapravo stvaranje jake predanosti svih država na svim razinama, vojnim i civilnim, kako bi pružili učinkovit, pravovremen, djelotvoran i povezani proces dizajniranja zračnog prostora u skladu sa odlukama ministara [1].

Iako Strategija 2000+ teoretski ima svoju “valjanost” do 2015. godine, njezin okvir strateškog planiranja i dalje se primjenjuje.

3.3. Jedinstveni zračni prostor Europe- “Single European Sky”

Inicijativa jedinstvenog zračnog prostora Europe (eng. Single European Sky) uglavnom je temeljena na tzv. “bijelom dokumentu”. Dokument je izdan od strane Europske Komisije 1996. godine i u njemu je izneseno kako je manjak kapaciteta postojećeg sustava rizik za budući razvitak zračnog prometa u Europi. Neefektivnost usluga u zračnoj plovidbi odgovorno je za dodatne troškove u iznosu od 4 milijarde eura godišnje (2 mlrd. za kašnjenja zrakoplovnih kompanija; 1,2 mlrd. za proširenje ruta i 0,6 mlrd. za dodatne troškove zračne plovidbe).

Inicijativa jedinstvenog zračnog prostora Europe izvorno je pokrenuta od strane Europske Komisije 1999. godine kada je došlo do nezadovoljstva zbog kašnjenja u zračnoj plovidbi koja su iskusile zračne kompanije, a i sami putnici. Inicijativa SES-a pokušava riješiti probleme fragmentiranosti zračnog prostora odnosno smanjiti njezinu rascjepkanost kako bi se povećao sami kapacitet istog odnosno uspostavila bolja protočnost zračnog prometa [3]. Ta ista fragmentiranost prosječno doprinosi dodatnih 40-ak kilometara ukupnoj udaljenosti pojedinog leta što za posljedicu ima trošenje dodatnog goriva, proizvodnju veće količine štetnih plinova te već spomenuto povećano kašnjenje. Usporedno sa Sjedinjenim Američkim Državama koja ima istu količinu zračnog prostora sa puno većim prometom, ukupni troškovi daleko su niži, gotovo u omjeru 1:2 [4].

Uz samu modernizaciju ATM infrastrukture i povećanje ukupne učinkovitosti ATM-a, također jedan od ciljeva SES-a je i bolje definiranje odgovornosti regulatora i operatora, poboljšanje obavljanja usluga u zračnoj plovidbi i reduciranje troškova usluga [3].

Implementacija SES-a započela je 2004. godine kada je Europska Komisija usvojila paket od četiri regulative:

- Interoperabilnost sustava europske ATM mreže;
- Pružanje navigacijskih usluga na prostoru SES-a;
- Organizacija i korištenje zračnog prostora;
- Pravni okviri uspostave Jedinstvenog zračnog prostora Europe.

Iako su regulative na prvi pogled bile obećavajuće, problemi su se javili kod procesa integracije unutar funkcionalnih blokova zračnog prostora gdje je došlo do tehničkih i organizacijskih poteškoća, problema sa suverenitetom te ponajviše zabrinutosti država članica zbog odgovornosti vezane za njihov zračni prostor [5]. Prvi regulatorni paket tako nije uspio riješiti zadana očekivanja u pogledu poboljšanja performansi ATM-a u Europi stoga je u lipnju 2008. godine napravljena revizija koja je nazvana SES II. Drugim regulatornim paketom prebačen je fokus sa kapaciteta na performanse. Glavni ciljevi drugog paketa regulativa su poboljšanje ekonomske, financijske i okolišne učinkovitosti usluga u zračnoj plovidbi, a regulativa se sastoji od četiri stupa u kojima svaki od njih donosi određene mjere s ciljem povećanja operativnosti:

- **Reguliranje performansi** (eng. Performance Regulation) – stup koji pokriva postojanje nezavisnog tijela za reguliranje performansi (eng. Performance Review Body) i koji je postavio funkcionalne blokove zračnog prostora (eng. Functional Airspace Blocks) obaveznim do prosinca 2012. god;
- **Jedinstveni sigurnosni okvir** (eng. Single Safety Framework) – ovim stupom ovlasti Europske agencije za sigurnost zračnog prometa (eng. European Aviation Safety Agency) osnovane 2002. god. proširene su na sljedeća područja pokrivanja: aerodrome, upravljanje zračnim prometom i pružanje navigacijskih usluga;
- **Nove tehnologije** (eng. Opening door to new technologies) - treći stup odnosi se na tehnološki napredak SES-a. Europska Komisija pokrenula je modernizacijski program zvan SESAR koji bi kroz projekte potencionalno trebao podići ATM na višu razinu;
- **Kapaciteti zračnih luka** (eng. Airport capacity) – politika Europske Unije usmjerena je na jačanje kapaciteta zračne luke tamo gdje postoji potražnje, te osigurava da zrakoplovnim kompanijama i putnicima budu pruženi visoki standardi sigurnosti i usluge. Tako je četvrtim stupom Europska Komisija utemeljila tzv. "zvjezdarnicu" zračne luke kako bi mogla nadgledati i razmjenjivati informacije o kapacitetu na zračnoj luci s ciljem uvida u njegov potencijalni maksimum [6].

Uz ova četiri stupa regulative važno je napomenuti o mogućnosti postojanja i petog stupa, ljudskog faktora, jer je upravljanje zračnim prometom aktivnost koja je temeljena na ljudima.

Projekti usvajanja i implementacije Jedinstvenog europskog neba, SES-a (2004. god), te drugog paketa Jedinstvenog europskog neba, SES II (2009. god.), koji su za posljedicu imali poboljšanje i usklađivanje prekogranične suradnje, osiguranje bolje operativnosti, povećanje

provedbenost kod upravljanja zračnim prometom, dodavanje novih područja odgovornosti EASA-e, nisu davali u potpunosti očekivane rezultate za razdoblje 10 godina od početka njihovog pokretanja. Europska komisija je stoga odlučila uložiti dodatan napor kako bi poboljšala SES projekt u 2012. godini. Povjerenik Europske Unije za transport Siim Kallas zaprijetio je državama članicama Europske unije sa određenim sankcijama i to zbog nedostatka napretka funkcionalnih blokova zračnog prostora koji su zapravo temelj Jedinstvenog europskog neba,a koji su više bili orijentirani na područja u vezi sa protokom zračnog prometa umjesto na nacionalne granice. Tako je najavio privremeno ažuriranje odnosno dodatak drugom regulatornom paketu Jedinstveno europsko nebo II + (SES II+). Dva glavna cilja ovog dodatka su odlazak korak dalje u primjeni modela ekonomske regulacije sa unaprijeđenjem u okviru neovisnog nadzora i nadvladavanje većeg broja preklapanja u zakonodavstvu i nedosljednosti koji su bili prisutni u SES II paketu [7].

3.4. Pet "stupova" uspješnosti Jedinstvenog europskog neba

3.4.1. TEHNOLOGIJA

SESAR je tehnološki program pokrenut od Europske Unije s ciljem poboljšanje performansi upravljanja u zračnom prometu i to modernizacijom i harmonizacijom ATM sustava unutar Europe kroz definiranja, razvitak, provjeru i implementaciju inovativnih tehnologija i operativnih ATM rješenja. Ta inovativna rješenja nazivaju se SESAR-ov koncept operacija.

Koncept operacija određen je u Europskom ATM Master Planu koji također definira operativne promjene i plan za njihovu implementaciju. Komponente koncepta su razvijene i provedene od strane zajedničkog poduzeća SESAR-a (eng. SESAR Joint Undertaking). Kroz SESAR se uvode skladni programi s ciljem povećanja globalne interoperabilnosti pružajući smjernice svim ATM inicijativama u Europi [8].

U SESAR-ov istraživački program uloženo je više od 2 milijarde eura u razvojnoj fazi te na njemu radi oko 3000 ljudi s ciljem poboljšanja učinkovitosti ATM sustava. Dobra vijest upućuje na dobivene pozitivne i ohrabrujuće rezultate istraživačkih faza novih koncepata, međutim profit će biti na nižoj razini od očekivane i pojaviti će se dosta kasnijem periodu.

Važno je napomenuti da će implementacija SESAR-a donijeti samo dio ciljeva na visokoj razini za razvitak SES-a i tu dolazi do pitanja razvijenosti tehnološkog stupa u odnosu na

preostale stupove, što bi moglo rezultirati nezadovoljnim rezultatima i malim profitom. Upitno postaje i dugotrajnost SESAR JU-a i njihov napredak s ciljem daljnje implementacije i poboljšanja SESAR-a jer proračun od 3 milijarde eura koji predlaže Europska Komisija za razdoblje od 2014. do 2020. godine nije odobren [3].

3.4.2. SIGURNOST

Od postojanja zračnog prometa sigurnosti se pridaje velika važnost i nastoji se dogurati na što višu razinu. U zrakoplovstvu od srpnja 2002. godine zbog kontinuiranog rasta prometa, ograničenih kapaciteta i zagušenja na zračnim lukama te time postojanja različitosti u usklađenosti nacionalnih sigurnosnih regulativa, u području sigurnosti uspostavlja se Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (eng. European Aviation Safety Agency - EASA). Struktura EASA-e sastoji se od pet uprava: izvršne uprave; strategije i upravljanje sigurnošću; uprave za certificiranje; uprava za standarde letačkih operacija te resursi i potpora. Neki od glavnih zadataka agencije su:

- usklađivanje propisa i certificiranje;
- razvijanje jedinstvenog zrakoplovnog tržišta EU;
- donošenje tehničkih pravila u zrakoplovstvu;
- odobravanje poduzeća koja projektiraju, proizvode i održavaju aeronautičke proizvode;
- pružanje sigurnosnog nadzora i potporu državama članicama EU;
- promicanje europskih i svjetskih sigurnosnih standarda, itd., [9].

Ovlasti Agencije drugim regulatornim paketom proširuju se na područja aerodroma, pružanja navigacijskih usluga te upravljanja zračnim prometom.

3.4.3. LEGISLATIVNI OKVIR

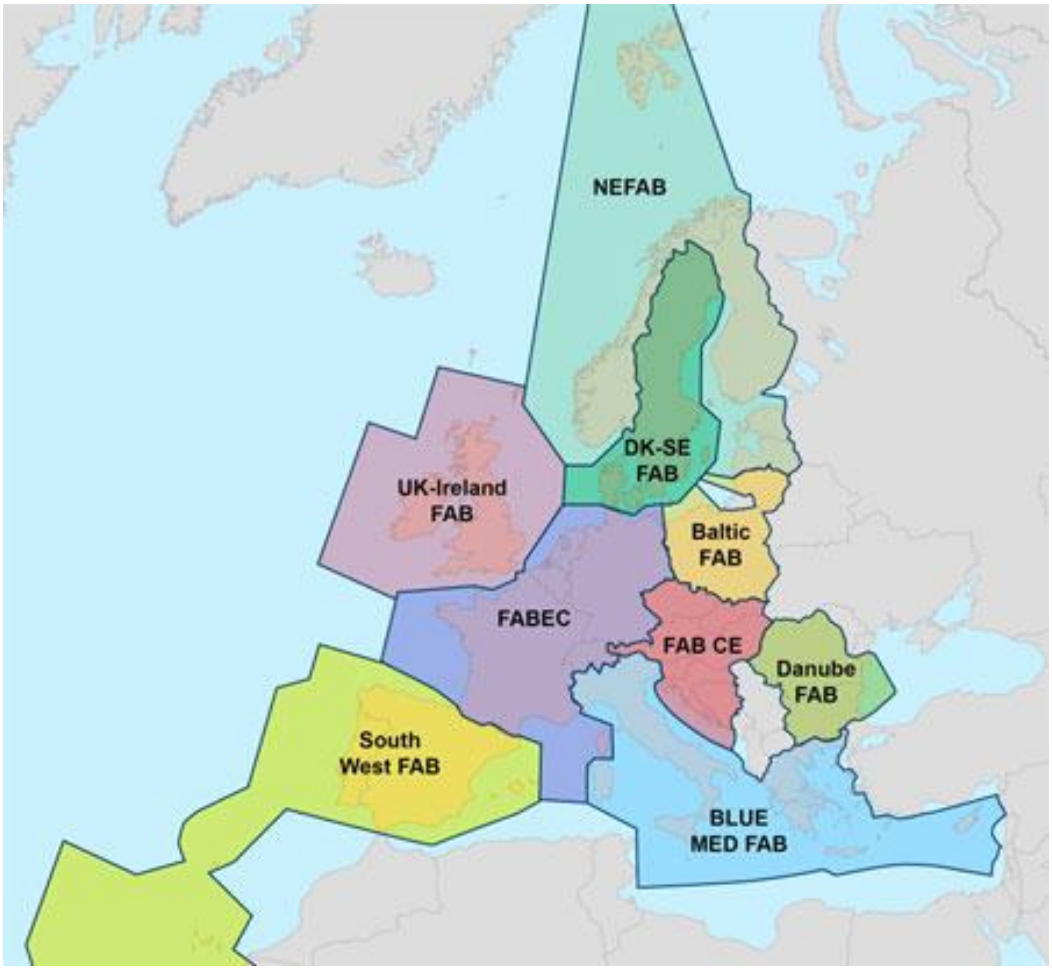
3.4.3.1. FUNKCIONALNI BLOKOVI ZRAČNOG PROSTORA

Zračni prostor u Europi organiziran je na fragmentirani način za razliku od zračnog prostora Sjedinjenih Američkih Država. Svaki put kada zrakoplov uđe u prostor država članica, bude uslužen od različitih pružatelja usluga u zračnoj plovidbi (eng. Air Navigation Service Provide – ANSP), i to na temelju različitih pravila i operativnih zahtjeva. Fragmentacija zračnog prostora Europe ima negativne karakteristike, a pod to se podrazumijeva negativan utjecaj na sigurnost, limitirani kapacitet i stvaranje dodatnog troška.

Ključna stvar za poboljšanje kapaciteta, učinkovitosti, sigurnosti i smanjenje troškova usluga u zračnoj plovidbi jest kroz pojačanu suradnju i integraciju preko granica. Stvaranje funkcionalnih blokova zračnog prostora temeljni je mehanizam za uspješnost Jedinstvenog europskog neba i predstavlja okvir koji bi vodio racionalnoj organizaciji zračnog prostora, uspješnom pružanju usluga te ispunjenju očekivanja za korisnike zračnog prostora.

Koncepti funkcionalnih blokova zračnog prostora (eng. Functional Airspace Blocks – FAB) definirani su u prvom legislativnom paketu SES-a 2004. god., a razvijanje se nastavilo drugim legislativnim paketom 2009. god. Utemeljeno je devet FAB-ova od strane Europske Komisije (Slika 1.):

- FAB Ujedinjeno Kraljevstvo-Irska (UK, Irska);
- Dansko-Švedski FAB (Danska, Švedska);
- Baltički FAB (Poljska, Litva);
- FAB Plavi Mediteran (Italija, Malta, Grčka, Cipar);
- FAB CE (Češka, Slovačka, Austrija, Mađarska, Hrvatska, Slovenija, BiH);
- FAB EC (Francuska, Njemačka, Belgija, Nizozemska, Luksemburg i Švicarska);
- DANUBE FAB (Bugarska, Rumunjska);
- NE FAB (Estonija, Finska, Latvija, Norveška);
- SW FAB (Portugal, Španjolska).



Slika 1. - Funkcionalni blokovi zračnog prostora

Izvor: https://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Europe/FABEC/Functional%20airspace%20blocks/ (17.06.2018.)

Krajem 2017. godine projekt implementacije svih FAB-ova smatran je neuspjelim od strane Revizorskog suda Europske unije (eng. European Court of Auditors). Funkcionalni blokovi nisu uspjeli defragmentirati Europski zračni prostor jer nisu bili implementirani u potpunosti. Usluživanje zrakoplova i dalje je od različitih pružatelja usluga u svakoj državi sa različitim pravilima i potrebama. Razlog neuspjeha implementacije svih FAB-ova smatra se zbog nedostatka predanosti projektu od strane država članica [10].

3.4.3.2. MREŽNI UPRAVITELJ

Mrežni upravitelj je operativni dio Jedinstvenog europskog neba i prema Uredbi Komisije (EU) br. 677/2011. njegov zadatak je upravljanje mrežnim funkcijama ATM-a poput dizajniranja zračnog prostora i upravljanja protokom, no isto tako i zadaćama poput alokacije transponderskih kodova i radiofrekvencijama. Mrežni upravitelj bavi se omogućavanjem

tečnosti operacija i reagira kada dođe do mrežnih problema, a spektar njegove suradnje proteže se zajedno sa općim interesima pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, zračnim lukama, civilnim i vojnim zračnim prostorom diljem 43 države Europe.

Europska komisija nominirala je EUROCONTROL Mrežnim upraviteljem u srpnju 2011. godine sa mandatom koji traje do kraja drugog referentnog razdoblja Plana mjerenja učinkovitosti (eng. Performance Scheme) koje završava krajem prosinca 2019. godine.

Četiri su glavne funkcije Mrežnog upravitelja:

- kreiranje i razvitak rutne mreže putova;
- pružanje središnje funkcije za dodjelu frekvencija;
- koordinirati poboljšanja kod dodjele kodova sekundarnom radaru;
- upravljanje funkcijama protoka zračnog prometa.

Mrežni upravitelj također pridonosi poboljšanju Europskog ATM sustava tako da:

- pomaže ANSP-u, korisnicima civilnog i vojnog zračnog prostora i zračnim lukama u smislu povećanje performansi široke europske mreže;
- zajednički pomaže pri izradbi strategija, planova i prioriteta;
- pomaže u procesu poboljšanja efikasnosti ruta;
- balansira zahtjeve sa dostupnim kapacitetom;
- konsolidira informacije u centraliziranu ATM bazu podataka;
- predviđa, monitorira i analizira performanse mreže, itd.

Europska komisija kao pokretač Mrežnog upravitelja osigurava da isti bude podložan odredbama Plana mjerenja učinkovitosti i to kroz Plan rada mreže (eng. Network Performance Plan). Tako plan rada mreže ističe poboljšanja u četiri ključna područja performansi. Tu spadaju:

1.) Sigurnost – Mrežni upravitelj koristi sigurnosni pristup u rješavanju svojih zadatka i to utvrđujući žarišne mrežne točke, predlažući akcijske planove za smanjenje ili izbjegavanje rizika, itd.;

2.) Okoliš - gdje će se dizajnirati efikasnija struktura zračnog prostora i promovirati bolje iskorištenje istog;

3.) Kapacitet - gdje Mrežni upravitelj planira smanjiti kašnjenja na maksimalnih 0,5 minuta po letu godišnje;

4.) Ekonomičnost – gdje se Mrežni upravitelj zalaže za nastavak svojeg djelovanja i to na najefektivniji i najekonomičniji mogući način [11].

3.4.3.3. PLAN MJERENJA UČINKOVITOSTI

Plan mjerenja učinkovitosti (eng. Performance Scheme) Jedinstvenog europskog neba napravljen je s ciljem postavljanja i provedbe obvezujućih ciljeva za Države članice EU, kako bi se uspostavilo bolje pružanje usluga u zračnoj plovidbi uz niže troškove. Razlog postojanja Plana učinkovitosti je zbog povećanja potražnje za zračnim prometom iz godine u godinu, a samim time i potrebe za modernizacijom europskog ATM-a kako bi procesi upravljanja cjelokupnim zračnim prometom tekli besprijekorno. Plan također osigurava povećanje kapaciteta što bi rezultiralo manjim vremenima kašnjenja zrakoplova, uštedi na nepotrebnim troškovima za putnike i zračne luke, skraćivanju zračnih puteva i smanjenju emisija štetnih plinova [12].

Sigurnosni aspekti Plana mjerenja učinkovitosti koordinirani su od strane Europske komisije zajedno sa EASA-om, uključujući postavljanje, reviziju, dosljednost i provedbu ključnih pokazatelja sigurnosti i ciljeva sigurnosti.

Nacionalna nadzorna tijela (eng. National Supervisory Authorities – NSA) imaju ključnu ulogu u implementaciji Plana mjerenja učinkovitosti. Tako su odgovorna za elaboraciju na nacionalnoj ili funkcionalnoj razini FAB-ova te za monitoriranje Planova mjerenja učinkovitosti i ciljeva.

Implementacija Plana mjerenja učinkovitosti provodi se kroz dva referenta razdoblja. Prvo razdoblje trajalo je od 2012. do 2014. godine, a zatim je započelo drugo referetno razdoblje čiji završetak bi trebao biti u 2019. godini.

Glavni ciljevi projekta Jedinstvenog europskog neba temelje se upravo na Planu mjerenja učinkovitosti i kako bi se ti planovi ostvarili i poboljšala cjelokupna učinkovitost pružanja

usluga u zračnoj plovidbi definirana su četiri ključna područja na kojima se temelji poboljšanje:

- sigurnost;
- okoliš;
- kapacitet;
- ekonomska isplativost [13].

Nastavak i detaljniji opis ključnih područja sadržan je u jednom od sljedećih poglavlja.

3.4.4. ZRAČNE LUKE

Zračne luke četvrti su „stup“ SES II regulatornog paketa i one su u EU-u vrijedna imovina. Nekoliko glavnih zračnih luka u narednim godinama pati od sve veće preopterećenosti, dok mnoge druge ostaju i dalje nedovoljno iskorištene.

Od 2004. godine inicijativom za Jedinstveno europsko nebo djeluje se na poboljšanju uporabe europskog zračnog prostora, uz ublažavanje negativnih posljedica fragmentacije europskog zračnog prostora. Zračne luke uključene u SES pridonose ciljevima SES-a i to u okviru SESAR-a. Bez dovoljnog kapaciteta na zemlji, uspješnost SESAR-a dovodi se na nestabilnu razinu.

EUROCONTROL je u svom izvješću „Izazovi rasta“ iz 2013. godine utvrdio smanjenje kapaciteta u sljedećih 20 godina. Zbog ograničenih kapaciteta tijekom 2035. godine neće se moći ostvariti 1,9 milijuna letova, što iznosi oko 12% potražnje. U Europi će 20 zračnih luka biti preopterećeno više od šest sati dnevno, dok je to u 2012. bio slučaj u samo njih tri.

Gledajući dugoročno, kapaciteti zračnih luka moraju biti izgrađeni kao i infrastruktura terminala i uzletno-sletnih staza. Glavni cilj širenja zračne luke mora se temeljiti na poboljšanju povezanosti na održivoj ekonomskoj osnovi. Također smatra se da o kapacitetima zračnih luka ovisi i politički pristup. Europska unija zajedno sa državama članicama i ostalim sudionicima, uključujući socijalne partnere, mora donijeti generalnu

stratešku odluku i izjasniti se o tome koje će zračne luke biti važne za cjelokupni sustav u narednim godinama [14].

Što se tiče zračnih luka izvan Europe, mnoge zemlje napreduju u tom pogledu. Kina je izgradila gotovo 80 zračnih luka. Turska, Dubai i Singapur grade divovske platforme koje će moći primiti do 160 milijuna putnika – znatno više od najveće zračne luke na svijetu danas, a to je Atlanta s 96 milijuna putnika.

3.4.5. LJUDSKI ČIMBENICI

Ljudski čimbenici, koji spadaju u peti "stup" potreban za uspješan razvitak Jedinstvenog europskog neba, imaju najmanji stupanj napretka u odnosu na ostale. Iako cijeli sustav ima svoje nedostatke, u najranjivije područje spadaju upravo ljudski čimbenici. Njihov glavni fokus u ATM-u odnosi se na poboljšanje utjecaja na ljudske sposobnosti kako bi se uspješno mogao izvršiti široki spektar zadataka na različitim razinama i to individualno, grupno i organizirano.

Dokazano je da ljudski čimbenici imaju izuzetan utjecaj na sigurnost. Bez uspješnosti ljudskih čimbenika, nova SES tehnologija neće se moći u potpunosti iskoristiti i samim time neće biti dobiveni željeni rezultati. Zato je potrebna, i pridaje se, veća pozornost na bolje planiranje angažmana osoblja ANSP-a [15].

4. PERFORMANSE UPRAVLJANJA ZRAČNIM PROMETOM

Učinkovitost (eng. performance) u zračnom prometu iznimno je bitna i to zbog razloga mjerenja postignuća određenog zadatka. Postoje četiri ključna područja mjerenja učinkovitosti (eng. Key Performance Area – KPA) upravljanja zračnim prometom: sigurnost, okoliš, kapacitet, isplativost. Za potrebe postavljanja ciljeva, svakom ključnom području učinkovitosti odgovara jedan ili više ključnih pokazatelja performansi. Performanse usluga u zračnoj plovidbi ocjenjuju se u odnosu na obvezujuće ciljeve za svaki ključni pokazatelj performansi. Za uspješno zadovoljavanje svih razina učinkovitosti, potrebno ju je postaviti i provesti na dvije razine, europskoj i nacionalnoj ili razini FAB-ova. Učinkovitost upravljanja provodi se kroz dva referentna razdoblja. U prvom referentnom razdoblju od 2012. do 2014. godine, ciljevi su bili postavljeni unutar područja okoliša, kapaciteta i isplativosti.

4.1. SIGURNOST

Sigurnost, kao jedan od glavnih ciljeva Jedinstvenog europskog neba, imala je zadovoljavajući učinak u civilnom zrakoplovstvu, no kako bi se ona poboljšala i dovela na još višu razinu, ICAO je u to vrijeme promovirao načela upravljanja sigurnošću. Ta načela povezana su sa implementacijom Sustava upravljanja sigurnošću (eng. Safety Management System – SMS) u industrijske organizacije i sa Nacionalnim planom sigurnosti (eng. State Safety Programme – SSP) u državama članicama. Uz to, EASA, države članice, Europska komisija i EUROCONTROL krenuli su sa proaktivnim pristupom i sa boljom suradnjom kako bi razvili Europski zrakoplovni sigurnosni program (eng. European Aviation Safety Programme – EASP) s ciljem poboljšanja sigurnosti i ispunjavanja zakonskih obaveza Država članica.

ICAO Aneks 11 i Aneks 14 propisuju da bi države članice trebale utemeljiti SSP na razini država kako bi postigli prihvatljivu razinu sigurnosti (eng. Acceptable Level of Safety – ALoS). ALoS temeljena je na kombinaciji od tri razine sigurnosnih pokazatelj učinkovitosti:

- Sigurnosne mjere kao informacije u vezi sa događajima s visokim posljedicama: 1. razina SPI-a pruža opću procjenu sigurnosti i informira javnost i sudionike;

- Mjerenje sigurnosti izvedbe događaja: 2. razina SPI-a fokusira se na ključna rizična područja koja zahtjevaju određene mjere;
- Sigurnosne potrebe: 3. razina SPI-a pruža informacije o učinkovitosti tih mjera.

Sigurnost je globalni problem i za nju bi se trebali postaviti precizni ciljevi određivanja i poboljšanja učinkovitosti. Kako bi se pridao značaj sigurnosti i ostalim SES čimbenicima, predloženo je da ciljevi učinkovitosti budu nadgledani kroz tri indikatora za prvo referentno razdoblje:

- Učinkovitost upravljanja sigurnošću (eng. Safety Management Effectivness – SME);
- Alat za analizu rizika (eng. Risk Analysis Tool) - metodologija koja se koristi za klasificiranje sigurnosnih pojava u ATM domeni i koja analizira dva tipa pojave vezane za sigurnost: operativne i tehničke;
- Just Culture - dobrovoljno prijavljivanje pogrešaka.

4.2. OKOLIŠ

Utjecaj zrakoplovstva na okoliš i klimu prvenstveno je povezan sa emisijama ugljikovog dioksida (no usko je vezan i sa efikasnošću goriva). Također pod ostale emisije koje bivaju ispuštene u okoliš spadaju oksidi dušika, oksidi sumpora i čađa.

Lokalna kvaliteta zraka postaje sve važnije pitanje na europskim zračnim lukama. Pružatelj usluga u zračnoj plovidbi (eng. Air Navigation Service Provider – ANSP) pridonosi poboljšanju lokalne kvalitete zraka kroz dizajne u postupcima dolaska i odlaska zrakoplova, operativnu učinkovitost te kroz učinkovitost letenja i emisija tijekom polijetanja, slijetanja i taksiranja.

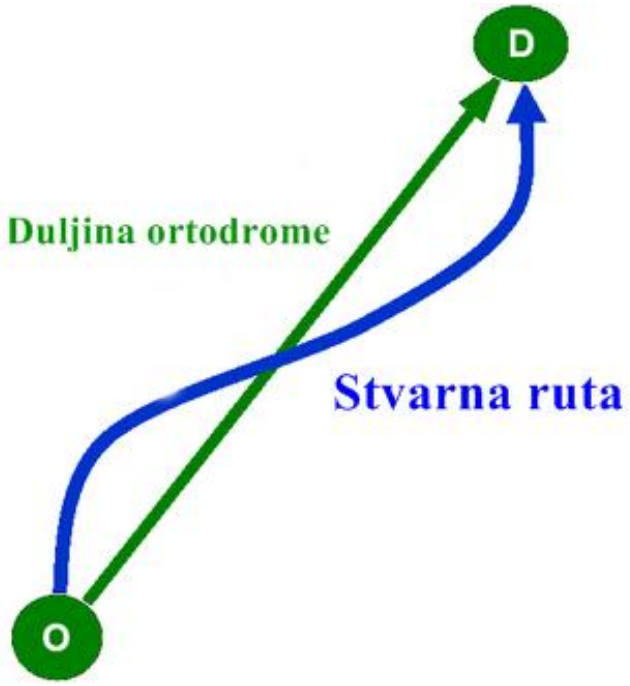
Još jedan problem današnjih zračnih luka je potreba za uravnoteženjem rasta prometa i buke, koje se negativno odražava na stanovništvo naseljeno u samoj blizini zračnih luka. Procjenjuje se da je oko 2,5 milijuna ljudi izloženo buci iz 71 velike europske zračne luke.

Zrakoplovi sa svojim štetnim emisijama proizvedu oko 3,5% od ukupnih emisija proizvedenih u Europi. Samo 6% od tih 3,5% povezan je sa uslugama u zračnoj plovidbi (eng. Air Navigation Service – ANS). No, glavna neučinkovitost ANS-a vezana je uz putanje

zrakoplova, a na to se još nadovezuje i neučinkovitost u terminalnom području i u fazi taksiranja zrakoplova [18].

Učinkovitost u području leta na ruti (eng. en route flight efficiency) sastoji se od horizontalne i vertikalne komponente. Horizontalna učinkovitost leta (eng. Horizontal flight efficiency) definira se kao usporedba između duljine trajektorije i najkraće udaljenosti između krajnjih točaka (Slika 2.). Veći ekološki značaj pridaje se horizontalnoj komponenti i očituje se u produljenju rute.

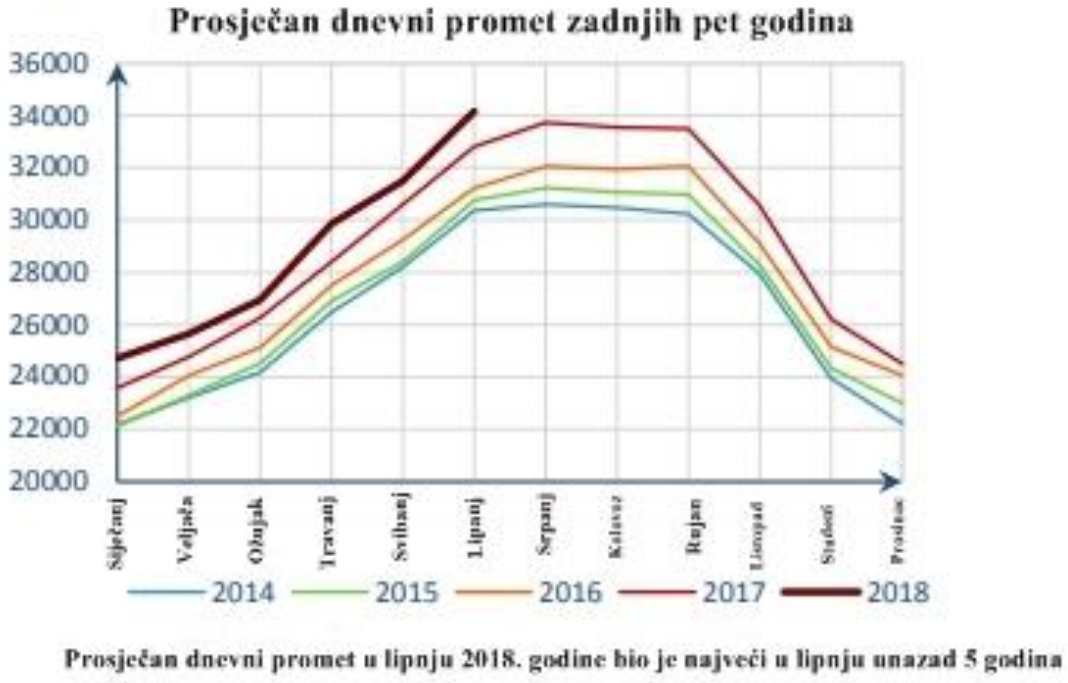
Kod izračuna produljenja ruta uzimaju se svi komercijalni IFR letovi unutar europskog zračnog prostora te letovi s polijetanjem i slijetanjem izvan europskog zračnog prostora. Produljenjem ruta povećava se potrošnja goriva zrakoplova i shodno tome proizvede se više emisija štetnih plinova čime se zagađuje okoliš. Glavni zadatak ostaje i dalje pronalaženje načina za što manjom potrošnjom goriva kako bi se, što je više moguće, očuvao okoliš [19].



Slika 2. - Horizontalna učinkovitost leta prikazana kroz trajektoriju leta (eng. Flight length) i najkraće udaljenosti između krajnjih točaka (eng. Great Circle Distance)
Izvor: http://ansperformance.eu/references/methodology/horizontal_flight_efficiency_pi.html (21.07.2018.)

4.3. KAPACITET

Ključni pokazatelj učinkovitosti za kapacitet definiran je minutama koji određeni zrakoplov kasni na ruti. Zračni promet konstantno raste (Slika 3.) i to nam potvrđuje iznos od 4,1% povećanja prometa u lipnju 2018. godine u odnosu na isti mjesec 2017. godine. Razlozi kašnjenja zrakoplova mogu se podijeliti u nekoliko kategorija pa se razlikuju kašnjenja zbog: poremećaja u zračnom prostoru; zračnih luka; kontrole zračnog prometa i vremena.



Slika 3. - Prikaz prosječnog broja zrakoplova po mjesecima kroz zadnjih pet godina
Izvor: https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/nm-monthly-network-operations-report-overview-june-2018.pdf (09.08.2018.)

Nedostatak kapaciteta i unaprjeđenje funkcija upravljanja kapacitetom u europskoj mreži moguće je riješiti kroz tri koraka:

1. **Optimiziranjem kapaciteta** – upravljanje sektorima; balansiranje dolaznog i odlaznog kapaciteta na zračnoj luci; analiza liste letova; pregovaranje o ekstra povećanju kapaciteta; ATFCM; smanjenje kompleksnosti prometa; držanje u "holding";

2. **Iskorištenjem dostupnog kapaciteta** – rerutiranje; upravljanje razinama leta; ubrzanje prometa; kratkotrajne ATFCM mjere;
3. **Regulacijom prometne potražnje** – regulacija (slot alokacija); izdvajanje zrakoplova i primjena ATFCM mjera samo na njima; ograničavanje kapaciteta; taktičke mjere (min. intervali pri odlasku – MDI; min. razdvajanje zrakoplova,...) [2].

Gledajući općenito, glavni cilj u pogledu kapaciteta "na ruti" je da Mrežni upravitelj i Pružatelji usluga u zračnoj plovidbi zajednički razviju kapacitet "na ruti" koji će pružati optimalnu kvalitetu usluge. U pogledu kapaciteta zračnih luka, glavni cilj je povećanje vrijednosti zračnih luka i optimizacija protoka istih obzirom na dostupnu infrastrukturu, vremenske uvjete i raznolikost prometa, s ciljem postizanja prihvatljive razine kvalitete usluge.

4.4. ISPLATIVOST

Mrežni upravitelj, kao glavna jedinica koja brine o isplativosti zračnog prometa, kroz prvo referentno razdoblje je tzv. pametnim upravljanjem troškovima ostala u granicama budžeta. To je postignuto sljedećim postupcima:

- Pregledom godišnjeg programa Mrežnog upravitelja i konzultiranjem sa Odborom za budžet Mrežnog upravitelja kako bi utvrdili da je posao usklađen sa funkcijama Mrežnog upravitelja;
- Pregledom rashodnih zahtjeva kroz godinu kako bi se osiguralo da postoji čvrst poslovni slučaj;
- Pregledom plana ljudskih resursa kako bi se osiguralo da Mrežni upravitelj ima potrebne vještine za budući program rada.

Za postizanje isplativosti u drugom referentnom razdoblju, strategija Mrežnog upravitelja temeljena je na mnoštvu principa, a neki od njih su:

- Optimiziranje radnog programa Mrežnog upravitelja – integracija identificiranog područja za strateške mrežne projekte u sklopu radnog programa Mrežnog upravitelja bez povećanja ukupnih troškova Mrežnog upravitelja. Ovakav pristup osigurati će da

resursi za te projekte ostanu transparentni, imajući ukupne troškove Mrežnog upravitelja pod kontrolom;

- Pregled metoda i organizacija za isporučene operacije i usluge;
- Pregled svih troškova Mrežnog upravitelja, osobito onih koji su izvan kontrole Mrežnog upravitelja;
- Naplaćivanje pojedinačnim strankama za posao koji pridonosi lokalnoj učinkovitosti. Mrežni upravitelj generira prihode u područjima poput radnih programa zračnih luka;
- Proširenje geografskog djelokruga Mrežnog upravitelja na treće zemlje kako bi se stvorili učinci razmjera i smanjili troškovi po jedinicama usluge,…

Zadatak Mrežnog upravitelja kroz drugo referentno razdoblje temelji se i dalje na implementaciji svih potrebnih mjera kako bi se funkcije obavljale na najisplativiji mogući način, što će na kraju dovesti do uštede i manjih troškova. U te mjere spadaju: promijenjena uloga OPS sobe; kvalitetno određivanje aktivnosti upravljanja sigurnošću; integracija sigurnosnih aktivnosti bez novih dodatnih troškova; optimizacija poslovnog partnerstva i proceduralnih aktivnosti; smanjenje generalnih troškova i sažetak mjera ekonomičnosti implementirane u profile troška [21].

5. METODOLOGIJA MJERENJA PERFORMANSI U ZRAČNOJ PLOVIDBI

Ovo poglavlje Metodologija mjerenja performansi biti će temeljno na obradi podataka koji su vezani za ključna područja mjerenja učinkovitosti Jedinstvenog europskog neba, a to su sigurnost, kapacitet, okoliš i ekonomska isplativost. Usporedba podataka biti će napravljena za prvo (2012.-2014.) te za drugo referentno razdoblje (2015.-2019.) sa većim naglaskom na FAB CE. Svrha ovog poglavlja biti će uvid u informacije i učinkovitost inicijative Jedinstvenog europskog neba odnosno Plana mjerenja učinkovitosti. Potreba za modernizacijom europskog ATM sustava je neminovna, a Plan mjerenja učinkovitosti ima tendenciju povećanja kapaciteta zračnog prometa, čime se smanjuju vremena kašnjenja zrakoplova, štedi na nepotrebnim troškovima za putnike i zračne luke, skraćuju zračni putevi i smanjuju emisije štetnih plinova. Također, u poglavlju će biti opisan i jedan od temeljnih funkcionalnih blokova zračnog prostora srednje Europe, FAB CE.

5.1. Funkcionalni blok zračnog prostora Središnja Europa (FAB CE)

Kako bi se zadovoljile potrebe rasta zračnog prometa i transportne industrije, potrebna je fleksibilnost i harmonizacija europskog ATM sustava. Sa tim ciljem usvojena je SES inicijativa, čiji je zadatak ujedinjenje europskog zračnog prostora i to pomoću funkcionalnih blokova zračnog prostora.

FAB CE je zajednička inicijativa sedam država (Austrija, BiH, Hrvatska, Češka, Mađarska, Slovačka i Slovenija) i ANSP-ova (Slika 4.). ATM usluge u okviru FAB-a CE temeljene su na operativnim potrebama i protoku zrakoplova čime se dovodi do bolje horizontalne i vertikalne učinkovitosti, poboljšanja u produktivnosti i dosljednog poboljšanja kapaciteta. FAB CE nalazi se u samoj sredini Europe te upravlja sa ključnim preletima zrakoplova duž kontinenta. Prostor koji pokriva veći je od 529 000 km^2 koji je podijeljen u 63 zračna sektora i osam ACC-a. Stvaranjem FAB-ova koji ne ovise o državnim granicama omogućeno je optimizirano korištenje zračnog prostora i kapaciteta, čime je poboljšan protok zrakoplova iznad Europe.



Slika 4. - Prikaz država FAB-a CE

Izvor: https://en.hungarocontrol.hu/press-room/news/cef-grant-for-free-route-airspace (11.08.'18.)

Korištenjem koncepta slobodnih ruta unutar zračnog prostora (eng. Free Route Airspace – FRA) korisnici slobodno planiraju rutu unutar definiranih ulaznih i izlaznih točaka zračnog prostora. Ovaj koncept unutar FAB-a CE istovremeno omogućuje smanjenje kašnjenja letova, ali i mogućnost rada sa više zrakoplova [22].

Dosljednost ciljeva izvedbe na razini Europske unije jedna je od temeljnih osnova FAB-ova. U prvom referentnom razdoblju, koje je trajalo od 2012. do 2014. godine, ciljevi izvedbe postavljeni su na razini EU i državnoj razini, no ne i na razini FAB-ova koji će biti postavljeni za drugo referentno razdoblje. Prema Uredbi Komisije (EU) br. 691/2010 o utvrđivanju plana performansi za usluge u zračnoj plovidbi i mrežnih funkcija, svaka članica EU mora razviti vlastiti Plan mjerenja učinkovitosti koji sadrži ciljeve izvedbe na nacionalnoj razini koji je dosljedan europskoj. Tako je u FAB-u CE pet država članica (Austrija, Češka, Slovenija, Slovačka i Mađarska) predalo svoj nacionalni Plan mjerenja učinkovitosti Europskoj komisiji dok je Republika Hrvatska tek za drugo referetno razdoblje, slijedom uključenja u EU 2013. godine.

5.2. Analiza podataka učinkovitosti kroz referentna razdoblja

5.2.1. Sigurnost

Glavni sigurnosni cilj prvog referentnog razdoblja bio je poboljšanje i harmonizacija izvještavanja diljem Europe (kroz redovito praćenje vodećih i zaostajućih pokazatelja). Iako ciljevi za povećanje sigurnosti nisu bili postavljeni za vrijeme trajanja razdoblja, u obzir se uzimaju tri ključna pokazatelja učinkovitosti, a to su: učinkovitost upravljanja sigurnošću (eng. Safety Management Effectivness - SME), primjena RAT metode (eng. Risk Analysis Tool - RAT) i dobrovoljno prijavljivanje pogrešaka (eng. Just Culture - JC).

U drugom referentnom razdoblju temeljni korak za napredak vrši se kroz poboljšanje upravljanja rizicima. Stoga, okvir za razvoj indikatora učinkovitosti i ciljeva drugog referentnog razdoblja trebao bi potaknuti kontinuirano poboljšanje sigurnosti i ATM sustava u Europi.

Uzimajući u obzir sve regulatorne zahtjeve i ciljeve, strateški smjer sigurnosti za vrijeme drugog referentnog razdoblja u Planu mjerenja učinkovitosti trebao bi se temeljiti na:

- održavanju i poboljšanju razine sigurnosti uz istodobno poboljšanje ukupne učinkovitosti usluga u zračnoj plovidbi kroz okoliš, kapacitet i isplativost, i
- usmjeravanju kretanja Europe prema proaktivnom upravljanju sigurnosti, rizika i učinkovitosti [18].

5.2.1.1. Učinkovitost upravljanja sigurnošću

Prema ICAO-u, sustav za upravljanje sigurnošću (eng. Safety Management System – SMS) definiran je kao sustavni pristup upravljanja sigurnošću koji uključuje potrebne organizacijske strukture, odgovornosti, politike i procedure. SMS pružatelja usluga u zračnoj plovidbi obuhvaća sustav organizacijskih procesa, postupaka i praksi zajedno sa sljedećim komponentama: SMS organizacijskom strukturom, planiranjem sigurnosti, mjerenjem i praćenje sigurnosne učinkovitosti, anketama o razini sigurnosti, prijavljivanje i istraživanje incidenata, itd. Kultura sigurnosti zajedno sa SMS-om čine glavni temelj za unaprjeđenje SMS-a pojedinih pružatelja usluga [23].

Za razdoblje prvog referentnog razdoblja, odnosno u 2012. godini, rezultati učinkovitost upravljanja sigurnošću (eng. Effectivness of Safety Management – EoSM) pokazuju kako je najbolju učinkovitost imala Irska sa 84,7%, Velika Britanija sa 83,7%, Italija sa 79,8% i

Malta sa 74,2%, a u države sa najmanjom učinkovitošću spadaju Luksemburg sa 28,7%, Češka sa 38,3%, Grčka sa 40,2% te Nizozemska sa 40,8%.

Rezultati prema pojedinim pružateljima usluga ukazuju kako su najbolju učinkovitost postigli NAVIAIR (Danska) sa 89%, DFS (Njemačka) sa 85,5 %, NATS NERLS (UK) sa 84,1% te HUNGAROCONTROL (Mađarska) sa 83,6%. Među pružatelje koji bi trebali unaprijediti sustav su HANSP (Grčka) sa 42,1%, ANA (Luksemburg) sa 43,1%, LGS (Latvija) sa 57,3%, NAV (Portugal) sa 60% te CYATS (Cipar) sa 60,1% [24].

Važno je napomenuti kako je u to vrijeme EUROCONTROL postavio cilj da će podržati 22 pružatelja usluga kako bi unaprijedili svoje sustave upravljanja sigurnošću i to kroz:

- razvoj smjernica za najbolju praksu upravljanja zračnim prometom;
- strukturiranim pristupom identifikacije ključnih područja sigurnosnih rizika;
- prikupljanjem informacija o operativnoj sigurnosti;
- usklađenim pristupom upravljanja sigurnošću unutar funkcionalnih blokova zračnog prostora. [25]

Gledajući usporedno prvo i drugo referentno razdoblje prema pružateljima usluga u okviru FAB-a CE, može se zaključiti kako je učinkovitost upravljanja sigurnošću prema pružateljima usluga u zračnoj plovidbi u porastu. Prikaz usporedbe rezultata EoSM-a može se vidjeti u tablici 1.

Tablica 1. - Prikaz rezultata EoSM-a prema pružateljima usluga za prvo i drugo ref.razdoblje

STATE	ANSP	FAB	EoSM Score (2012)	EoSM Score (2015)	EoSM Score (2016)	EoSM Score (2017)
Austrija	Austro Control	FAB CE	80	90	91	91
Hrvatska	Croatia Control	FAB CE		77	82	85
Češka	ANS CR	FAB CE	81	83	83	83
Mađarska	HungaroControl	FAB CE	83,6	78	77	79
Slovačka	LPS SR	FAB CE	71	88	86	89
Slovenija	Slovenia Control	FAB CE	73	74	70	76

Izradio: Autor, podaci preuzeti sa: [40]

Najveći EoSM rezultat u 2017. godini u analizi svih pružatelja usluga dobio je DFS (Njemačka) sa ocjenom 94/100, a prati ga ENAIRE (Španjolska) i SKYGUIDE (Švicarska)

sa ocjenom 93/100. Među pružatelje sa najlošijim rezultatom u 2017. godini spadaju PANSA (Poljska) sa ocjenom 45 i CYATS (Cipar) sa ocjenom 58.

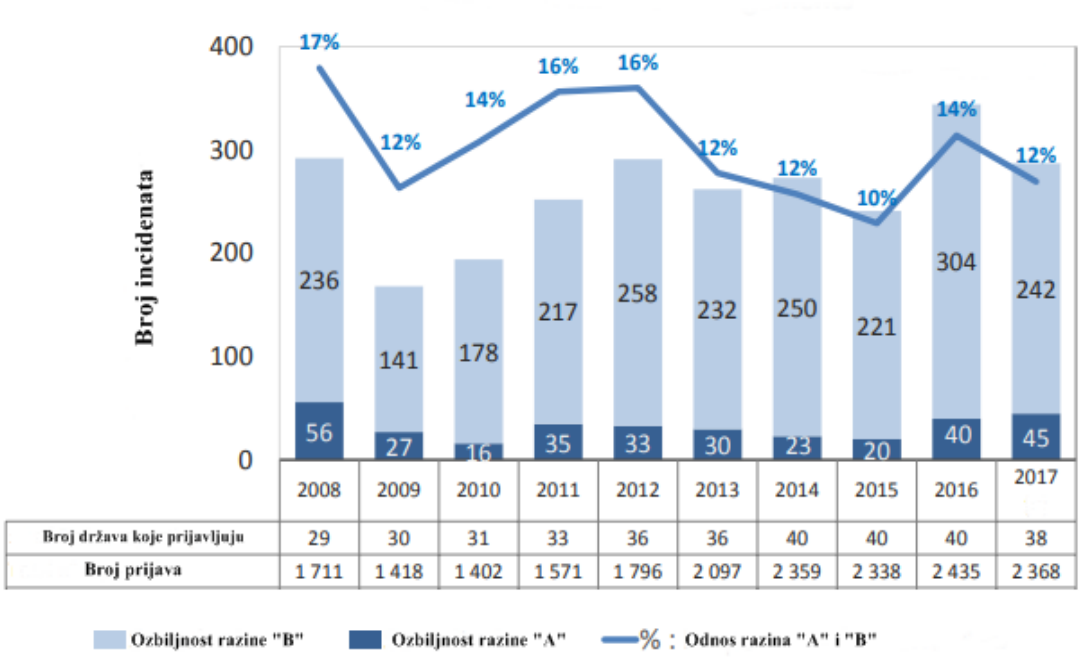
5.2.1.2. RAT metoda

Metoda analize rizika (RAT metoda) koristi se za klasificiranje pojava vezanih za sigurnost u području ATM-a. RAT metoda proučava dva tipa pojave, operativne i tehničke. Tu spadaju:

- narušavanje minimalne separacije zrakoplova (eng. Separation Minima Infringements – SMI);
- neodobren ulaz na uzletno sletnu stazu (eng. Runway Incursion – RI);
- specifični tehnički događaji tijekom upravljanja zračnim prometom (eng. ATM Specific Technical Events).

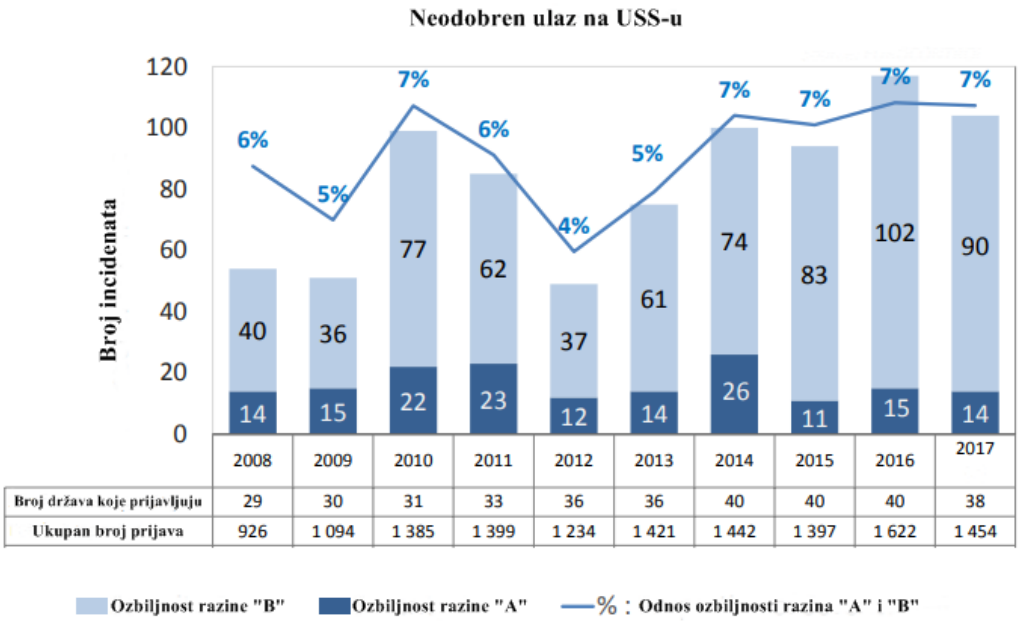
Pod narušavanjem minimalne separacije smatra se minimalna udaljenost između dva zrakoplova koja se ne bi smjela prekršiti kako bi se smanjio rizik od sudara zrakoplova. Separacija postoji kod polijetanja, slijetanja i horizontalnog leta.

Na slici 5. može se vidjeti broj prijavljenih incidenata po godinama. Prema rezultatima može se vidjeti kako je broj ukupnih prijavljenih narušavanja separacije (ozbiljnost razine A + ozbiljnost razine B) smanjen u 2017. godini sa 344 na 287 (-16,6%). Ozbiljne nezgode zrakoplova (razina ozbiljnosti "A") porasle su u ukupnom proju sa 40 na 45. No, valja uzeti u obzir i činjenicu da svake godine veličina prometa raste. Ozbiljne nezgode (razina ozbiljnosti "B") smanjene su u 2017. godini sa 304 na 242. Općenito, ukupan broj prijavljenih događaja povećan je za 45,7% u 2017. godini u odnosu na prethodnu. Razlog tome je najviše zbog implementacije Uredbe (EU) br. 376/2014 Europskog parlamenta i vijeća o izvješćivanju, analizi i naknadnom postupanju u vezi s događajima u civilnom zrakoplovstvu.



Slika 5. - Prikaz broja prijavljenih incidenata ozbiljnosti razine “A” i “B”
Izvor: Performance Review Report, 2017. (16.08.2018.)

Kada se analizira broj neodobrenih ulaza na USS-u, u drugom referentnom razdoblju, taj broj je znatno veći za incidente ozbiljnosti razine “B” (slika 6.). Broj prijavljenih incidenata razine ozbiljnosti “A” ostao je otprilike na istom nivou kroz oba referentna razdoblja, osim u 2015. godini kada je dostigao brojku 26.

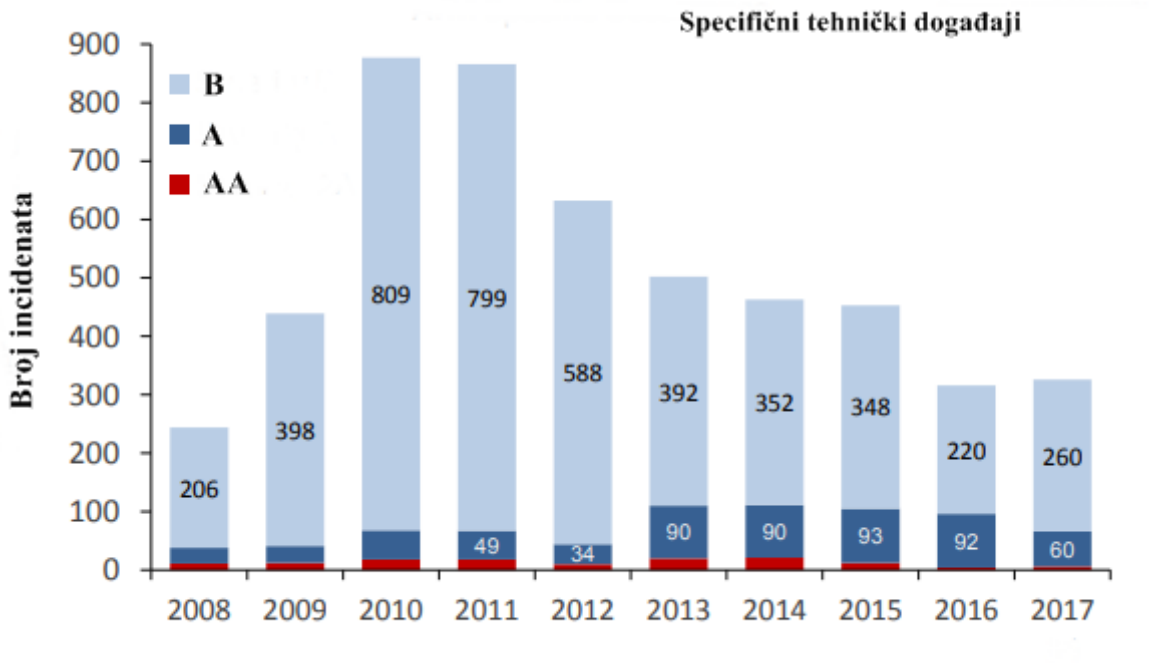


Slika 6. - Broj neodobrenih ulaza na USS-u
Izvor: Performance Review Report, 2017. (16.08.2018.)

Zadnji tip RAT metode su specifični tehnički događaji. Tu postoje 3 kategorije ozbiljnosti rizika:

- AA - potpuna nemogućnost pružanja ATM usluga
- A - ozbiljna nemogućnost pružanja usluga
- B - djelomična nemogućnost pružanja usluga

Ukupan broj prijavljenih ATM specifičnih tehničkih incidenata smanjen je za 7,9% u 2017. godini. Ukupan broj incidenata povećan je sa 316 na 326 u 2017. godini odnosno za 3,2%. Prikaz broja incidenata prema razinama ozbiljnosti može se vidjeti na slici 7.



Slika 7. - Broj specifičnih tehničkih incidenata ATM-a
Izvor: Performance Review Report, 2017. (17.08.2018.)

5.2.1.3. Kultura pravednosti (Just Culture)

Jedna od ključnih postavki za implementaciju sigurnosne regulacije je razvoj i afirmacija kulture pravednosti unutar zrakoplovnih organizacija, regulatora i istražnih vlasti. Kažnjavanje pilota i kontrolora zračnog prometa novčanim kaznama i suspenzijom njihovih licencija može obeshrabriti ostale operatore od prijavljivanja bilo kakvih pogrešaka. Kultura pravednosti ne podržava potpunu zaštitu operatera u zrakoplovnim incidentima i nesrećama. Kultura pravednosti podržava potrebu za komunikacijom i služi unaprjeđenju sustava u sektoru sigurnosti zrakoplovstva te potiče uzajamno povjerenje i razumijevanje relevantnosti operaterovih aktivnosti i odgovornosti.

Postoje četiri vrste ponašanja koje mogu imati utjecaj na narušavanje sigurnosti: ljudska pogreška, nesmotreno ponašanje, nemarno ponašanje i namjerno kršenje pravila. Opće je poznatno kako je ljudska pogreška neizbježna, stoga kultura pravednosti potiče na što više prijavljivanje incidenata i stvaranje klime povjerenja kako bi se sustav sigurnosti poboljšao [26].

EUROCONTROL zajedno sa Europskom komisijom, EASA-om i suradnjom sa državama koristi određene indikatore i koji se razmatraju s ciljem ocjenjivanja razine implementacije

kulture pravednosti. Pri definiranju indikatora koriste se upitnici u kojim se ispituju tri područja: politika i njeno provođenje, pravosuđe i izvještavanja o incidentima te istraga. Na pitanja upitnika odgovara se potvrdnim ili negativnim odgovorom kako bi se otkrili otkloni u svakom od ta tri područja [27].

Rezultati ispitivanja u dvije odabrane godine u oba referentna razdoblja ukazuju kako su se u drugom referentnom razdoblju poboljšali rezultati o razini primjene "just culture" koncepta.

Tablica 2. - Prikaz razine implementacije kulture pravednosti po državama u FAB-u CE

		2014 (I. ref. razdoblje)		2017 (II. ref. razdoblje)	
DRŽAVE	FAB	DA	NE	DA	NE
AUSTRIJA	FAB CE	16	2	21	3
HRVATSKA	FAB CE			20	4
ČEŠKA	FAB CE	12	6	22	2
MAĐARSKA	FAB CE	6	12	22	2
SLOVAČKA	FAB CE	13	5	20	4
SLOVENIJA	FAB CE	12	6	22	2

Izradio: Autor, podaci preuzeti sa: [40]

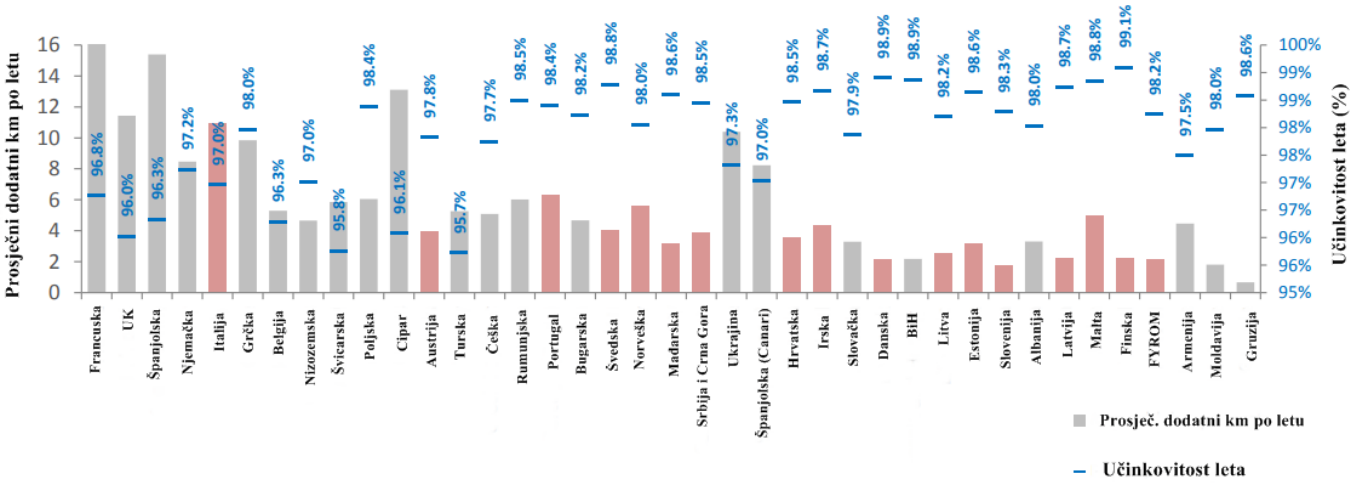
5.2.2. Okoliš

Ključni pokazatelj učinkovitosti u području okoliša je horizontalna učinkovitost. Učinkovitost horizontalnog leta mjeri se kroz razliku produljenje rute između stvarne putanje i duljine ortodrome. Poboljšanjem učinkovitosti leta smanjuje se razlika između planirane rute leta i ortodrome. Određenim operativnim konceptima poput prilaženja s neprekinutim snižavanjem, postupka kontinuiranog uspona zrakoplova te konceptom slobodnog korištenja ruta u zračnom prostoru moguće je postići povećanje učinkovitosti leta. Usklađeno djelovanje uvjetnih ruta u zračnom prostoru također spada u načine poboljšanja učinkovitosti [28].

Europski ATM sustav trebao bi postati učinkovitiji u pogledu horizontalnog leta, iako se usporedno veličina zračnog prometa povećava. 100% učinkovitost leta nije moguće dosegnut i to zbog sigurnosti, vremena i problema u području kapaciteta.

Horizontalna učinkovitost leta u pogledu ispunjenih planova leta povećala se sa 95,4% u 2016. godini na 95,6% u 2017. godini na Pan-europskoj razini, a učinkovitost stvarne putanje se povećala sa 97,1% na 97,3% u 2017.

Na slici 8. prikazana je ukupna dodatna stvarna putanja po državama te učinkovitost leta. U grafikonu su crvenom bojom prikazane države koje imaju u potpunosti implementiran koncept slobodnog korištenja ruta (FRA).



Slika 8. - Prikaz prosječnih dodatnih km po letu i učinkovitost leta

Izvor: Performance Review Report, 2017. (20.08.2018.)

Rezultati analize ukazuju kako Francuska ima ispod prosječnu učinkovitost leta sa dugačkim prosječnim segmentom leta (i visokim prometnim volumenom) zbog čega postoji znatna količina ukupnih dodatnih kilometara. Među državama sa niskom letnom učinkovitosti i volumenom prometa, Francuska, UK, Španjolska i Njemačka stvaraju gotovo dvije trećine ukupnih dodatnih kilometara u 2017. godini. Također, za države u kojima je u potpunosti implementiran FRA, može se vidjeti kako imaju manji prosječan broj dodatnih kilometara u odnosu na one države gdje FRA nije u potpunosti implementiran.

5.2.3. Kapacitet

Učinkovitost u području kapaciteta mjeri se minutama kašnjenja na ruti uzrokovanih nedovoljno efektivnim upravljanjem protoka zračnog prometa.

Ukupna kašnjenja povećana su za 110,1% u lipnju 2018.godine u odnosu na lipanj 2017.god. Kašnjenja "na ruti" povećana su za 150,2%, najviše zbog ATC kapaciteta/osoblja, a zatim zbog vremena i industrijskih akcija. Kašnjenja na zračnoj luci povećana su za 20,4%, pretežito zbog vremena i kapaciteta aerodroma [20].

Tijekom prvog referentnog razdoblja postavljeni ciljevi za smanjenje kašnjenja iznose:

- 0,7 i 0,6 min prosječnog kašnjenja po letu za 2012. odnosno 2013. godinu
- 0,5 min prosječnog kašnjenja po letu za 2014. godinu.

Za drugo referentno razdoblje (2015.-2019.) prikaz podataka može se vidjeti u tablici 3.

Tablica 3. - Prikaz stvarnog i planiranog kašnjenja po godinama kroz drugo ref. razdoblje

Godina	Stvarno kašnjenja na ruti (min./letu)	Ukupno letova	Planirano kašnjenje	Odnos stvarnog i planiranog kašnjenja
2015	0,76	9 242 345	0,5	0,26
2016	0,91	9 505 573	0,5	0,41
2017	0,94	9 267 068	0,5	0,44
2018			0,5	

Izradio: Autor, podaci preuzeti sa: [40]

Na temelju podataka iz tablice može se zaključiti kako je stvarno kašnjenje zrakoplova veće od planiranog te se ujedno i povećava s godinama. Glavni uzrok kašnjenja ostaje i dalje zbog nedovoljnog kapaciteta ATC osoblja.

Analizirajući kašnjenja po FAB-ovima, dinamika kretanja može se vidjeti u tablici 4.

Tablica 4. - Prikaz kašnjenja prema FAB-ovima

FAB (temeljen na FIR-u)	Planirano kašnjenje	Stvarno kašnjenje (2017.)	Stvarno/planirano (2017.)
Baltički FAB	0,21	0,1	-0,11
FAB Plavi Mediteran	0,37	0,23	-0,14
DANUBE FAB	0,03	0,01	-0,02
DK-SE FAB	0,1	0,02	-0,08
FAB CE	0,28	0,18	-0,1
FABEC	0,42	1,15	0,73
NEFAB	0,13	0,02	-0,11
SW FAB	0,31	0,4	0,09
UK-IRSKA FAB	0,26	0,16	-0,1

Izradio: Autor, podaci preuzeti sa: [40]

Na temelju tablice može se vidjeti kako je u većini FAB-ova stvarno kašnjenje manje od planiranog čemu se zapravo i teži. Izuzetak je FAB EC i SW FAB u kojima je stvarno kašnjenje već od planiranog.

5.2.4. Ekonomska isplativost

Prilikom svakog prolaska odnosno leta u kontroliranom zračnom prostoru, korisnici (prijevoznici) moraju platiti usluge koje im se pružaju prilikom leta u tom prostoru. Sustav naplate naknada u Europi uveo je EUROCONTROL. Naplatu vrši EUROCONTROL-ov ured pod nazivom Centralni ured za naplatu rutnih naknada (eng. Central Route Charging Office – CRCO). CRCO izdaje samo jedan račun za let ili niz letova, bez obzira na broj država koje zrakoplov tijekom leta preleti. Račun se izdaje na mjesečnoj bazi, te se ispostavlja zrakoplovnim operaterima. CRCO zatim prikuplja sredstva od operatera te ih distribuira pružateljima usluga.

Sustavu naplate podliježu svi zrakoplovi osim:

- zrakoplova čija je maksimalna masa u polijetanju manja od dvije tone;
- letovi koji se odvijaju isključivo u misiji prijevoza državnika, premijera i ministara u vladi; i
- letovi koji se odvijaju u svrhu potrage i spašavanja.

Postoje dva režima naplate naknada:

- naplata rutnih usluga (za prijevoznike koji lete u gornjem zračnom prostoru – "en route")
- naplata terminalnih usluga (za prijevoznike koji polijeću i slijeću)

Ukupna naknada po letu jednaka je zbroju naknada nastalih u zonama naplate pojedinih država:

$$R = \Sigma\ r_i$$

Naknada za svaku pojedinačnu naplatnu zonu ri računa se kao umnožak jedinične naknade (Unite Rate) ti i broja jedinica usluga si:

$$r_i = t_i * s_i$$

Broj jedinica usluga izračunava se kao umnožak faktora duljine leta di i faktora mase p:

$$s_i = d_i * p$$

Faktor duljine leta di jednak je jednoj stotini duljine ortodrome (izraženoj u km) između:

- aerodrome polijetanja (ako je unutar zone) ili točke ulaska u naplatnu zonu; i
- aerodrome prvog slijetanja (ako je unutar zone) ili točke izlaska iz promatrane naplatne zone

Prilikom računanja oduzima se vrijednost 20 NM za svako polijetanje i slijetanje unutar teretorija država članica.

Sljedeći dio jednadžbe predstavlja faktor mase p koji ovisi o maksimalnoj propisanoj težini zrakoplova pri polijetanju (eng. Maximum Take-off Weight – MTOW), a izračunava se prema formuli:

$$p = \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$$

Jedinična naknada t_i predstavlja ključni pokazatelj učinkovitosti u području isplativosti [2].

U tablici 5. može se vidjeti prikaz jediničnih cijena za države članice FAB-a CE. Jedinična cijena dobije se dijeljenjem prognozirane troškovne osnovice zone naplate tijekom referentne

godine i predviđenog broja uslužnih jedinica (jedinica naplate) koje će se generirati u zračnom prostoru te iste godine.

Tablica 5. - Prikaz jediničnih cijena po državama

Države	FAB	Jedinična cijena (2013.) u eurima	Jedinična cijena (veljača 2017.) u eurima	Jedinična cijena (2018.) u eurima
Austrija	FAB CE	70,06	72,78	73,18
Hrvatska			46,64	49,78
Slovenija		66,59	64,67	64,92
Mađarska		41,19	35,44	38,52
Češka		44,74	42,1	41,81
Slovačka		60,77	52,61	52,63

Izvor: Autor, podaci preuzeti sa: [40]

6. OPERATIVNI KONCEPTI UNAPRJEĐENJA ATM SUSTAVA

6.1. Fleksibilno korištenje zračnog prostora (FUA)

Fleksibilno korištenje zračnog prostora (eng. Flexible Use of Airspace) jedan je od koncepata operativnog unaprjeđenja ATM sustava koji je bio predstavljen u ožujku 1996. godine, a razvijen je od strane civilnih i vojnih predstavnika država ECAC-a zajedno sa predstavnicima operatora zrakoplova. Uvođenje koncepta se temelji na načelu da je zračni prostor jedan kontinuum koji će se dodjeljivati za svakodnevno korištenje i prilagoditi zahtjevima korisnika. Upotrebnom FUA-e zračni prostor više se ne definira kao "samo civilni" ili "samo vojni" zračni prostor, već se smatra jedinstvenim i dodjeljuje se prema potrebama korisnika zračnog prostora. Također, svaka podjela zračnog prostora je privremena i temelji se na korištenju u stvarnom vremenu u određenom vremenskom razdoblju. Fleksibilni zračni prostor također pretpostavlja kako neposredne veličine zračnog prostora nisu ograničene nacionalnim granicama [28].

FUA koncept je razvijen u tri razine koje odgovaraju civilno-vojnim koordinacijskim zadatcima:

- Prva razina – strateška – definirana nacionalna politika zračnog prostora i uspostavljena predodređena struktura zračnog prostora;
- Druga razina – pred-taktička – dnevna alokacija zračnog prostora prema zahtjevima korisnika;
- Treća razina – taktička – korištenje zračnog prostora u stvarnom vremenu omogućujući OAT i GAT operacije.

Korištenje FUA koncepta omogućuje:

- povećanje ekonomičnosti leta kroz smanjenje duljine, trajanja leta i potrošnje goriva;
- uspostavu poboljšanih ATS mrežnih ruta i sektorizaciju zračnog prostora pružajući: porast kapaciteta kontrole zračnog prometa i smanjenje kašnjenja generalnog zračnog prometa (GAT);
- efikasniji način odvajanja vojnog i civilnog zračnog prometa;
- unaprijeđenu civilno-vojnu koordinaciju u stvarnom vremenu;
- smanjenje radnog opterećenja kontrolora zračnog prometa;

- smanjenje potrebe za segregacijom zračnog prostora;
- definiranje i korištenje privremeno izdvojenog područja (eng. Temporaray Segregated Area – TSA) u skladu sa operativnim zahtjevima vojne kontrole zračnog prometa [29].

U konceptu fleksibilnog korištenja zračnog prostora koristi se samo onim strukturama zračnog prostora koje su prikladne za privremeno korištenje. Tako postoji mnogo različitih struktura u koje spadaju uvjetne rute, privremeno rezervirano područje, zračni prostor reducirane koordinacije, prethodno koordinirani zračni prostor i prekogranično područje [2].

6.2.Slobodno korištenje ruta u zračnom prostoru (FRA)

Slobodno korištenje ruta u zračnom prostoru (eng. Free Route Airspace) također spada među koncepte operativnog unaprjeđenja ATM sustava. FRA znači da su korisnici određenog zračnog prostora u mogućnosti slobodno planirati rutu između definirane točke ulaza i definirane točke izlaza iz zračnog prostora, s mogućnošću usmjeravanja putem međuprostornih točaka.

EUROCONTROL je 2008. godine inicirao razvitak koordinacije i implemetaciju FRA u suradnji sa civilnim i vojnim stručnjacima za dizajn zračnog prostora, državama članicama ECAC-a, Pružateljima usluga u zračnoj plovidbi, korisnicima zračnog prostora, organizacijama za planiranje letova i ostalim važnim međunarodnim subjektima.

Za FRA se smatra da je način koji će riješiti probleme koji zahvaćaju zrakoplovstvo, a to su učinkovitost, kapacitet i problemi vezani uz okoliš. Predviđalo se da uštede u pogledu udaljenosti mogu biti čak do 25 000 nautičkih milja dnevno. Letne udaljenosti mogu se smanjiti za oko 7,5 milijuna nautičkih milja što je otprilike jednako 45 000 tona uštođenog goriva, odnosno manje štetnih emisija za 150 000 tona tj. 37 milijuna eura uštede. Korisnici zračnog prostora postupno prilagođavaju svoje sustave planiranja leta kako bi u potpunosti iskoristili potencijal FRA. Većina država je odlučila početi sa limitiranom upotrebom FRA (za vrijeme noćnih sati), no s tendencijom postepene sve veće uporabe [30].

Do kraja 2015. godine, 31 oblasna kontrola zračnog prometa (eng. Area Control Center - ACC) je djelomično implementirala FRA. Do kraja 2017. godine, 51 oblasna kontrola je ili

potpuno ili djelomično implementirala FRA, što je nadmašilo brojku od 35 ACC-a koja je bila postavljena Planom učinkovitosti Mrežnog upravitelja. Dodatna ušteda od 60 000 do 75 000 NM može se očekivati do početka 2020. god. benefitima u pogledu goriva, okoliša, kapaciteta, troškova, a koristiti će se najkraće moguće rute čime će se reducirati vrijeme leta. Očekuje se da će većina europskog zračnog prostora implementirati FRA do kraja 2019. godine, a sav zračni prostor će imati ovu vrstu operacija do kraja 2021. odnosno početka 2022.

Uz već prethodno navedene prednosti, postoje i nedostatci odnosno izazovi (ali u manjini) za sveprisutne korisnike, a neki od njih su:

- konflikte će možda biti teže uočiti zbog širine i povećanog broja mogućih konfliktnih točaka;
- zrakoplov koji je isplanirao rutu pomoću točaka s geografskim koordinatama, može se naći u problemu kod vektoriranja kada posada dobije instrukciju da nastavi let po svojoj navigaciji;
- potreba za sustavnim poboljšanjem koordinacije između ANSP-a u slučaju da se FRA proširi izvan granica država;
- za zrakoplov koji leti duž sektorskih granica - vjerojatnost gubitka separacije u slučaju odstupanja od planirane rute (zbog vremenskih uvjeta) mora se pažljivije razmotriti;
- zrakoplovi koji lete pokraj ograničenog područja, a nemaju ugrađen sigurnosni sustav;
- potreba za optimizacijom sektoriziranja kako bi se bolje prilagodilo novim tokovima prometa;
- nedostatak fiksnih ruta povećava rizik od mrtvih točaka, i to u područjima nadležnosti i u blizini granica [31].

6.3. Kolaborativno donošenje odluka u suradnji sa zračnim lukama (A-CDM)

A-CDM (eng. Airport Collaborative Decision Making) ima za cilj poboljšanje ukupne učinkovitosti zrakoplovnih operacija na način da optimizira uporabu postojećih infrastrukturnih resursa i poboljša predviđanje događaja, što će u konačnici rezultirati povećanjem kapaciteta zračne luke. Fokus A-CDM-a prvenstveno je na vremenu zaokreta zrakoplova (eng. Aircraft Turn-Round Time) i predpoletnim procesima [32].

Implementacija A-CDM-a omogućuje svakom A-CDM partneru optimizaciju njihovih odluka u suradnji sa drugim partnerima A-CDM-a, znajući njihove sklonosti i ograničenja te stvarne i predviđene situacije. Donošenje odluka od strane partnera A-CDM-a je olakšano zbog mogućnosti dijeljenja točnih i pravodobnih informacija i prilagođenih postupaka, alata i mehanizama.

Temelj A-CDM koncepta čini šest elemenata:

- dijeljenje informacija (eng. Information Sharing);
- nadzor zrakoplova u ključnim operativnim fazama (eng. The Milestone Approach Turn-Round Process);
- varijabilno vrijeme vožnje (eng. Variable Taxi Time);
- kreiranje sekvence odlaznih zrakoplova (eng. Pre departure Sequence);
- CDM u nepovoljnim uvjetim (eng. CDM in Adverse Condition) i
- kolaborativni menadžment ažuriranja plana letova (eng. Collaborative Management od Flight Updates).

Element dijeljenje informacija podrazumijeva precizno i vremenski točno dijeljenje informacija između partnera A-CDM-a kako bi se postigla zajednička situacijska svjesnost i poboljšalo predviđanje događaja u prometu. Dijeljenje informacija je jezgra elemenata A-CDM-a koja se prva mora implementirati, no isto tako je i podloga za ostale elemente.

Nadzor zrakoplova u ključnim operativnim fazama drugi je element A-CDM-a čija je funkcija opisivanje i nadgledanje napretka leta i to od inicijalnog plana pa sve do polijetanja. Nadzor zrakoplova zajedno sa dijeljenjem informacija smatrani su temeljem za sve ostale elemente A-CDM-a.

Varijabilno vrijeme vožnje procijenjeno je vrijeme koje zrakoplov provede taksirajući između svojeg parkirnog mjesta i uzletno-sletne staze, ili obrnuto [33]. Obuhvaća vremena: odleđivanja zrakoplova i zaštitu zrakoplova od zaleđivanja, izguravanje zrakoplova s pozicije, vožnju zrakoplova na voznim stazama, čekanje zrakoplova na međupoziciji za čekanje i poziciji za čekanje, vožnju zrakoplova na uzletno-sletnoj stazi [34]. Elementi dijeljenje informacija i nadzor zrakoplova u ključnim operativnim fazama moraju biti implementirani prije elementa varijabilno vrijeme vožnje.

Kreiranje sekvence odlaznih zrakoplova četvrti je element A-CDM-a. To je redoslijed kojim zrakoplov planira odletjeti sa svojeg stajališta uzimajući u obzir sklonosti A-CDM partnera. Cilj ovog elementa je povećati točnost, unaprijediti fleksibilnost i poboljšati poštivanje mjesta istovremeno omogućavajući partnerima zračne luke da izraze svoje zahtjeve.

CDM u nepovoljnim uvjetima je element koji se sastoji od zajedničkog upravljanja kapacitetom zračne luke kada dođe do razdoblja predviđenog i nepredviđenog smanjenja kapaciteta. Cilj ovog elementa je postizanje zajedničke situacijske svjesnosti za partnere A-CDM-a, uključujući bolju informiranost putnika u iščekivanju poremećaja te ubrzani oporavak nakon poremećaja.

Posljednji element je kolaborativni menadžment ažuriranja plana letova. Ovaj element sastoji se od razmjena poruka o ažuriranju leta (eng. Flight Update Message – FUM) i informacija o planiranju odlaska (eng. Departure Planning Information – DPI) između mrežnih operacija i A-CDM-a, kako bi se procijenili dolazni letovi na CDM zračne luke i poboljšalo upravljanje ATFM slotova. Cilj ovog elementa je poboljšanje koordinacije između protoka zračnog prometa, upravljanja kapacitetima i operacija zračne luke na CDM zračnoj luci [34].

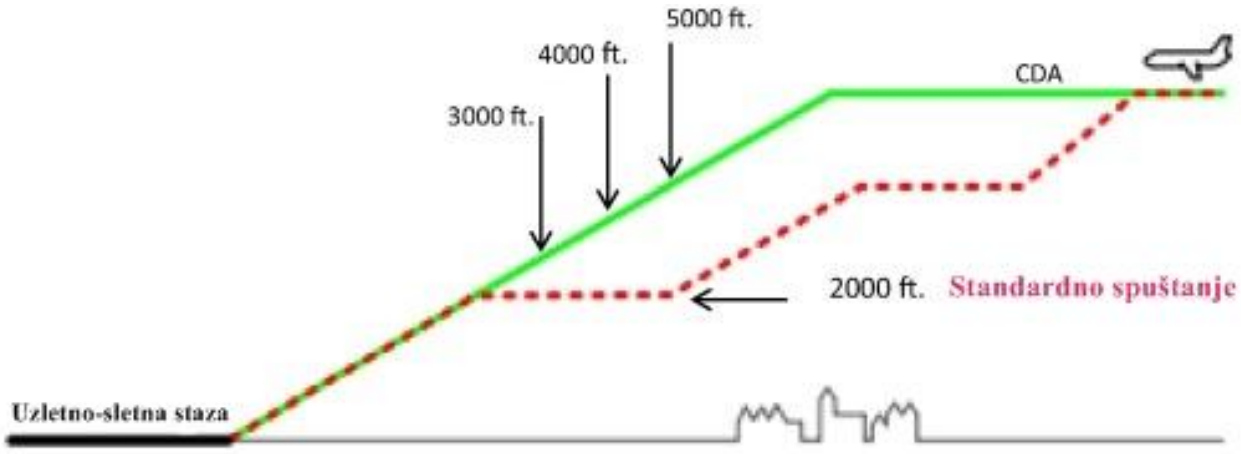
A-CDM donosi značajne prednosti svim partnerima na način da poboljšava kvalitetu informacija na temelju kojih se donese odluke. Takav način dovodi do poboljšane operativne učinkovitosti i olakšava optimalnu uporabu dostupnih kapaciteta. Kako se broj zračnih luka koje implementiraju CDM povećava, simultano se i povećavaju koristi u pogledu mreže. Te prednosti uključuju poboljšano upravljanje procesima protoka i smanjuju broj izgubljenih ATFM slotova, što rezultira većom uporabom kapaciteta mreže.

6.4. Prilaženje sa neprekinutim snižavanjem visine (CDO)

CDO, jedan je od nekoliko alata koji su dostupni zrakoplovnim operaterima i Pružateljima usluga u zračnoj plovidbi, a služi za povećanje sigurnosti, kapaciteta zračnog prostora i pospješuje predviđanje letova. Postupak prilaženje sa neprekinutim snižavanjem visine (eng. Continuous Descent Operation/Approach – CDO/CDA) provodi se kada se dolazni zrakoplov zadržava dulje na svojoj visini krstarenja nego kod standardnog prilaženja. Ovaj postupak uz već navedene prednosti smanjuje i buku, potrošnju goriva, štetne emisije zrakoplova i pojednostavljuje komunikaciju između pilota i kontrolora.

Kod postupka prilaženja sa neprekinutim snižavanjem visine dolazni zrakoplov kreće u kontinuirano snižavanje visine upotrebom minimalne snage motora sa postavkom što manjeg otpora, i to prije završne točke prilaza (eng. Final Approach Point – FAP) [35].

Prikaz razlike između standardnog spuštanja i CDA-a može se vidjeti na slici 9.



Slika 9. - Prikaz konvencionalnog i CDA prilaza zrakoplova uzletno-sletnoj stazi
Izvor: https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0003682X17303432-gr1.sml (25.08.2018.)

Osim prednosti, postoje tako i nedostaci i ograničenja koja prate CDO:

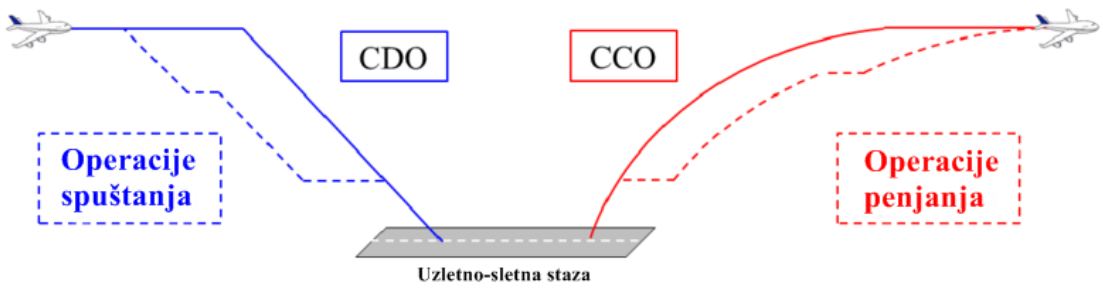
- prednosti u pogledu buke limitirane sun a lokacije koje su u krugu od 15 do 40 km od uzletno-sletne staze;

- korištenje CDA-a smanjuje razinu buke, ali ne do mjere da se zrakoplovi ne mogu i dalje čuti;
- korištenje ove tehnike prilaženja nije moguće uvijek koristiti i to zbog ograničenja u zračnom prostoru ili sigurnosnih zahtjeva;
- dosljedna uporaba CDO postupaka nema značajnu ulogu na veličinu i oblik standardnih kontura buke zračne luke zato što se prednosti ovog načina prilaženja iskazuje na nešto većim udaljenostima od zračne luke [36].

6.5. Operacija kontinuiranog uspona zrakoplova (CCO)

Operacija kontinuiranog uspona zrakoplova (eng. Continuous Climb Operation – CCO) je operativna tehnika odnosno procedura koju je moguće izvesti kod prikladnog zračnog prostora sa dizajniranim procedurama i prikladnim ATC odobrenjima. Ovakva tehnika omogućuje izvršenje profila leta koji je optimiziran sa performansama zrakoplova, čime dolazi do značajne uštede goriva, prednosti u pogledu okoliša i reduciranju emisija štetnih plinova te smanjenju buke [37].

CCO funkcionira na način koji omogućuje da zrakoplov dostigne početnu razinu krstarenja sa postavljenim optimalnim postavkama brzine i potiska motora. Na slici 10. može se vidjeti prikaz operacije kontinuiranog uspona u odnosu na standardni stepenasti način, no isto tako i operacije kontinuiranog spuštanja u odnosu na stepenasto.



Slika 10. - Usporedba kontinuiranog i standardnog (stepenastog) spuštanja i penjanja zrakoplova
Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-image-of-Continuous-Descent-Operation-CDO-and-Continuous-Climb-Operation_fig1_309653278 (28.08.2018.)

Potpuno optimizirani CCO ponekad ne može biti u potpunosti izvediv iz sljedećih razloga:

- limitirani zračni prostor - nedovoljna veličina vertikalnog zračnog prostora rezervirana kako bi zaštitila kontinuirano penjanje zbog interakcije sa ostalim zračnim prometom, posebno prisutno kod zagušenijih zračnih prostora;
- teren i prepreke - rizik od prepreka povezan sa zrakoplovima sa slabijim performansama;
- ograničenja u pogledu okoliša - postupci za smanjenje buke mogu nametnuti ograničenja za optimalno penjanje;
- ATC procedure - postupci i dizajn SID-a mogu nametnuti ograničenja kod kontinuiranog penjanja;
- izbjegavanje vremena- kada je izbjegavanje lošeg vremena aktivno, CCO procedure se otkazuju zbog nemogućnosti korištenja CCO operativne tehnike [38].

Operativna tehnika kontinuiranog penjanja koristi se već duže vrijeme na zračnim lukama diljem Europe, primjerice Frankfurt, Charles de Gaulle Airport, Orly Airport, Heathrow. Rezultati korištenja CCO-a pokazuju smanjenje emisije od 100 do 300 kg ugljikovog dioksida po letu, odnosno otprilike 50 do 250 kg goriva po letu što dovodi do razmjernog smanjenje troškova. Implementacija tehnika poput CCO-a i CDO-a, koje donose pozitivne rezultate u pogledu očuvanja okoliša, podržavaju nastojanja EUROCONTROL-a u pogledu potencijalnog ulaganja u svrhu daljnjih poboljšanja [39].

7. ZAKLJUČAK

Usvajanjem inicijative Jedinstvenog europskog neba određena su ključna područja u kojima je potrebno unaprjeđenje kako bi se osigurao održiv rast i razvoj europskog zračnog prometa. Glavni problemi prije uvođenja SES inicijative bili su povećano kašnjenje zrakoplova, preveliki troškovi i emisije štetnih plinova te fragmentiranost zračnog prostora. Plan mjerenja učinkovitosti, koji se sastoji od prvog (2012.-2014.) i drugog (2015.-2019.) referentnog razdoblja, uveden je u sklopu inicijative Jedinstvenog europskog neba i temelji se na definiranju četiri ključna područja performansi – sigurnosti, kapaciteta, okoliša i ekonomskoj isplativosti. U sklopu tih područja i navedenih referentnih razdoblja rade se poboljšanja kako bi se smanjili glavni problemi europskog ATM sustava.

Uspostava funkcionalnih blokova zračnog prostora tako je smatrana ključnom smjernicom za poboljšanje kapaciteta, učinkovitosti, sigurnosti i smanjenja troškova usluga u zračnoj plovidbi. FAB-ovi su definirani na temelju operativnih zahtjeva i neovisni su o državnim granicama. Na taj način moguća je učinkovitija uspostava mrežnih ruta i učinkovitija je usluga kontrole letenja. Krajem 2017. godine projekt implementacije svih FAB-ova smatran je neuspjelim od strane Revizorskog suda Europske unije. Funkcionalni blokovi nisu uspjeli defragmentirati europski zračni prostor jer nisu bili implementirani u potpunosti. Razlog neuspjeha implementacije svih FAB-ova smatra se zbog nedostatka predanosti projektu od strane država članica.

Kako bi europski ATM bio i dalje u mogućnosti pružati visoku razinu učinkovitosti i osigurati održiv rast i razvoj europskog zračnog prometa te pripremiti sustav na povećanje prometa i poboljšanje u pogledu četiri ključna područja performansi, definirano je 10 strateških ciljeva koji bi trebali biti ispunjeni do 2019. godine. Tu spadaju upravljanje učinkovitosti putem mreže, implementacija interoperabilnih i učinkovitih sustava upravljanja informacijama, provedba besprijekornog i fleksibilnog zračnog prostora koji omogućuje slobodno korištenje ruta, optimizacija kapaciteta i učinkovitosti leta te olakšavanje poslovnih trajektorija i kooperativno upravljanje prometom. Također u preostale iznimno bitne strateške ciljeve spadaju i konsolidacija operativne povezanosti između osoblja koji su zaduženi za zračne luke i mrežne operacije, osiguravanje sigurnosti mreže i robusnost, optimizacija raspodjele CNS resursa i troškova, razvitak mrežnog ljudskog kapitala i poboljšanje njegove učinkovitosti te priprema za treće referentno razdoblje.

Uz navedene strateške ciljeve prisutni su i operativni koncepti unaprjeđenja ATM sustava poput slobodnog korištenja ruta u zračnog prostoru (FRA) i fleksibilnog korištenja zračnog prostora (FUA) te koncepti u koje spadaju prilaženje s neprekinutim snižavanjem visine (CDO) i operacije kontinuiranog uspona zrakoplova (CCO) koji uvelike pomažu u smanjenju troškova, emisija štetnih plinova i skraćenju rute. Nastavak unaprjeđenja tih koncepata, inovacije i uspostava regulativnih (financijskih) mjera trebali bi u budućnosti omogućiti daljnji razvoj europskog ATM-a. Također, uz navedene operativne koncepte, javlja se i uvođenje autonomnih zrakoplovnih sustava te kibernetička sigurnost.

POPIS LITERATURE

[1] EUROCONTROL, ATM Strategy for 2000+, Volume 1, 1998.

[2] Mihetec T., Upravljanje zračnim prometom, Autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

[3] IATA: A Blueprint for the Single European Sky, IATA, 2013.

[4] http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-523_en.htm (02.06.2018.)

[5] European Commission First Report on the implementation of the Single Sky Legislation: achievements and the way forward, COM (2007) 845 final, Brussels, 2007.

[6] http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-774_en.htm (02.06.2018.)

[7] European Cockpit Assotiation, The future of flying in a Single European Sky, Brussels, 2015.

[8] https://centreforaviation.com/data/profiles/air-traffic-management/single-european-sky-atm-research-sesar (05.06.2018.)

[9] https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/easa_hr (06.06.2018.)

[10] https://ec.europa.eu/transport/modes/air/single-european-sky/functional-airspace-blocks-fabs_en (10.06.2018.)

[11] EUROCONTROL, Network Strategy Plan 2015.- 2019., Brussels, 2014.

[12] http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-576_en.htm?locale=en (12.06.2018.)

[13] https://www.skybrary.aero/index.php/Regulation_691/2010_-_Performance_Scheme_for_Air_Navigation_Services_and_Network_Functions_in_Europe (15.06.2018.)

[14] European Economic and Social Committee, Opinion of the European Economic and Social Committee on Airport capacity in the EU, Brussels, 2014.

[15] EUROCONTROL, Joint Conference on Safety and Human Performance, Brussels, 2010.

[16] Mihetec T., Jakšić Z., Steiner S.,Airspace Management Procedures in Europe. Faculty of Transport and Traffic Engineering, 2011.

[17] https://en.wikipedia.org/wiki/ECIP (20.06.2018.)

[18] Performance Review Body, Proposed regulatory approach for a revision of the SES Performance Scheme addressing RP2 and beyond, 2012.

[19] Performance Review Commission, Performance Review Report, Brussels, 2017.

[20] EUROCONTROL, NM Monthly Network Operations Report, Brussels, 2018. (22.06.2018.)

[21] EUROCONTROL, Network Performance Plan 2015.- 2019., Brussels, 2016.

[22] http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=228 (01.07.2018.)

[23] https://www.skybrary.aero/index.php/SMS_in_Air_Traffic_Management (01.07.2018.)

[24] Modić A., Mjerenje učinkovitosti pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.

[25] Network Management Board: NM Performance Plan (NMPP), EUROCONTROL, Bruxelles, 2011.

[26] https://www.eurocontrol.int/articles/just-culture (03.07.2018.)

[27] Performance Review Commission: Performance Review Report, 2017.

[28] https://www.eurocontrol.int/articles/flexible-use-airspace (03.07.2018.)

[29] https://www.skybrary.aero/index.php/Flexible_Use_of_Airspace (03.07.2018.)

[30] https://www.eurocontrol.int/articles/free-route-airspace (05.07.2018.)

[31] https://www.skybrary.aero/index.php/Free_Route_Airspace_(FRA) (05.07.2018.)

[32] EUROCONTROL, Airport CDM Implementation Manual, Brussels, 2017.

[33] EUROCONTROL, Airport CDM Implementation Manual, Brussels, 2012.

[34] Bračić M.,Optimizacija procesa upravljanja zračnom lukom s ciljem smanjenja kašnjenja zrakoplova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.

[35] ICAO: Continuous Descent Operation Manual, Doc. 9931, 1st Edition - 2010.

[36] CAA: Basic Principles of the Continuous Descent Approach (CDA) for the Non-Aviation Community, London.

[37] ICAO: Continuous Climb Operation (CCO) Manual, Doc. 9993, Montreal

[38] https://www.skybrary.aero/index.php/Continuous_Climb_Operations_(CCO) (11.07.2018.)

[39] https://aviationbenefits.org/case-studies/continuous-climb/ (11.07.2017.)

[40] https://www.eurocontrol.int/prudata/dashboard/vis/ (10.08.2018.)

POPIS SLIKA

Slika 1.- Funkcionalni blokovi zračnog prostora……..…….……12

Slika 2.- Horizontalna učinkovitost leta prikazana kroz trajektoriju leta (eng. Flight Length) i najkraće udaljenosti između krajnjih točaka…….....19

Slika 3.- Prikaz prosječnog broja zrakoplova po mjesecima kroz zadnjih pet godina…….20

Slika 4.- Prikaz država FAB-a CE……24

Slika 5.- Prikaz broja prijavljenih incidenata ozbiljnosti razine “A” i “B”……..28

Slika 6.- Broj neodobrenih ulaza na USS-u…….....…..…….……..29

Slika 7.- Broj specifičnih tehničkih incidenata ATM-a.....….....30

Slika 8.- Prikaz prosječnih dodatnih km po letu i učinkovitost leta…….32

Slika 9.-Prikaz konvencionalnog i CDA prilaza zrakoplova uzletno-sletnoj stazi……...…...42

Slika 10.- Usporedba kontinuiranog i standardnog (stepenastog) spuštanja i penjanja zrakoplova…….....43

POPIS TABLICA

Tablica 1.- Prikaz rezultata EoSM-a prema pružateljima usluga za prvo i drugo ref.razdoblje…….....26

Tablica 2.- Prikaz razine implementacija kulture pravednosti po državama u FAB-u CE.....31

Tablica 3.- Prikaz stvarnog i planiranog kašnjenja po godinama kroz drugo ref. razdoblje....33

Tablica 4.- Prikaz kašnjenja prema FAB-ovima……...……...……34

Tablica 5. - Prikaz jediničnih cijena po državama……...36

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Metodologija mjerenja performansi u zračnoj plovidbi (Methodology of Performance Measurement in Air Traffic Management)** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 2.9.2018 Mihael Hunjed

(potpis)