Strategijske smjernice razvoja zračnog prometa u Europi

Groznica, Antonio

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:753898

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Antonio Groznica

STRATEGIJSKE SMJERNICE RAZVOJA ZRAČNOG PROMETA U EUROPI

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 26. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Planiranje u zračnom prometu**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5059

Pristupnik: **Antonio Groznica (0135235601)**
Studij: Promet
Smjer: Zračni promet

Zadatak: **Strategijske smjernice razvoja zračnog prometa u Europi**

Opis zadatka:

Opisivanje predmeta istraživanja. Postavljanje svrhe i cilja istraživanja. Prezentacija strukture rada.
Pretražiti i obraditi bibliografske izvore u tematici rada.
Analizirati stanje zračnog prometa u Europi u ključnim sadržajima dinamike prometnog rasta i ograničenja u razvojnim kapacitetima.
Opisati postignuća u implementaciji ATM Master plana i prezentirati razinu realizacije ciljeva učinkovitosti u ATM-u u prva dva referentna razdoblja.
Analizirati plan i projekciju postavki trećeg referentnog razdoblja praćenja učinkovitosti u ATM-u.
Elaborirati preporuke za unaprjeđenje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom s osvrtom na stanje i razvojnu perspektivu u Hrvatskoj.
Sintetizirati rezultate istraživanja i zaključno rezimirati rad.
Specificirati korištenu literature i izvore.

Mentor:

prof. dr. sc. Sanja Steiner

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

STRATEGIJSKE SMJERNICE RAZVOJA ZRAČNOG PROMETA U EUROPI

STRATEGIC GUIDELINES OF AIR TRANSPORT DEVELOPMENT IN EUROPE

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Steiner

Student: Antonio Groznica

JMBAG: 0135235601

Zagreb, rujan 2019.

STRATEGIJSKE SMJERNICE RAZVOJA ZRAČNOG PROMETA U EUROPI

SAŽETAK

Sve veći broj niskotarifnih prijevoznika, globalni ekonomski rast i povećanje turističkih putovanja doveli su do povećanja zračnog prometa. Rast zračnog prometa sa sobom povlači i probleme u pogledu pomanjkanja kapaciteta, povećanja troškova, povećanja negativnog utjecaja na okoliš i utjecaja na sigurnost. U radu su analizirani čimbenici prometnog rasta i čimbenici ograničenja razvoja zračnog prometa u Europi. Učinkovitost upravljanja zračnim prometom zbog rasta je smanjenja, pa je potrebno provesti mjere kako bi se učinkovitost povećala. Analizirana je učinkovitost upravljanja zračnim prometom kroz ključna područja učinkovitosti. Navedene su preporuke daljnjeg razvoja za sudionike zračnog prometa, kako bi se zračni promet razvijao na odgovarajući način.

KLJUČNE RIJEČI: upravljanje zračnim prometom; plan mjerenja učinkovitosti; Europa; funkcionalni blok zračnog prostora

SUMMARY

An increasing number of low cost carriers, global economic growth and increased tourist trips have brought to increase in air traffic. Air traffic growth brings with it problems in terms of lack of capacity, increase of costs, increase of negative impact on environment and impact on safety. The paper analyzes factors of traffic growth and limitation factors of air traffic development in Europe. Performance of air traffic management is reduced due to traffic growth, so it is necessary to take measures in order to increase performance. Performance of air traffic management is analyzed through key performance areas. Recommendations for future development are given for all stakeholders of air traffic in order to proper development of air traffic.

KEYWORDS: air traffic management; performance scheme; Europe; functional airspace block

SADRŽAJ

1. Uvod ... 1
2. Pregled izvora u tematici istraživanja ... 3
3. Status zračnog prometa u Europi ... 4
3.1. Globalni zračni promet ... 4
3.2. Stanje zračnog prometa u Europi ... 6
3.2.1. Stanje zračnog prometa u Europi s ekonomskog gledišta ... 6
3.2.2. Stanje zračnog prometa u Europi s gledišta upravljanja zračnim prometom ... 7
3.3. Razvoj zračnog prometa u Europi ... 8
3.3.1. Prvi regulatorni paket SES-a ... 9
3.3.2. Drugi regulatorni paket SES-a ... 10
3.3.3. Nadopuna drugog regulatornog paketa SES-a (SES 2+) ... 15
3.4. Analiza utjecajnih čimbenika na rast zračnog prometa u Europi ... 16
3.4.1. Ekonomske aktivnosti ... 16
3.4.2. Dostupnost putovanja ... 19
3.4.3. Čimbenici lokalnog tržišta ... 20
3.5. Analiza čimbenika ograničenja razvoja zračnog prometa u Europi ... 20
3.5.1. Kapacitet ... 20
3.5.2. Klimatske promjene ... 22
3.5.3. Sigurnost ... 26
3.5.4. Utjecaj zrakoplovstva na okoliš ... 27
4. Implementacija ATM Master Plana ... 32
4.1. Optimizirane ATM mrežne usluge ... 34
4.1.1. Upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa ... 34
4.1.2. Planiranje mrežnih operacija ... 35
4.1.3. Napredna fleksibilna uporaba zračnog prostora ... 36
4.2. Visokoučinkovite operacije na zračnim lukama ... 37
4.2.1. Kolaborativna zračna luka ... 37
4.2.2. Upravljanje površinom ... 38
4.2.3. Poboljšane operacije u blizini USS-e ... 39
4.3. Unaprijeđene ATS usluge ... 40
4.3.1. Poboljšano razdvajanje kod dolazaka ... 40

4.3.2. Navigacija temeljena na performansama 41
4.3.3. Slobodne rute 42
4.4. Unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture 43
4.4.1. Pred-SWIM i SWIM 43
4.4.2. *Data Link* 43
4.4.3. Racionalizacija komunikacije, navigacije i nadzora 44
4.5. Status implementacije ATM Master Plana 45
4.5.1. Optimizirane ATM mrežne usluge 45
4.5.2. Visokoučinkovite operacije na zračnim lukama 46
4.5.3. Unaprijeđene ATS usluge 47
4.5.4. Unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture 49
4.5.5. Implementacija unutar FAB-a Središnja Europa i Hrvatske 50
5. Planiranje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom na uzorku funkcionalnog bloka zračnog prostora 54
5.1. FAB CE 54
5.1.1. Struktura FAB CE-a 56
5.1.2. Ciljevi FAB CE-a 56
5.1.3. FRA koncept 57
5.1.4. Pregled trenutnih FAB CE projekata 58
5.2. Analiza učinkovitosti upravljanja zračnim prometom FAB CE-a 59
5.2.1. Prvo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti 59
5.2.2. Drugo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti 69
5.2.3. Treće referentno razdoblje 75
6. Preporuke daljnjeg razvoja s osvrtom na Hrvatsku 79
6.1. Preporuke 79
6.2. Osvrt na Hrvatsku 82
7. Zaključak 85
Literatura 86
Popis kratica 89
Popis slika 92
Popis tablica 93
Popis grafikona 94

1. Uvod

Od samih početaka zračnog prometa, tj. od prvog leta braće Wright 1903. godine pa do danas, zračni promet se višestruko povećao. Pokazalo se da je zračni promet najsigurniji i najbrži vid transporta, posebno za veće udaljenosti, pa je shodno tomu i potražnja za zračnim prijevozom velika. Krajem prošlog stoljeća došlo je do velikog rasta zračnog prometa što je uzrokovalo pomanjkanje kapaciteta zračnog prostora i zračnih luka. Manjak kapaciteta doveo je do povećanja kašnjenja, što je dovelo do povećanja troškova, a samim time i povećanja negativnog utjecaja zrakoplovstva na okoliš u smislu antropogenih emisija i emisija buke. Navedeni problemi posebno su se odrazili u Europi zbog fragmentiranosti zračnog prostora. Naime, u Europi se nalazi velik broj država koje imaju suverenitet zračnog prostora unutar svojih granica, pa je i svaka država odgovorna za pružanje usluga u zračnoj plovidbi unutar svojih granica.

Kako bi se smanjili negativni čimbenici rasta zračnog prostora potrebno je provesti određene mjere. U Europi je nastala inicijativa „Jedinstveno europsko nebo“ u svrhu reorganizacije zračnog prostora Europe te procedura u pružanju usluga u zračnoj plovidbi. Status implementacije je u tijeku, ali već se pokazuju pozitivni učinci. Osim što je najsuvremeniji oblik transporta, zračni promet daje i značajan doprinos globalnoj i europskoj ekonomiji, te bi se mogao smjestiti na 20. mjesto po ostvarenom bruto domaćem proizvodu da je država. Svrha ovog diplomskog rada je elaborirati status zračnog prometa u Europi te prezentirati smjernice za najučinkovitiji daljnji razvoj. Cilj rada je analizirati trenutno stanje zračnog prometa u Europi u smislu učinkovitosti pružanja usluga, društveno-ekonomskih čimbenika rasta zračnog prometa, te čimbenika ograničenja razvoja zračnog prometa. Diplomski rad je podijeljen u sljedećih sedam cjelina:

1. Uvod
2. Pregled izvora u tematici istraživanja
3. Status zračnog prometa u Europi
4. Implementacija ATM Master Plana
5. Planiranje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom na uzorku funkcionalnog bloka zračnog prostora
6. Preporuke daljnjeg razvoja s osvrtom na Hrvatsku
7. Zaključak.

U drugom poglavlju prikazani su korišteni izvori prema vrsti izvora, odnosno jesu li uzeti iz publikacija relevantnih organizacija, regulativnih dokumenata, znanstvenih i stručnih radova ili sa internetskih stranica.

U trećem poglavlju analiziran je status zračnog prometa u svijetu i u Europi u ekonomskom smislu i u smislu upravljanja zračnim prometom. Elaboriran je razvojni put zračnog prometa u Europi u pogledu razvoja „Jedinstvenog europskog neba“. Analizirani su utjecajni čimbenici rasta zračnog prometa, te čimbenici koji ograničavaju daljnji razvoj.

Status implementacije ATM Master Plana, koji je dokument u kojemu su navedena prioritetna rješenja vezana za tehnološki razvoj i inovacije potrebnih za optimizaciju i povećanje učinkovitosti pružanja usluga u zračnoj plovidbi, prikazan je u četvrtom poglavlju. Tehnološka rješenja podijeljena su u četiri glavna područja: optimizirane ATM mrežne usluge, visokoučinkovite operacije na zračnim lukama, unaprijeđene ATS usluge i unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture. Status implementacije ciljeva prikazan je po državama, a posebno je prikazan i status implementacije za funkcionalni blok zračnog prostora Središnja Europa i Hrvatsku s izravnim koristima u pogledu sigurnosti, kapaciteta, učinkovitosti troškova, zaštite, operativne učinkovitosti i okoliša.

U petom poglavlju analizirana je učinkovitost upravljanja zračnim prometom na primjeru funkcionalnog bloka zračnog prostora Središnja Europa. Učinkovitost je analizirana posebno za prvo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti (2012. – 2014.), a posebno za drugo referentno razdoblje (2015. – 2019.) koje još nije završilo. Analiziran je plan i projekcija trećeg referentnog razdoblja mjerenja učinkovitosti koje će biti u razdoblju 2020. – 2024. godine.

U šestom poglavlju specificirane su preporuke za unaprjeđenje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom u područjima koja su prepoznata kao ključna s osvrtom na stanje i razvojnu perspektivu u Hrvatskoj.

2. Pregled izvora u tematici istraživanja

Tematika rada vezana je za razvoj zračnog prometa, posebno u smislu učinkovitosti u područjima sigurnosti, kapaciteta, okoliša i ekonomske isplativosti, pa su i izvori korišteni u radu blisko povezani s tom tematikom, odnosno preuzeti su od strukovnih organizacija i stručnjaka koji izravno istražuju i imaju utjecaj na razvoj zračnog prometa u Europi. Kod svih izvora, važno je da su informacije u njima vjerodostojne, točne i pouzdane. Korišteni izvori mogu se podijeliti u publikacije relevantnih organizacija, regulativne dokumente, znanstvene i stručne radove te internetske izvore.

Publikacije pomoću kojih su analizirani podaci u ovom radu preuzete su od Europske agencije za sigurnost zračne plovidbe (engl. The European Organisation for the Safety of Air Navigation – EUROCONTROL), Akcijske skupine za zračni promet (engl. Air Transport Action Group – ATAG), Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva (engl. International Civil Aviation Organization – ICAO), Europske komisije i Europske agencije za sigurnost zračnog prometa (engl. European Union Aviation Safety Agency – EASA). Navedene organizacije od važnosti su za zračni promet jer upravo one se bave njegovim analiziranjem, te predlaganjem i donošenjem propisa, pravila i smjernica za budući razvoj.

Regulativni dokumenti korišteni u radu su uredbe Europske komisije u kojima su sadržana pravila kojih se moraju pridržavati svi sudionici zračnog prometa na području Europe. Najviše se odnose na implementaciju Jedinstvenog europskog neba.

Znanstveni i stručni radovi koji su korišteni u radu su od autora koji su stručnjaci za zračni promet, a podaci u tim radovima su točni i vjerodostojni. Bilo da se radi o stranim ili hrvatskim autorima znanstvena kredibilnost i vjerodostojnost obrađene tematike se može potvrditi činjenicom da su ti radovi objavljeni od strane sveučilišnih i akademskih sastavnica ili su objavljeni u zbornicima sa znanstvenih skupova.

Korišteni internetski izvori su preuzeti su sa službenih internetskih stranica ICAO-a, Europske komisije, EASA-e, EUROCONTROL-a, Hrvatske kontrole zračne plovidbe, ali i sa internetske stranice *Skybrary* koja je uspostavljena od strane EUROCONTROL-a, te organizacije *Flight Safety Foundation*, a sadrži opsežan izvor brojnih informacija vezanih za zrakoplovstvo.

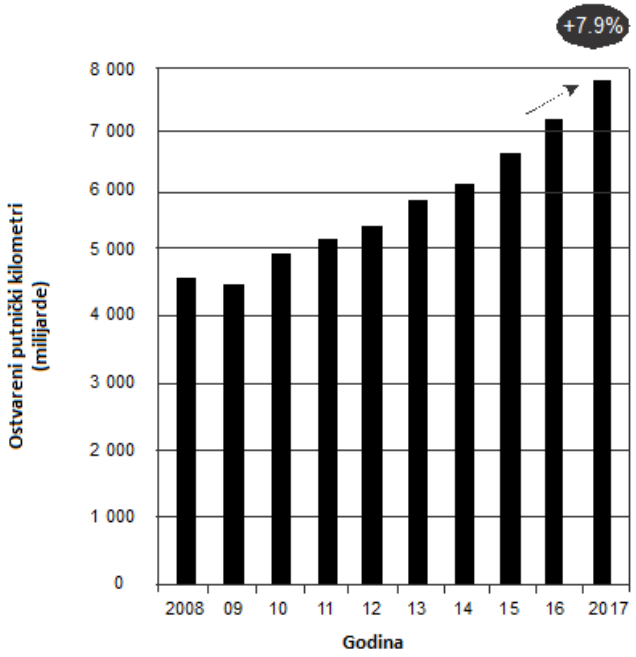
3. Status zračnog prometa u Europi

3.1. Globalni zračni promet

Poznato je da je zračni promet jedan od najbržih i najsigurnijih vidova transporta. Ujedno je i najmlađa prometna grana koja je nastala i razvijala se u 20. stoljeću. Još od prvog leta braće Wright 1903. godine, pa do danas zračni promet se neprestano razvija, ponajprije u pogledu novih tehnoloških dostignuća u izgradnji zrakoplova, sustavima navođenja zrakoplova i sustavima na zračnim lukama. Samim time, razvoj zračnog prometa uvelike je utjecao na razvoj društva i na globalnu povezanost u smislu dostupnijeg i bržeg putovanja po cijelom svijetu. Osim toga, zračni promet bilježi stalni rast što uvelike utječe na svjetsku ekonomiju. Stalni rast zračnog prometa stvara i negativne učinke na okoliš, ali i povećava potrebu da se ozbiljnije pristupi u očuvanju sigurnosti zračnog prometa. Bitan utjecaj rasta zračnog prometa je i na sami let, odnosno na zračni prostor u kojem često ima prevelik broj zrakoplova što uzrokuje kašnjenja.

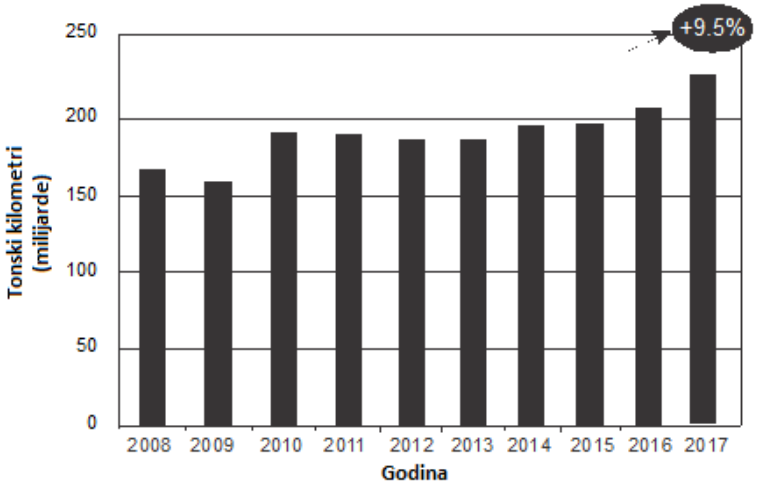
U svjetskim razmjerima, zračni promet podržava ukupno 65,5 milijuna zaposlenja od čega je 10,2 milijuna izravno vezano za zrakoplovstvo, a ostatak uz ostale djelatnosti od kojih su najizraženije turističke djelatnosti gdje zrakoplovstvo pridonosi zaposlenju 36,7 milijuna osoba. Od poslova koji su izravno vezani za zrakoplovstvo u operativi zračnih luka (inženjerstvo, planiranje i zrakoplovne operacije) je zaposleno 525 tisuća ljudi, 5,6 milijuna ljudi je zaposleno na zračnim lukama u obavljanju ostalih poslova, 2,7 milijuna ljudi je zaposleno u zrakoplovnim kompanijama, 1,2 milijuna ljudi u poslovima proizvodnje i održavanja zrakoplova, te 233 tisuće ljudi u poslovima pružanja usluga u zračnoj plovidbi. Da je zrakoplovstvo država bilo bi smješteno na 20. mjestu po ostvarenom bruto domaćem proizvodu (BDP) od 2,7 bilijuna $ što je slično BDP-u Argentine ili Švicarske [1].

2017. godine ukupno je pružena usluga na 45.091 ruti, prevezeno je 4,1 milijarde putnika, bilo je 41,9 milijuna redovnih komercijalnih letova, a ostvareno je 7,75 bilijuna putničkih kilometara, a rast putničkih kilometara od 2008. do 2017. godine vidljiv je na grafikonu 1. Iste godine je zabilježen broj od 1.303 zrakoplovne kompanije, 170 pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, 3.759 zračnih luka sa redovnim linijama, a 31.717 zrakoplova je bilo u komercijalnoj uporabi. Osim putničkog prometa značajan je i teretni promet u kojem je 2017. godine prevezeno 61,9 milijuna tona tereta zrakoplovom čija je vrijednost 6 bilijuna $, a ukupno je ostvareno 255 milijardi tonskih kilometara, a rast tonskih kilometara od 2008. do 2017. godine vidljiv je na grafikonu 2. Sve navedeno je uzrokovalo i potrošnju od 341 milijarde litara mlaznog goriva čija je ukupna cijena bila 149 bilijuna $. Potrošnja goriva je uzrokovala i emisiju ugljikovog dioksida (CO_2) u količini od 859 milijuna tona, što predstavlja 2% od sveukupnih antropogenih emisija. Cilj je smanjiti emisije CO_2 na polovicu od sadašnje razine do 2050. godine. Na dnevnoj razini ukupno se preveze oko 12 milijuna putnika u 120 tisuća letova, a dnevna vrijednost prevezene robe iznosi 18,8 milijardi $ [1].



Grafikon 1. Ostvareni putnički kilometri

Izvor: [2]



Grafikon 2. Ostvareni tonski kilometri

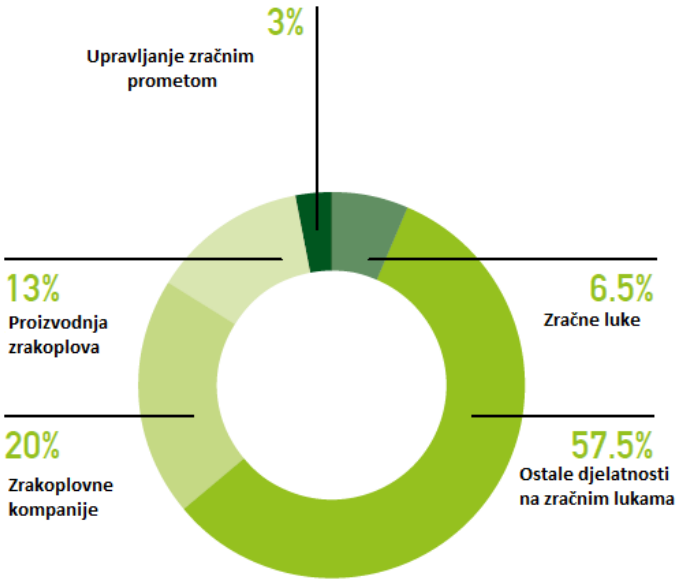
Izvor: [2]

Iz navedenih podataka može se zaključiti da zračni promet daje veliki doprinos globalnoj ekonomiji jer omogućuje brz i siguran prijevoz osoba i robe na velike udaljenosti, te predstavlja sredstvo koje omogućuje veći broj turističkih putovanja koja uvelike doprinose ekonomskom rastu. Zračni promet doprinosi i zapošljavanju ljudi te predstavlja globalnog „poslodavca“ koji zapošljava značajan broj osoba. Samim time zračni promet pruža i razne socijalne koristi zbog mogućnosti brzog putovanja na velike udaljenosti i pojedincima i predstavnicima država. Jedini negativan utjecaj globalnog zračnog prometa je utjecaj na okoliš, za koji se očekuje da će se smanjiti u budućnosti.

3.2. Stanje zračnog prometa u Europi

3.2.1. Stanje zračnog prometa u Europi s ekonomskog gledišta

U Europi zračni promet podržava ukupno 12,2 milijuna zaposlenja od kojih je 2,6 milijuna vezano izravno uz zrakoplovstvo. Svaka osoba koja je zaposlena izravno u zrakoplovni sektor omogućuje još 4,7 različita radna mjesta u Europi. Od zaposlenja u zrakoplovstvu, 519 tisuća osoba je zaposleno u zrakoplovnim kompanijama, 166 tisuća osoba na zračnim lukama na poslovima zrakoplovnih operacija, 1,5 milijuna osoba na zračnim lukama u ostalim poslovima, 341 tisuća osoba u poslovima proizvodnje i održavanja zrakoplova i zrakoplovnih komponenata, a 77 tisuća osoba u pružateljima usluga u zračnoj plovidbi. Udio svakog od navedenih zaposlenja prikazan je na grafikonu 3. Europski zračni promet pridonosi europskom BDP-u ukupnom iznosu od 823 milijarde $ [1].



Grafikon 3. Udjeli zaposlenja u zrakoplovstvu u Europi

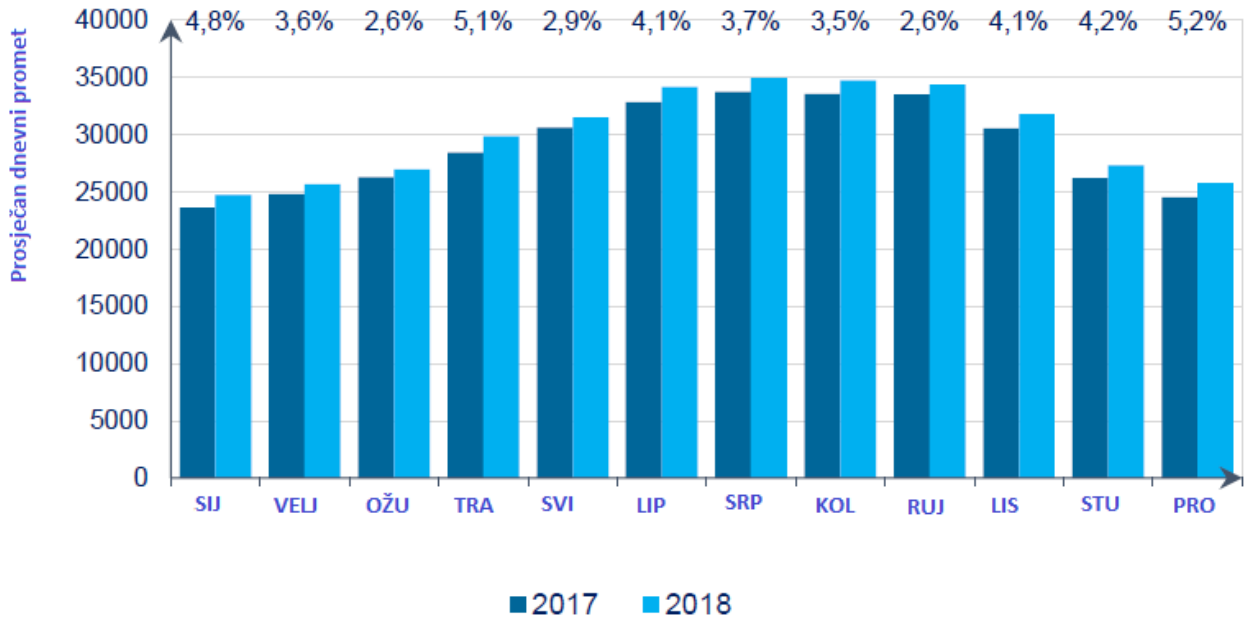
Izvor: [1]

U 2017. godini prevezeno je milijardu putnika, a ostvareno je 1,95 bilijuna putničkih kilometara. Poslovalo je 363 zrakoplovna prijevoznika, a usluge je pružalo 44 pružatelja usluga u zračnoj plovidbi. Prevezeno je 10,1 milijuna tona tereta. Ukupno je bilo 8,54 milijuna letova na 671 zračnoj luci sa 6.934 zrakoplova koji su bili u uporabi [1].

Ako se promatra samo područje Europske unije zračni promet podržava 9,4 milijuna zaposlenja od čega je izravno u zrakoplovstvu zaposleno 2 milijuna ljudi, a pridonosi sa 691 milijardom $ europskom BDP-u. Navedeni podaci predstavljaju 4,1 % zaposlenja od svih zaposlenja u Europskoj uniji i 4,2 % BDP-a od sveukupnog BDP-a Europske unije. Ukupno je prevezeno 811 milijuna putnika na 431 zračnoj luci, a bilo je 5.025 zrakoplova u uporabi [1].

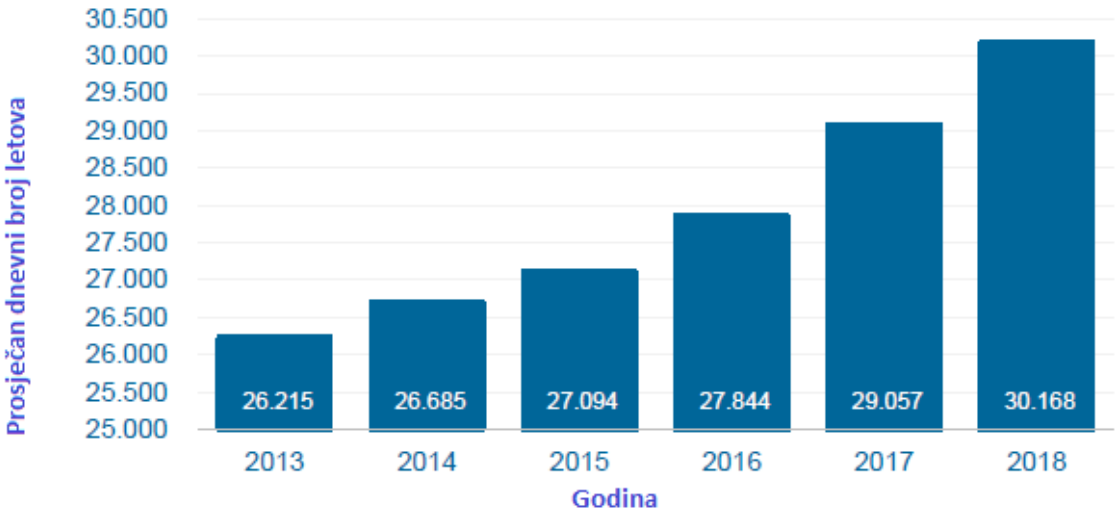
3.2.2. Stanje zračnog prometa u Europi s gledišta upravljanja zračnim prometom

Tijekom 2018. godine na području Europe prosječno je bilo 30.168 letova dnevno, što je povećanje od 3,8 % u usporedbi s 2017. godinom što je u cijeloj godini iznosilo više od 11 milijuna letova, a to povećanje prikazano je na grafikonu 4 za svaki mjesec zasebno. Rast prosječnog broja letova u danu tijekom godina prikazan je na grafikonu 5. Promet je bio izrazito visok u jugoistočnom dijelu Europe, a na području oblasnih kontrola zračnog prometa (engl. Area Control Center – ACC) središnje i istočne Europe zabilježene su rekordne razine zračnog prometa. Dan sa najvećim prometom ikad bio je 7. rujna sa 37.088 letova. Ukupno je bilo 19 dana sa više od 36.000 letova dok godinu prije nije bio niti jedan takav dan. Zrakoplovne kompanije su izvijestile o prosječnom kašnjenju iz svih razloga koje je iznosilo 14,7 minuta po letu što je povećanje od 2,3 minute u odnosu na prethodnu godinu. Kašnjenje na rutama zbog upravljanja protokom zračnog prometa (engl. Air Traffic Flow Management – ATFM) iznosilo je 1,73 minute po letu što je duplo više nego prethodne godine. Unatoč visokom rastu prometa, ATFM kašnjenje na zračnim lukama je iznosilo 0,60 minuta po letu što je smanjenje za 3 % u odnosu na 2017. godinu. Kapacitet kontrole zračnog prometa (engl. Air Traffic Control – ATC), vremenski uvjeti na rutama i manjak ATC osoblja bili su glavni uzroci ATFM kašnjenja na rutama [3].



Grafikon 4. Rast zračnog prometa u 2018. godini

Izvor: [3]



Grafikon 5. Rast prosječnog broja dnevnih letova tijekom godina

Izvor: [3]

3.3. Razvoj zračnog prometa u Europi

Europa nastoji unaprijediti zrakoplovstvo od najranijih dana. Od izuma *Montgolfièrea*, kroz razdoblje zračnih brodova pa sve do vremena zrakoplova s fiksnim krilima. U Europi je osnovana i najstarija zrakoplovna kompanija na svijetu koja do današnjih dana posluje pod istim imenom, KLM kojoj je sjedište u Nizozemskoj [4]. Nakon Drugog svjetskog rata dolazi do značajnijeg razvoja zračnog prometa u smislu rasta broja putnika, broja zrakoplovnih kompanija, te razvoja modernijih i boljih zrakoplova.

U razdoblju od 1960. godine bilježi se rast zračnog prometa po godišnjoj stopi od 11 % za robni promet, a 9 % za putnički promet, što je 2,4 puta više od rasta prosječnog rasta BDP-a [5]. Zračni promet u Europi se u vremenu od 1980. do 2000. godine utrostručio, a glavni utjecajni čimbenici rasta koji se mogu izdvojiti su dinamičan rast niskotarifnih prijevoznika za 24 %, rast poslovnog zrakoplovstva za 10 %, a važan utjecaj daje i globalni ekonomski rast [6].

U 1990.-im godinama, posljedicom rasta zračnog prometa, dolazi do pogoršanja situacije na europskom nebu kada se bilježi zagušenje zračnog prostora, koje je uzrokovalo povećanje vremena kašnjenja, ekonomske gubitke, a samim time i povećanje negativnog utjecaja zračnog prometa na okoliš. Navedeni problemi potaknuli su Europsku komisiju o iniciranju projekta „Jedinstveno europsko nebo“ (engl. Single European Sky – SES) 1999. godine, a tadašnja situacija u europskom zračnom prometu okarakterizirana je kao katastrofalna. Europska komisija zaključila je da je potrebno donijeti mjere koje će spriječiti zagušenje zračnog prostora u budućnosti. Kako bi se omogućio jedinstveni zračni prostor iznad cijele Europe potrebno je donijeti reforme koje će restrukturirati cjelokupan sustav upravljanja zračnim prometom [7].

Glavni uzrok zagušenja europskog zračnog prostora je njegova fragmentiranost koja je uzrokovana velikim brojem država u Europi. Problem nastaje jer svaka kontrola zračnog

prometa pruža usluge u zračnoj plovidbi samo unutar granica svog zračnog prostora nad kojim ima suverenitet. Nema sumnje da fragmentirani dizajn europskog zračnog prostora negativno utječe na sigurnost i okoliš, smanjuje kapacitet zračnog prostora, te povećava operativne troškove. Fragmentiranost europskog zračnog prostora prepoznata je kao jedan od glavnih uzroka neučinkovitosti i nefunkcionalnosti europskog ATM sustava [8]. Jedan od glavnih ciljeva SES-a je upravo smanjiti tu rascjepkanost kako bi se smanjila kašnjenja uzrokovana upravljanjem zračnim prometom, kao i nastali troškovi, a rezultat bi bio ukupno povećanje učinkovitosti leta. Ciljevi koji se žele postići SES-om su prikazani na slici 1, a oni su sljedeći:

- Smanjenje ispuštanja CO_2 za 10 %,
- Smanjenje troškova sustava upravljanja zračnim prometom za 50 %,
- Trostruko povećanje kapaciteta zračnog prostora, te
- Deseterostruko povećanje sigurnosti.



Slika 1. Ciljevi SES-a

Izvor: [9]

3.3.1. Prvi regulatorni paket SES-a

Implementacija SES-a započela je 2004. godine kada je prihvaćen prvi regulatorni paket. On je uključivao četiri uredbe koje su u najvećoj mjeri bile usmjerene na restrukturiranje zračnog prostora čime bi se postiglo povećanje sigurnosti i efikasnosti. Te uredbe su sljedeće:

1) **Uredba (EZ) br. 549/2004** o utvrđivanju okvira za stvaranje jedinstvenog europskog neba:
    - Ova uredba sadrži sve osnovne odredbe koje su potrebne za stvaranje jedinstvenog europskog neba,
    - Osnivanje nacionalnih nadzornih tijela [10];
2) **Uredba (EZ) br. 550/2004** o pružanju usluga u zračnoj plovidbi u jedinstvenom europskom nebu:
    - Definirane zadaće nacionalnih nadzornih tijela,
    - Definirana pravila o pružanju usluga,
    - Temelj za uspostavu Funkcionalnih blokova zračnog prostora (engl. Functional Airspace Block – FAB),
    - Utvrđen sustav naknada za pružanje usluga [11];
3) **Uredba (EZ) br. 551/2004** o organizaciji i upotrebi zračnog prostora u jedinstvenom europskom nebu:
    - Arhitektura zračnog prostora,
    - Primjena fleksibilnog korištenja zračnog prostora u SES-u [12];
4) **Uredba (EZ) br. 552/2004** o interoperabilnosti Europske mreže za upravljanje zračnim prometom:
    - Navedeni bitni zahtjevi, provedbena pravila za interoperabilnost i specifikacije zajednice [13].

3.3.2. Drugi regulatorni paket SES-a

Prvi regulatorni paket SES-a nije ostvario željene rezultate. Nisu postignuti ciljani rezultati u ekonomskom i operativnom pogledu. Problem su i dalje predstavljale nacionalne granice i suverenitet država unutar njih. Kako bi se otklonili nedostaci koje prvi regulatorni paket nije uspio, 2009. godine donesen je drugi regulatorni paket SES-a Uredbom (EZ) br. 1070/2009 Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o izmjeni uredaba (EZ) br. 549/2004, (EZ) br. 550/2004, (EZ) br. 551/2004 i (EZ) br. 552/2004. Cilj je bio poboljšanje europskog zračnog prometa u svim segmentima kroz nova pravila provedbe i tehničkih normi, a donesena su i nova pravila u pogledu sigurnosti.

Kako bi europski zračni prostor bio učinkovitiji i sigurniji, ciljevi drugog regulatornog paketa se provode:

- Uvođenjem okvira za mjerenje učinkovitosti u europskom sustavu upravljanja zračnim prometom (engl. Air Traffic Management – ATM) s kvantificiranim ciljevima koje treba ostvariti i uspostava Upravitelja mreže;
- Stvaranjem jedinstvenog sigurnosnog okvira kako bi se omogućio harmonizirani razvoj sigurnosnih regulativa te njihova učinkovita implementacija;

- Otvaranjem vrata novim tehnologijama kroz implementaciju novih operativnih koncepata; te
- Unaprjeđenjem upravljanja kapacitetima na zračnim lukama [14].

3.3.2.1. Plan mjerenja učinkovitosti i Upravitelj mreže

Utvrđivanje Plana mjerenja učinkovitosti jedno je od ključnih dijelova SES-a 2. Plan je utvrđen Uredbom Komisije (EU) br. 691/2010 od 29. srpnja 2010. o utvrđivanju plana performansi za usluge u zračnoj plovidbi i mrežnih funkcija i izmjeni Uredbe (EZ) br. 2096/2005 o utvrđivanju zajedničkih zahtjeva za pružanje usluga u zračnoj plovidbi. Glavi zadatak Plana je doprinos održivom razvoju sustava zračnog prometa u Europi kroz četiri ključna područja: sigurnost, okoliš, kapacitet i ekonomska isplativost.

Plan mora predvidjeti pokazatelje i obvezujuće ciljeve ključnih područja učinkovitosti kojima se u potpunosti postižu i održavaju zahtijevane razine sigurnosti, dopuštajući pritom postavljanje ciljeva učinkovitosti na drugim ključnim područjima. Države članice su obvezne tijekom referentnog razdoblja postići ciljeve koji su postavljeni. U provedbi plana ključnu ulogu imaju nacionalna nadzorna tijela. Implementacija Plana realizira se tijekom referentnih razdoblja u kojemu su ciljevi postavljeni na razini Europske unije, razini FAB-a i nacionalnim razinama [15].

Prvo referentno razdoblje određeno je da je vremensko razdoblje od 2012. do 2014. godine. To razdoblje se smatra prijelaznim razdobljem. Drugo referentno razdoblje je od 2015. do kraja 2019. godine. Treće referentno razdoblje je od 2020. do kraja 2024. godine. U svakom referentnom razdoblju određeni su ciljevi u već navedenim ključnim područjima koji se trebaju ispuniti do kraja razdoblja, a analiza ostvarenja ciljeva učinkovitosti u FAB-u središnja Europa je prikazana u 5. poglavlju.

Za razradu planova mjerenja učinkovitosti na nacionalnoj ili razini FAB-a odgovorna su nacionalna nadzorna tijela. Države članice određenog FAB-a neprestano surađuju kako bi se plan mjerenja učinkovitosti uspostavio na najbolji način u određeni FAB. Može se uspostaviti jedinstveni Plan za određeni FAB kojeg moraju provoditi države članice tog FAB-a [15].

Planovi mjerenja učinkovitosti država trebaju sadržavati sljedeće:

- prognoze prometa i određene troškove za pružanje usluga u zračnoj plovidbi,
- ciljeve za postizanje učinkovitosti za svako ključno područje učinkovitosti, koji su postavljeni u odnosu na svaki ključni pokazatelj učinkovitosti,
- opis investicija koje su neophodne za postizanje ciljeva učinkovitosti,
- identifikacija različitih subjekata odgovornih za postizanje ciljeva i njihov specifičan doprinos,
- opis poticajnih mehanizama i mjera koji se primjenjuju kod različitih subjekata s ciljem ostvarivanja zadanih ciljeva, te

- mjere koje poduzima nacionalno nadzorno tijelo za praćenje postignuća ciljeva vezanih za učinkovitost [16].

Uspostavljeno je Tijelo za praćenje učinkovitosti (engl. Performance Review Body – PRB) čiji je glavni zadatak asistirati u implementaciji Plana mjerenja učinkovitosti. PRB blisko surađuje sa EASA-om i nacionalnim nadzornim tijelima. Zadaci PRB-a uključuju, ali nisu ograničeni na sljedeće:

- prikupljanje, ispitivanje, potvrđivanje i širenje podataka povezanih s učinkovitošću,
- definiranje novih ili prilagodba postojećih ključnih područja učinkovitosti,
- dosljedna procjena prihvaćenih planova učinkovitosti, uključujući i ciljeve učinkovitosti,
- procjena prerađenih ciljeva učinkovitosti ili korektivnih mjera koje su učinjene od članica Europske unije,
- praćenje, vrednovanje i pregled učinaka usluga u zračnoj plovidbi, na nacionalnoj ili na razini Europske unije,
- praćenje, vrednovanje i pregled učinaka mrežnih funkcija,
- procjena postignuća ciljeva učinkovitosti,
- pomoć nacionalnim nadzornim tijelima na nacionalnoj ili na razini FAB-a u pitanjima učinkovitosti [16].

Upravitelj mreže (engl. Network Manager – NM) predstavlja operativno sredstvo SES-a uspostavljeno od Europske komisije za upravljanje ATM mrežnim funkcijama (dizajn zračnog prostora, upravljanje protokom) kao i za koordinaciju ograničenim resursima (dodjeljivanjem kodova transpondera, radijskim frekvencijama) što je navedeno u Uredbi Komisije (EU) br. 677/2011 od 7. srpnja 2011. o utvrđivanju detaljnih pravila za provedbu mrežnih funkcija za upravljanje zračnim prometom (ATM) i izmjeni Uredbe (EU) br. 691/2010 [17].

NM je ovlašten od strane Europske Komisije da obavi četiri glavne funkcije:

- razvoj i stvaranje mreže ruta,
- osiguranje središnje funkcije za dodjeljivanje frekvencija,
- poboljšanje koordiniranog dodjeljivanja kodova sekundarnog nadzornog radara (engl. Secondary surveillance radar – SSR), te
- obavljanje ATFM funkcije [18].

Glavni zadaci NM-a su usmjereni na izvršavanje navedenih funkcija, ali i na doprinos kontinuiranom poboljšanju mrežnih operacija unutar SES-a i cjelokupnoj učinkovitosti mreže. NM pomaže u implementaciji Plana mjerenja učinkovitosti kroz izradu, razvoj i realizaciju planova, od kojih su najznačajniji Strateški plan mreže (engl. The Network Strategy Plan – NSP) i Plan mrežnog djelovanja (engl. The Network Operations Plan – NOP).

NSP predstavlja dugoročni strateški alat za upravljanje europskom ATM mrežom. Plan definira strateške operativne ciljeve koji su neophodni za postizanje potrebnih ATM ciljeva

učinkovitosti. NSP pruža pogled na zajedničko razumijevanje načina na koje će cijela ATM mreža postići ciljeve učinkovitosti dok se priprema za sljedeće referentno razdoblje, identificira uloge i odgovornosti različitih operativnih sudionika u implementaciji plana, služi kao referenca za aktivnosti koje će provoditi NM i operativni sudionici, a napravljen je u skladu s ATM Master Planom [18].

Zadatak NOP-a je implementacija NSP-a na operativnoj razini. Opisuje mjere koje trebaju biti poduzete kako bi se ostvarili ciljevi učinkovitosti na razini Europske unije u različitim vremenskim razdobljima: tri do pet godina, godišnje, sezonski, tjedno i dnevno. NOP se nadopunjuje u određenim intervalima, uzimajući u obzir sva relevantna postignuća, potrebe i zahtjeve. U NOP je uključen Plan poboljšanja europske mreže ruta, identificira operativna ograničenja i uska grla, te donosi mjere poboljšanja za njihovo rješavanje ili smanjenje utjecaja. Osim navedenog, NOP osigurava da su planovi pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, FAB-ova i operatora zračnih luka u skladu s NOP-om [18].

3.3.2.2. Sigurnosni okvir

U zrakoplovstvu sigurnost je na prvom mjestu. Kako bi se razina sigurnosti mogla pratiti i odgovarajuće održavati, 2002. godine osnovana je EASA, čiji je zadatak praćenje i analiza sigurnosti u Europskoj uniji, izrada nacrta za implementaciju sigurnosnih pravila u svojoj nadležnosti, certificiranje i odobravanje proizvoda i organizacija vezanih za plovidbenost, pružanje pomoći državama vezano za sigurnosna pitanja, promoviranje upotrebe europskih i svjetskih sigurnosnih standarda i međunarodna suradnja sa svim sudionicima zračnog prometa u cilju ostvarivanja najviše razine sigurnosti [19].

Ono što je značajno u SES-u 2 za sigurnost je proširivanje ovlasti EASA-e na zračne luke, upravljanje zračnim prometom i pružanje usluga u zračnoj plovidbi, čime se nastojalo ojačati sigurnosni stup SES-a. To je regulirano Uredbom (EZ) br. 1108/2009 Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 216/2008 u području aerodroma, upravljanja zračnim prometom i usluga u zračnoj plovidbi i o stavljanju izvan snage Direktive 2006/23/EZ .

3.3.2.3. Razvoj tehnologije

Kako bi se odgovorilo na stalni rast zračnog prometa, odnosno na povećanje negativnih utjecaja rasta na ATM sustav, tj. na kapacitet, troškove, sigurnost i okoliš, neophodno je razviti i nova tehnološka rješenja koja će na odgovarajući način pratiti rast i omogućiti nesmetani daljnji razvoj zračnog prometa jer oprema koja je razvijena prije nekoliko desetljeća će biti zastarjela i neće moći pratiti daljnji rast. Zbog toga je razvijen Program ATM modernizacije unutar SES-a (engl. Single European Sky ATM Research – SESAR) .

SESAR je tehnološki stup SES-a. Cilj SESAR-a je unaprjeđenje učinkovitosti ATM sustava kroz modernizaciju i harmonizaciju ATM sustava definiranjem, razvojem, odobravanjem i implementacijom novih tehnoloških i operativnih ATM rješenja. Koncept SESAR-a je definiran

u Europskom ATM Master Planu u kojemu su definirane operativne promjene koje treba napraviti te putokaz za njihovu implementaciju [20].

SESAR program izvodi se u 3 faze (slika 2):

- Faza definiranja (2005. – 2008.),
- Faza razvoja (2008. – 2013.),
- Faza implementacije (2014. – 2020. i dalje).



Slika 2. Izvođenje SESAR-a
Izvor: [20]

U fazi definiranja značajan je razvoj ATM Master Plana koji je glavni element u postavljanju ATM prioriteta i osiguranje da se ostvare ciljevi navedeni u SESAR-u.

Faza razvoja je razdoblje u kojemu se razvijaju nove tehnologije i sustavi koji su navedeni u ATM Master Planu. 2007. godine osnovano je Zajedničko poduzeće SESAR (engl. SESAR Joint Undertaking – SESAR JU) čiji je zadatak upravljanje fazom razvoja. SESAR JU odgovorno je za modernizaciju europskog ATM sustava koordinacijom i koncentracijom svih istraživačkih i inovativnih napora u Europskoj uniji [21].

Faza implementacije započela je 2014. godine, a trajat će sve dok se u potpunosti ne implementiraju sva nova tehnološka rješenja koja su ranije razvijena. Status implementacije ATM Master Plana analiziran je u 4. poglavlju.

2014. godine Europska komisija je donijela program SESAR 2020. To je program koji će demonstrirati održivost tehnoloških i operativnih rješenja koja su već razvijena, ali u većim operativno-integriranim okolinama. Istovremeno, SESAR 2020 će staviti prioritet na istraživanja i inovacije u raznim područjima, u zrakoplovnim operacijama, operacijama na zračnim lukama s velikim kapacitetom, unaprjeđenju upravljanja zračnim prostorom i uslugama, optimiziranje učinkovitosti mreža i poboljšanje ATM infrastrukture za operativne sustave i usluge [22].

3.3.2.4. Upravljanje kapacitetima na zračnim lukama

Analogno rastu broja zrakoplova u letu, raste i broj operacija na zračnim lukama kao i vrijeme boravka zrakoplova na stajankama. Kako zračne luke ne bi postale zagušene zbog velikog rasta zračnog prometa, bilo je potrebno donijeti smjernice za suočavanje s tim problemom. Posljedica rasta bi mogla biti i neravnomjernost između potražnje i raspoloživog kapaciteta, što bi moglo uzrokovati velike financijske gubitke za zrakoplovne kompanije, te povećanje negativnog utjecaja na okoliš.

Zbog toga, Europska komisija je u drugom regulatornom paketu SES-a specificirala akcije koje su potrebne kako bi se povećala učinkovitost upravljanja kapacitetima i optimiziralo planiranje infrastrukture na zračnim lukama, dok se istovremeno povećavaju sigurnost i standardi očuvanja okoliša. Te mjere su sljedeće:

- bolje korištenje već postojeće infrastrukture (nove tehnologije iz SESAR programa će povećati sigurnost i učinkovitost operacija na zračnim lukama),
- poboljšano planiranje infrastrukture (prioritet treba biti optimiziranje korištenja postojećih kapaciteta, a više računa treba voditi o utjecaju na okoliš),
- promoviranje intermodalnosti i poboljšanje pristupa zračnim lukama (suradnja prilikom planiranja željezničke i cestovne mreže će osigurati dizajn i konstrukciju komplementarnih transportnih mreža s minimalnim troškovima) [14].

3.3.3. Nadopuna drugog regulatornog paketa SES-a (SES 2+)

Nakon što je SES 2 stupio na snagu 2009. godine te se pokazao obećavajućim, važne lekcije su naučene te ih je trebalo dodatno regulirati kako bi se poboljšao sam pristup implementaciji SES-a. Uvidjelo se da SES 2 inicijativa sadrži neka preklapanja u zakonodavstvu, odnosno neke odredbe su se našle u nekoliko različitih dijelova zakonodavstva. Kako bi se ispravili ti nedostaci Europska komisija je 2014. godine donijela privremene nadopune SES pravila koji su nazvani SES 2+. Te nadopune su usmjerene na sedam glavnih područja:

1) jačanje neovisnosti nacionalnih nadzornih tijela – pružanje potpore nacionalnim nadzornim tijelima kroz suradnju na razini Europske unije i udruživanjem resursa, te potpuno organizacijsko i proračunsko odvajanje od pružatelja usluga u zračnoj plovidbi kako bi se osigurao potpuno neovisni nadzor;
2) podrška uslugama – primjena normalnih pravila javne nabave kako bi se osigurao transparentan izbor pružatelja usluga koji pruža najbolji omjer troškova i koristi;
3) usredotočenost na korisnike – bolji odnosi pružatelja usluga i korisnika te davanje značajnije uloge korisnicima kod većih investicijskih planova;
4) Plan mjerenja učinkovitosti i PRB – ojačavanje Plana kako bi se izbjeglo razrjeđivanje ciljeva i omogućilo pravilno izvršavanje na lokalnim razinama te davanje veće neovisnosti PRB-u;

5) FAB-ovi – učiniti FAB-ove fleksibilnijima i više usmjerenima na učinkovitost, a sve dok se ciljevi učinkovitosti postižu Komisija se neće miješati u upravljanje FAB-ovima nego će ostaviti industriji da sama dođe do rješenja;
6) NM – uloga NM-a je specificiranija te se jača njegov utjecaj; te
7) EASA, EUROCONTROL i ostale institucije – rješavanje problema u preklapanju ovlasti, EUROCONTROL će biti usmjeren na operativna pitanja (NM), EASA na izradu tehničkih pravila i zadatke nadzornih tijela, a Europska komisija na regulaciju ekonomskih pitanja (učinkovitost, naplata, institucionalna pitanja, itd.) [23].

3.4. Analiza utjecajnih čimbenika na rast zračnog prometa u Europi

Na rast zračnog prometa u Europi utječu razni čimbenici, a svi čimbenici mogu se grupirati u tri sljedeće kategorije:

- ekonomske aktivnosti,
- dostupnost putovanja, te
- čimbenici lokalnog tržišta [24].

Ove kategorije istovremeno pojašnjavaju utjecaj i ponude i potražnje na zračni promet. Neke čimbenike, kao npr. BDP, je jednostavno usporediti i analizirati sa zračnim prometom te uvidjeti točnu razinu međusobnog utjecaja, dok je neke čimbenike teže, kao npr. utjecaj liberalizacije, iako mogu imati značajan utjecaj na rast zračnog prometa.

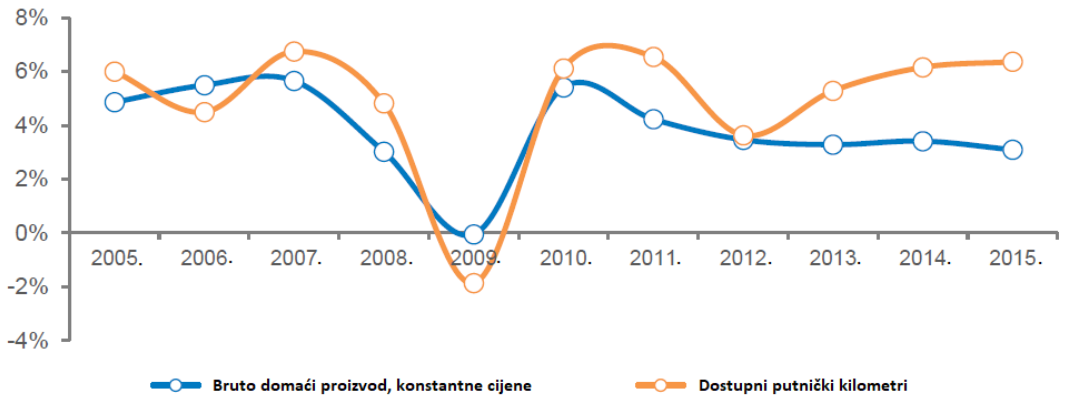
3.4.1. Ekonomske aktivnosti

Prateći ekonomske aktivnosti moguće je najjednostavnije razumjeti i kvantificirati ključne čimbenike u prometnim tokovima. Na slici 3 prikazani su glavni ekonomski čimbenici koji imaju utjecaj na rast zračnog prometa.



Slika 3. Ekonomski čimbenici rasta zračnog prometa
Izvor: [24]

Na grafikonu 6 prikazan je odnos rasta BDP-a i rasta zračnog prometa gdje je vidljiva nedvojbena međusobna korelacija. Analizirajući te podatke može se potvrditi da rast BDP-a ima znatan utjecaj na rast zračnog prometa jer obje krivulje rasta prate jedna drugu i međusobno se isprepleću. Međutim, zadnjih godina zabilježen je značajniji odmak jer rast zračnog prometa je bio daleko veći nego rast BDP-a.



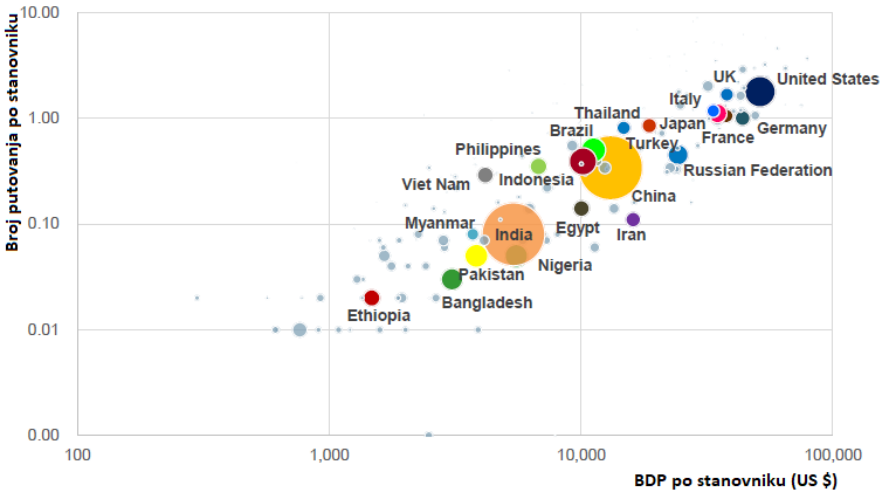
Grafikon 6. Odnos rasta BDP-a i zračnog prometa
Izvor: [24]

Bez obzira na prikazano, ekonomske aktivnosti ne treba naglašavati kao glavne pokretače rasta zračnog prometa, posebno tijekom razdoblja ekonomskog pada. Iako industrija zračnog prometa povremeno proživljava tržišne nestabilnosti, potražnja je elastična, a usluge zračnog prijevoza se često smatraju bitnima jer trošenje novca na putovanja na odmor ili obiteljske događaje je često glavni prioritet. Posljednjih tridesetak godina zrakoplovna industrija je bila obuhvaćena recesijama, nestabilnostima u cijenama nafte, pandemijama, ratovima i sigurnosnim prijetnjama, ali ipak zračni promet je nastavio rasti prosječno 5 % godišnje [24].

Sljedeća ekonomska aktivnost koja ima utjecaj na rast zračnog prometa je osobni dohodak, odnosno dohodak po stanovniku, a predstavlja raspoloživ dohodak te ima čvrstu korelaciju sa sklonosti stanovništva neke zemlje prema zračnom prijevozu. Unutar određene regije, sklonost prema zračnom prijevozu mjeri brojem putovanja ili ostvarenim putničkim kilometrima (engl. revenue passenger kilometres – RPK) koji se povećavaju usporedno s povećanjem osobnog dohotka. U okruženju koje je više regulirano, potražnja za zračnim prijevozom se može povećati zajedno s povećanjem osobnog dohotka, ali slabija kvaliteta usluga i povećanje cijena mogu smanjiti rast. Geografija također može imati utjecaj na potražnju unutar neke regije jer otočna područja ili kopnena područja koja su slabo prometno povezana zahtijevaju više zračnog prijevoza. Zemlje u razvoju razvijaju veliki broj stanovništva srednje klase kroz povećanje osobnog dohotka i šire distribucije bogatstva. To znači da veći broj stanovništva doseže prag bogatstva gdje je moguće putovanje zračnim prometom na regularnoj razini [24].

Na grafikonu 7 prikazana je korelacija između osobnog dohotka i broja putovanja po stanovniku, a veličina kruga uz naziv države proporcionalna je s veličinom stanovništva te

države. Iz grafikona se zaključuje da osobni dohodak ima bitan utjecaj na zračni promet jer je vidljivo da razvijenije države s većim BDP-om po stanovniku imaju i znatno veći broj putovanja zrakoplovom po stanovniku od slabije razvijenih država.

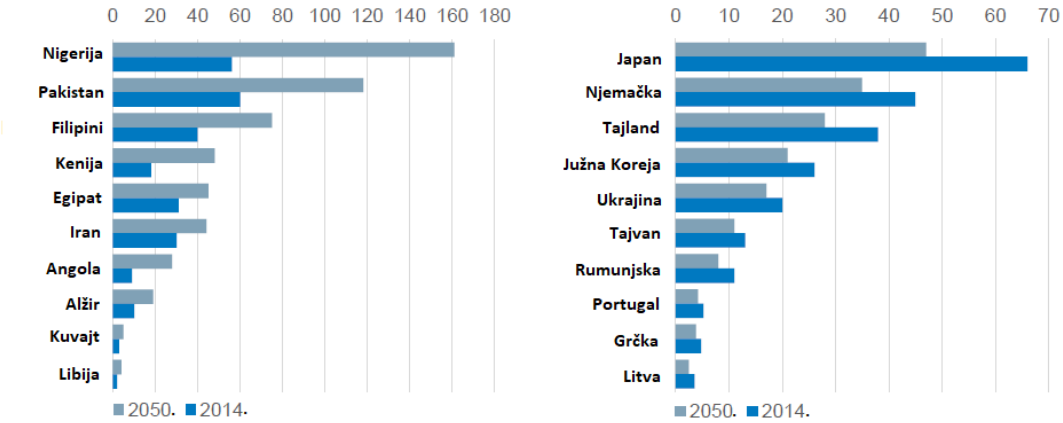


Grafikon 7. Povezanost broja putovanja po stanovniku i BDP-a po stanovniku

Izvor: [24]

Cijene goriva također imaju znatan utjecaj na rast/pad zračnog prometa. Posljedica rasta cijena goriva je smanjenje profitabilnosti zrakoplovnih kompanija, a povećanje cijena će uzrokovati i povećanje cijene prijevoza. Povećanje cijena prijevoza imat će za posljedicu smanjenje potražnje za zračnim prijevozom. U slučaju pada cijena goriva doći će do obrnute situacije i doći će do rasta zračnog prometa.

Utjecaj demografskih trendova ogleda se u povećanju globalnog stanovništva, ali i strukturi stanovništva po starosti. Ekonomska obavještajna jedinica predviđa da će stanovništvo rasti padajućom stopom do 2050. godine. Padajuća stopa najviše se izražava za radno sposobno stanovništvo, gdje dolazi do trenda povećanja broja starijeg stanovništva, a smanjenje radno sposobnog stanovništva, što je već vidljivo u Europi i Japanu. Navedene demografske promjene utječu istovremeno i na stope rasta BDP-a i na rast potražnje za zračnim prijevozom [24]. Grafikon 8 prikazuje predviđanje 10 država s najvećim rastom (lijevo) i 10 država s najvećim padom (desno) radno sposobnog stanovništva u razdoblju 2014. – 2050. godine.



Grafikon 8. Države s najvećim rastom i padom radno sposobnog stanovništva (milijuni)
Izvor: [24]

Od ekonomskih čimbenika koji utječu na rast zračnog prometa važno je analizirati i utjecaj turizma. Tijekom godina turizam je rastao gotovo neprekidno unatoč povremenim iznenađenjima što je indikator snage i elastičnosti ovog sektora. Tijekom 2015. godine nešto više od 50 % turista je do svoje destinacije putovalo zrakoplovom, a ostatak je putovao kopnenim vidovima prijevoza, najviše osobnim automobilom. Zračni prijevoz u turističkim putovanjima ima tendenciju rasta nešto jačim tempom nego ostali vidovi prijevoza. Predviđa se da će broj turističkih dolazaka rasti godišnjom stopom od 2,2 % na globalnoj razini u razdoblju 2010. – 2030. godine [24]. S obzirom na to da je Europa najposjećenija svjetska regija, broj turističkih dolazaka će se bitno povećati, a samim time i potražnja za zračnim prijevozom što će dovesti i do rasta zračnog prometa.

3.4.2. Dostupnost putovanja

Sljedeći čimbenik koji utječe na povećanje zračnog prometa je dostupnost putovanja. To je čimbenik koji može dovesti do povećanja zračnog prometa na razne načine. Neki od najčešćih primjera je povećan broj *open air service* ugovora između država, liberalizirane regulative domaćeg tržišta, poticanje razvoja tehnologije (npr. razvoj novih zrakoplova koji će moći letjeti novim rutama), novi poslovni modeli (niskotarifni prijevoznici), unaprjeđenje prometne mreže povezivanjem parova gradova neprestanom povezanošću te uspostava novih sjedišta niskotarifnih prijevoznika [24].

Primjer *open air service* ugovora čije donošenje je utjecalo na rast zračnog prometa u Europi je Sporazum o zračnom prometu između Europske unije i Sjedinjenih Američkih Država. To je ugovor između Europske unije i Sjedinjenih Američkih Država koji omogućava bilo kojoj zrakoplovnoj kompaniji sa područja Europske unije i sa područja Sjedinjenih Američkih Država da nesmetano prometuje između bilo kojih točaka na tim područjima.

Razvoj niskotarifnih modela poslovanja znatno je utjecao na povećanje zračnog prometa kako u svijetu tako i u Europi zbog toga što je putovanje zrakoplovom postalo dostupno širem krugu ljudi, ponajprije zbog niže cijene putovanja nego što je cijena putovanja kod

tradicionalnih prijevoznika. Koncept poslovanja niskotarifnih prijevoznika temelji se na ukidanju brojnih dodatnih usluga tijekom putovanja, obavljanje samo nužnih radnji tijekom prihvata i otpreme zrakoplova, te prometovanje samo na linijama s povećanom potražnjom kako bi popunjenost zrakoplova bila što veća. Cilj niskotarifnih prijevoznika je privlačenje putnika kojima na prvom mjestu nije udobnost nego sama srž zračnog prijevoza, a to je transport s jednog mjesta na drugo.

3.4.3. Čimbenici lokalnog tržišta

Utjecaj čimbenika lokalnog tržišta kao faktora prognoze tokova zračnog prometa nije izravno povezan niti s ekonomskim aktivnostima niti s dostupnošću putovanja, ali se može razmatrati kao zaseban čimbenik utjecaja na rast zračnog prometa. Primjer navedenog može se naći u domaćem tržištu SAD-a koje čini jednu cjelinu ili u zagušenjima na nekim određenim zračnim lukama koja usporavaju dodatni rast zračnog prometa [24].

3.5. Analiza čimbenika ograničenja razvoja zračnog prometa u Europi

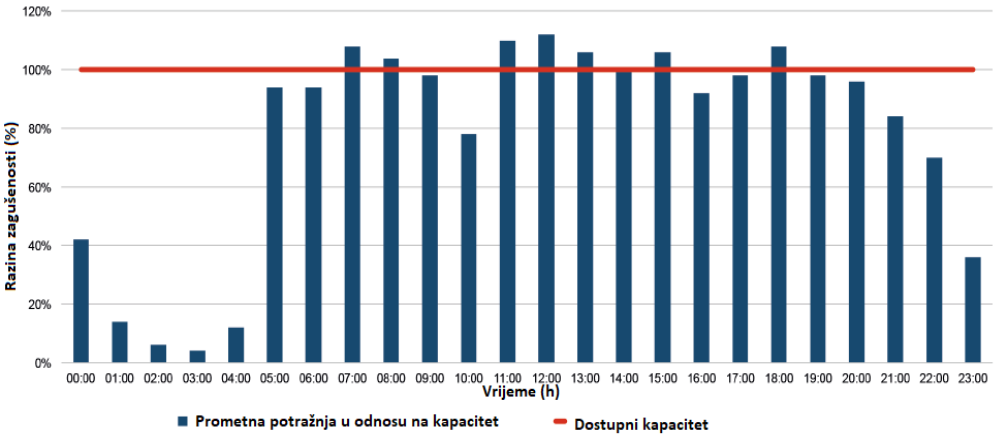
Zračni promet neprestano raste, a samim time dolaze do izražaja i čimbenici koji ograničavaju taj rast. Ono što se pokazalo kao glavni čimbenik ograničenja razvoja zračnog prometa je dosezanje kapaciteta. Kako je broj letova iz godine u godinu sve veći, tako je i neiskorišteni kapacitet sve manji. Tu se prije svega misli na pomanjkanje kapaciteta na zračnim lukama, a zatim na pomanjkanje kapaciteta u mreži, odnosno u mogućnostima kontrole zračnog prometa na sigurno i učinkovito obavljanje upravljanja zračnim prometom. Klimatske promjene su se pokazale kao bitan utjecajni čimbenik ograničenja razvoja zračnog prometa. U budućnosti će doći do promjena u temperaturi zraka, količini padalina i vjetrova, a to će sve utjecati na zrakoplovne operacije, infrastrukturu, ali i samu potražnju za zračnim prometom.

Osim navedenog, čimbenici poput održavanja visokog stupnja sigurnosti i smanjenja negativnih utjecaja na okoliš također imaju bitan značaj u ograničenju razvoja zračnog prometa u Europi. Stupanj sigurnosti je bitno održavati na visokoj razini jer je važno pružiti putnicima sigurnost da će stići sigurno na svoje odredište s minimalnim rizicima, a samim time ojačat će se i konkurentnost europskog zrakoplovstva. Zaštita okoliša je također važna jer je potrebno neprestano smanjivati negativne utjecaje zrakoplovstva na okoliš, prije svega smanjiti emisije CO_2.

3.5.1. Kapacitet

Očekuje se da će do 2040. godine zračni promet u Europi narasti do razine od 16,2 milijuna letova godišnje. Takav rast zračnog prometa stvorit će veliki pritisak na kapacitete zračnih luka te će najvjerojatnije doći do smanjenja dostupnih *slotova* kao posljedica rasta. Razina zagušenosti na određenoj zračnoj luci u određenom vremenu je odnos između prometne potražnje i dostupnog kapaciteta, što je i prikazano na grafikonu 9. Kada se analizira kolovoz i rujan u 2016. godini, tada je bilo 6 zračnih luka koje je bilo zagušeno u smislu da su se odvijale

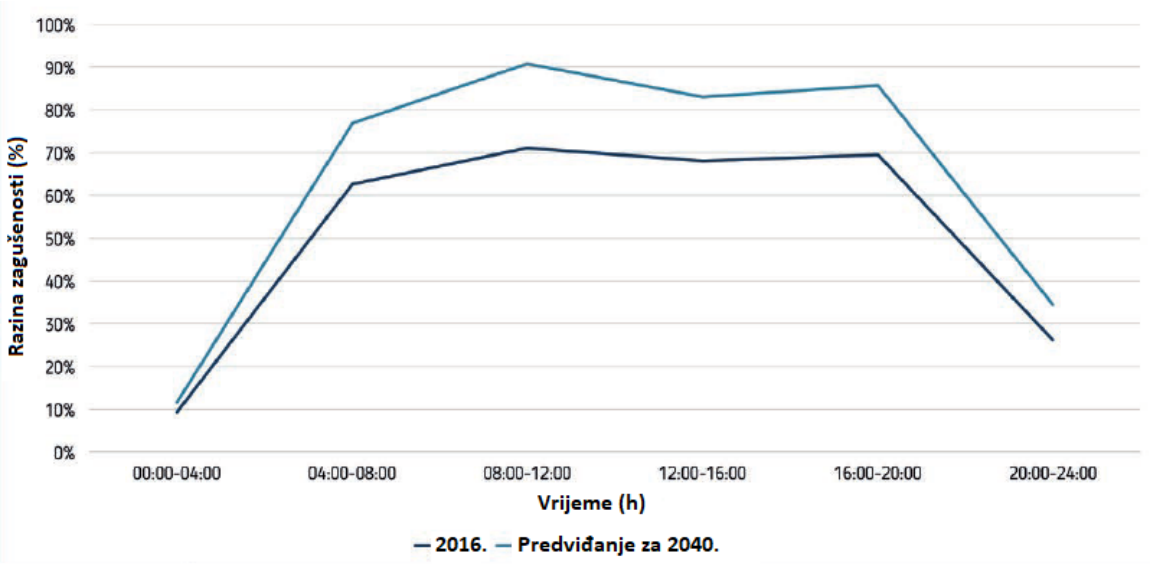
zrakoplovne operacije na 80 % ili više dostupnog kapaciteta tijekom više od 6 uzastopnih sati dnevno. Do 2040. godine taj broj će najvjerojatnije narasti do 16 zračnih luka [25].



Grafikon 9. Odnos prometne potražnje i kapaciteta na zračnoj luci

Izvor: [25]

Promatranjem iskorištenosti kapaciteta zračnih luka tijekom dana dolazi se do zaključka kako će situacija izgledati 2040. godine. Trenutno se planira povećanje kapaciteta za 16 % na 111 zračnih luka (28 % za najprometnijih 20 zračnih luka), ali to i dalje neće biti dovoljno za odgovoriti na dodatnu potražnju. Do 2040. godine 20 najprometnijih zračnih luka će obavljati zrakoplovne operacije blizu ili preko 80 % dostupnog kapaciteta tijekom dana, a na grafikonu 10 prikazana je razina zagušenosti za 20 najprometnijih zračnih luka u 2016. godini i razina koja se očekuje u 2040. godini. Ako se pretpostavlja da će kašnjenja uzrokovana drugim razlozima od kašnjenja uzrokovanim upravljanjem prometnim tokovima ostati konstantna, predviđa se da će razina kašnjenja uzrokovana upravljanjem prometnim tokovima narasti od 1,2 min po letu, što je zabilježeno tijekom ljeta 2016. godine, do 6,2 min po letu u 2040. godini. Kako ne bi došlo do još veće razine kašnjenja potrebno je da NM primijeni što više regulativa vezanih za upravljanje protokom zračnog prometa. Prijevoznici i zračne luke se mogu prilagoditi određenoj razini kašnjenja, s obavljanjem potrebnih procedura, procesa i ulaganjem kapitala kako bi se pružila razumna kvaliteta usluge putnicima. Međutim, teško je za predvidjeti kako je moguće održavati razumnu kvalitetu usluge, ako će se prosječno kašnjenje višestruko povećati [25].



Grafikon 10. Razina zagušenosti 20 najprometnijih zračnih luka

Izvor: [25]

Zagušenje je također izazov i za situaciju u zračnom prostoru. Predviđa se da će do 2040. godine doći do povećanja potražnje za 50 do 80 % na većini ruta. Na primjer, očekuje se da će se Turska suočiti s 2,5 puta više letova nego što je to bilo u 2016. godini. Taj očekivani rast će imati direktni utjecaj na susjedne države, pa će se Rumunjska, Bugarska, Srbija, Cipar i Grčka suočiti s visokom razinom prometne potražnje, otprilike za oko 80 % više nego u 2016. godini. Na drugom kraju Europe, Španjolska će se suočiti sa 70 % više potražnje, što je slično s jugoistočnim dijelom Italije koji će biti pod utjecajem rasta u Turskoj. Područje središnje Europe neće biti izuzeto od poteškoća jer se očekuje porast prometne potražnje za 40 do 55 %. U tim područjima će biti izazovno upravljanje zračnim prometom jer je ionako ondje zračni promet gust i kompleksan [25].

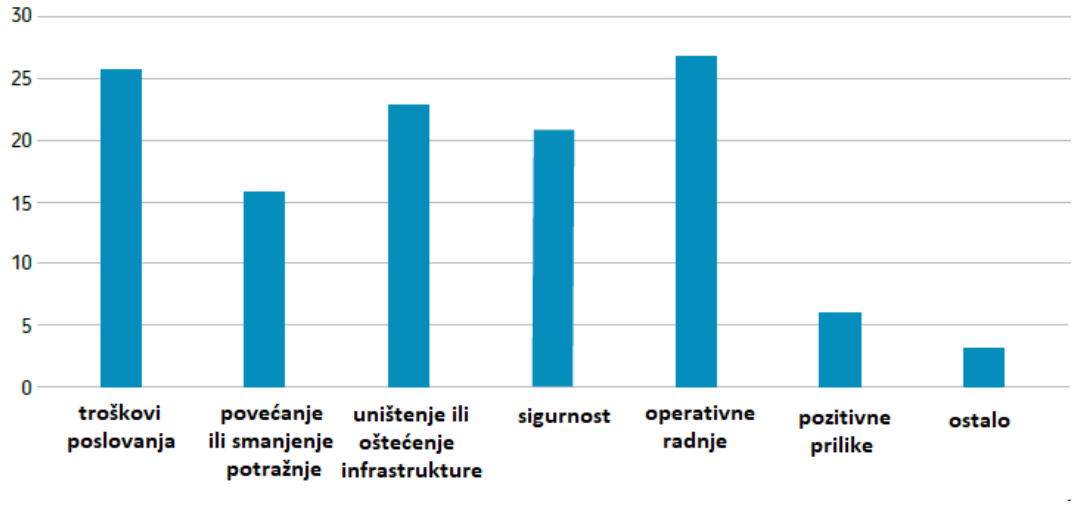
Iz navedenog se može zaključiti da povećanje zračnog prometa se neće moći odvijati neprestano, nego do određene granice koja je određena dostupnim kapacitetima na zračnim lukama, a zatim i kapacitetima na rutama. Ograničenje kapaciteta će imati bitan utjecaj na daljnji rast zračnog prometa u budućnosti.

3.5.2. Klimatske promjene

Utjecaj klimatskih promjena na zrakoplovstvo je značajan, a efekti koji su se pokazali kao ključni potencijalni rizici koji imaju utjecaj na zrakoplovstvo su sljedeći:

- porast temperature,
- promjene u količinama padalina (snijeg i kiša),
- promjene u obrascima oluja,
- promjene u obrascima vjetrova, te
- povećanje razine mora i olujnih udara [26].

Glavni učinci klimatskih promjena koji se očekuju su utjecaj na operativne radnje i promjene u troškovima operativnih radnji. Uništenje ili oštećenje infrastrukture, te utjecaj na sigurnost su također klasificirani kao bitni učinci klimatskih promjena. Postotak koji je procijenjen koliko će klimatske promjene utjecati na određene segmente zrakoplovstva su prikazani na grafikonu 11.



Grafikon 11. Utjecaj klimatskih promjena na pojedine segmente zrakoplovstva

Izvor: [26]

3.5.2.1. Utjecaj promjene temperature

U najgorem slučaju neki dijelovi Europe će u budućnosti iskusiti povećanje temperature za 4 – 5 °C. U tom slučaju područje Europe će se zagrijavati u bržem prosjeku nego ostatak svijeta. Najveća zagrijavanja će pogoditi sjeveroistočnu Europu i Skandinaviju tijekom zime te južnu Europu tijekom ljeta. Doći će do promjena permafrosta. Utjecaj promjene temperature na zrakoplovstvo je sljedeći:

- promjene zrakoplovnih performansi,
- problemi u duljini uzletno-sletne staze (USS),
- promjene doleta zrakoplova,
- geografska redistribucija potražnje,
- sezonska redistribucija potražnje,
- povećani zahtjevi prilikom hlađenja i zagrijavanja,
- toplinska oštećenja na zračnim lukama (USS-e i vozne staze), te
- strukturalna pitanja zbog promjene permafrosta [26].

Kako bi se zrakoplovni operateri na odgovarajući način suočili i s povećanjem prosječne temperature i s temperaturnim ekstremima potrebno je učiniti određene promjene. Trebalo bi razmotriti da se teži zrakoplovi rasporede tako da polijeću u hladnijim dijelovima dana (što je već slučaj u nekim lokacijama) ili da se čak smanji plaćeni teret. Zahtjevi na zračnim lukama za hlađenje bi se mogli povećati kako bi se smanjili utjecaji visoke temperature na putnike i

osoblje. Razvoj i renoviranje infrastrukture bi trebali biti takvi da se koriste materijali i dizajn koji će omogućiti prirodno hlađenje. Zahtjevi za zagrijavanje bi se također mogli povećati na zračnim lukama gdje se očekuju ekstremnije hladnoće. Prilikom planiranja infrastrukture potrebno je uzeti u obzir i potencijalne geografske promjene u prometnoj potražnji [26].

3.5.2.2. Utjecaj promjene u količinama padalina

U većini Europe će doći do povećanja količine padalina. Snijega će biti manje, iako će povremeno doći do prekomjerne količine snijega, a količina kiše će se povećati. Promjene u količini padalina će varirati ovisno o godišnjem dobu i o geografskom području. Utjecaj promjene količina padalina će na sljedeći način utjecati na zračni promet je sljedeći:

- prekid operacija (odgode ili otkazivanja),
- poplavljivanje aerodroma i preopterećenje drenažnog sustava,
- smanjenje propusnosti zračne luke,
- promjene u zahtjevima procesa odmrzavanja zrakoplova,
- poplavljivanje podzemne infrastrukture,
- utjecaj na pristup kopnenom transportu, te
- utjecaj ledenih kiša na operacije [26].

Kako bi se sudionici zračnog prometa suočili s promjenama u količinama padalina trebalo bi optimizirati operativne metode, kao npr. sustav zajedničkog donošenja odluka (engl. Collaborative Decision Making – CDM) na zračnim lukama, koji može povećati robusnost i fleksibilnost. Poboljšano korištenje meteoroloških prognoza može olakšati donošenje operativnih odluka, kao što može korištenje sustava za široko dijeljenje informacija. Obuka osoblja je također ključna kako bi se osiguralo da osoblje zna odgovarajuće interpretirati podatke, te da je osposobljeno za djelovanje tijekom prekida određenih operacija. Zračne luke kod kojih nije uobičajeno padanje snijega bi trebale imati razrađen plan za djelovanje u slučaju nenadanog snijega. S druge strane, u nekim područjima će doći do smanjenja potrebe za djelovanje u slučaju zimskih uvjeta [26].

3.5.2.3. Utjecaj promjene u obrascima oluja

Neizvjesno je kako će klimatske promjene utjecati na oluje, ali ono što se zna je da će se broj većih i razornijih oluja povećati. Neizvjesno ostaje i učestalost, intenzitet i lokacija oluja. Postoji potencijal da će doći do povećanja oluja u jesenskim i zimskim mjesecima u područjima sjevernog Atlantika, te sjeverne, sjeverozapadne i središnje Europe. Utjecaj promjena u obrascima oluja na zračni promet je sljedeći:

- prekid operacija (odgode, rerutiranje, povećanje duljine ruta i povećana potrošnja goriva),
- moguće smanjenje kapaciteta na rutama i zagušenja,
- oštećenja infrastrukture, te
- povećanje udara munja [26].

Precizne meteorološke informacije su ključne za suočavanje s olujama. Meteorološke sposobnosti se povećavaju, ali je također važno da je operativno osoblje bude odgovarajuće osposobljeno za prevođenje meteoroloških informacija u operativne odluke, kao npr. preventivno otkazivanje letova, smanjenje kapaciteta ili preusmjeravanje zrakoplova [26].

3.5.2.4. Utjecaj promjena u obrascima vjetrova

Procjenjuje se da će doći do promjene mlaznih struja u smislu jačine, širine, nadmorske visine i zakrivljenosti. Postoji mogućnost da će doći do povećanja ekstremnih brzina vjetra u sjevernim dijelovima središnje i zapadne Europe, a do smanjenja u južnoj Europi. Predviđaju se i promjene u smjerovima prevladavajućih vjetrova zbog kretanja mlaznih struja i tragova oluja. Doći će i do jačanja vertikalnog smicanja vjetra. Navedene promjene u obrascima vjetrovima imat će sljedeći utjecaj na zračni promet:

- povećanje čiste turbulencije zraka,
- promjene u rutama i duljini trajanja prekoatlantskih letova,
- pojačanje bočnih vjetrova zbog promjena u smjerovima prevladavajućih vjetrova,
- proceduralne promjene zbog bočnih vjetrova mogu uzrokovati utjecaj na okoliš,
- smanjenje kapaciteta na zračnim lukama koje nemaju USS-e za bočne vjetrove, te
- prekidi operacija polijetanja ili slijetanja za neke tipove zrakoplova ako su vjetrovi prejaki [26].

Ovo je područje u kojemu je potrebno provesti dodatna istraživanja, posebno kako bi se bolje shvatile naznake promjena u smjerovima prevladavajućih vjetrova. Za područja čistih turbulencija zraka, potrebno je razviti tehnologiju koja će ih detektirati, a trebalo bi se uzeti u obzir i promjene u dizajnu zrakoplova [26].

3.5.2.5. Utjecaj povećanja razine mora i olujnih udara

Povećanje razine mora će se događati dulje vremensko razdoblje. U Europi se do kraja 21. stoljeća očekuje povećanje u rasponu 0,26 – 0,54 m, a očekuju se lokalne razlike. Ostaje visoka nesigurnost vezana za pojavljivanje olujnih udara, a postojat će i regionalne razlike. Utjecaj povećanja razine mora i olujnih udara na zračni promet je sljedeći:

- trajan ili privremeni gubitak kapaciteta i infrastrukture zračne luke,
- trajan ili privremeni gubitak kopnenog pristupa zračnoj luci,
- ekonomski troškovi za zaštitu od povećanja razine mora i olujnih udara,
- otkazivanje ili odgoda letova zbog poplavljivanja USS-e, te
- smetnje u mreži [26].

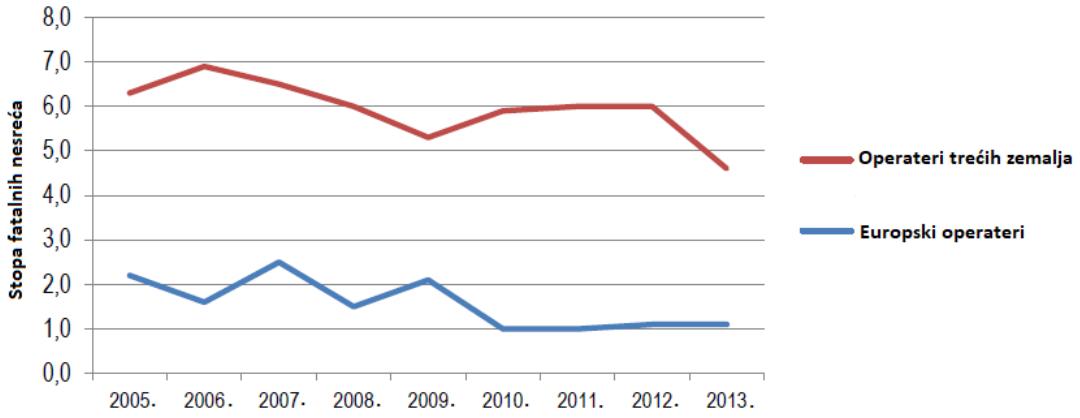
Vezano za povećanje razine mora, postoji više vremena za planiranje zaštite koje je utemeljeno na ekonomskim i sigurnosnim čimbenicima. Mjere koje budu donesene bit će donesene na temelju individualne situacije svake zračne luke. Te mjere će uzeti u obzir i dopuštanje određene razine prodiranja vode, sve dok sigurnost nije ugrožena, a one uključuju

izgradnju, podizanje ili pojačavanje obrana od mora, te preseljenje osjetljive ili vrijedne infrastrukture. Također, moguće je i preseljenje zračnih luka ili izgradnja pomoćnih sekundarnih. Što se tiče olujnih udara, mjere zaštite će biti slične podizanju razine mora, ali do njihovog pojavljivanja je manje vremena [26].

3.5.3. Sigurnost

Rast zračnog prometa u Europi ograničen je i sigurnosnim čimbenikom. Sigurnost zračnog prometa uvijek mora biti održavana na najvišoj mogućoj razini, a ne smije doći do toga da brzi razvoj zračnog prometa utječe na smanjenje sigurnosti. Stoga, može se reći da je sigurnost značajan čimbenik koji utječe na razvoj zračnog prometa.

Iako se nesreće događaju, Europa je do sada uspijevala održavati visoke razine sigurnosti, te je uz SAD najsigurnija regija svijeta. U komercijalnom zračnom prijevozu zrakoplovi s područja Europe su u zadnjih petnaestak godina zabilježili prosječnu stopu fatalnih nesreća od 1,8 na milijun letova, što je značajno ispod svjetskog prosjeka (grafikon 12) [4].



Grafikon 12. Stopa fatalnih nesreća putničkih zrakoplova na području Europe i drugih država

Izvor: [4]

Očekuje se da će do 2035. godine biti preko 14,4 milijuna letova u zračnom prostoru Europe, što je za 50 % više nego što je bilo 2012. godine. Potrebno je da već sadašnja niska stopa nesreća nastavi opadati proporcionalno s rastom zračnog prometa, omogućavajući europskom sektoru zrakoplovstva da sigurno raste u budućnosti i tako da pridonosi njegovoj konkurentnosti. Da bi se to i ostvarilo, treba razviti regulatorni sustav kojim će biti moguće brže i učinkovitije utvrditi i smanjiti sigurnosne rizike. To bi se moglo postići uvođenjem pristupa temeljenog na riziku i performansama u sigurnosne propise i nadzor, eliminiranjem postojećih sigurnosnih nedostataka, te većom integracijom drugih tehničkih područja koja su uređena propisima, a povezana su sa sigurnošću [4].

Sigurnost je ključna, ali istovremeno i neodvojiva od ostalih elemenata. Regulativom se moraju utvrditi i uvjeti u kojima zrakoplovna industrija može napredovati, a da i dalje bude konkurentna na svjetskom tržištu. Potrebno je uključiti nove poslovne modele i tehnologije, kao npr. električni motori ili bespilotne letjelice. Neophodno je i razmjernije pristupiti

pravnom uređenju, te prepoznati razlike između rizika u različitim sektorima zrakoplovstva. Na kraju, to će dovesti do ukidanja pravila i postupaka koji povećavaju trajanje, opterećenje i troškove, a ni na koji način ne pridonose sigurnosti, kao i pravila i postupke koje usporavaju inovacije i poduzetništvo. To će dovesti do povećanja regulatorne fleksibilnosti, a ujedno i do održavanja iste ili povećanja razine sigurnosti [4].

Velik broj zrakoplovnih nesreća u kojima su stradali državljani Europske unije se dogodilo izvan područja Europe. Iz tog razloga, ključni cilj djelovanja Europske unije mora biti i na održavanju i povećavanju visokih razina sigurnosti i na svjetskoj razini. Predviđa se da će opasnost od terorizma u komercijalnom zrakoplovstvu ostati visoka u doglednoj budućnosti. Dok se održavaju i povećavaju visoki standardi sigurnosti, istodobno je važno učinkovito kombinirati sigurnosne mjere s metodama i tehnologijama kojima se olakšava protok putnika na zračnim lukama, te se smanjuju neugodnosti i kašnjenja. Kako bi se to postiglo istražit će se novi načini kako putnike manje opteretiti sigurnosnim provjerama (upotrebom novih tehnologija i primjenom pristupa temeljenog na riziku), a da se ne ugrožava sigurnost [4].

Kao i drugi sektori, zrakoplovstvo se ubrzano digitalizira. Time se omogućavaju brojne pogodnosti, ali se povećavaju rizici povezani s računalnom sigurnosti. Računalni rizici mogu utjecati jednako na sigurnost leta kao i ostali sigurnosni rizici. Zbog toga, od EASA-e se očekuje da pristupi rješavanju problema računalnih rizika kako bi sigurnost bila ugrađena pri samom planiranju i da se razviju potrebne mogućnosti za odgovor na hitne situacije [4].

3.5.4. Utjecaj zrakoplovstva na okoliš

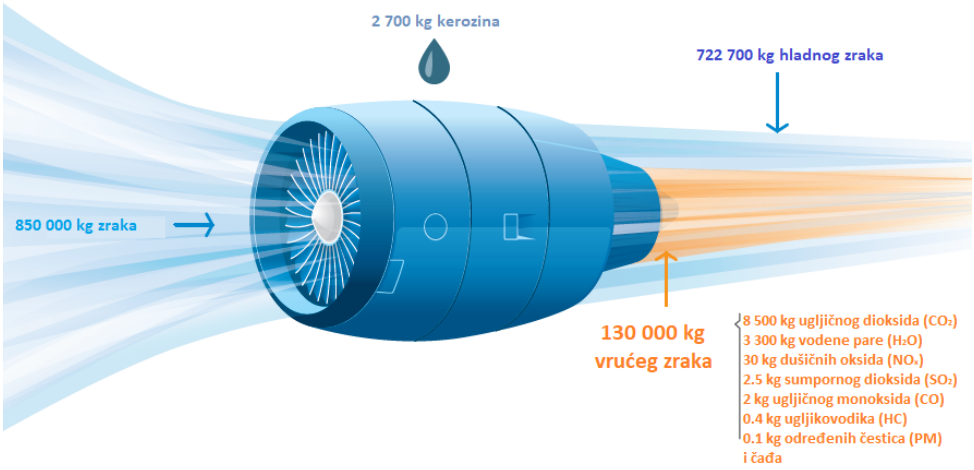
U poglavlju 3.5.2. analiziran je utjecaj klimatskih promjena na zrakoplovstvo kao čimbenik ograničenja razvoja, a u ovom poglavlju je analiziran utjecaj zrakoplovstva na okoliš, odnosno na klimatske promjene kao čimbenik ograničenja razvoja. Način na koji utjecaj zrakoplovstva na okoliš ograničava razvoj zračnog prometa nije sam utjecaj na okoliš, nego mjere kojima se nastoji smanjiti taj utjecaj. Utjecaj zrakoplovstva na okoliš najviše se ogleda u emisijama ispušnih plinova i emisijama buke.

3.5.4.1. Emisije ispušnih plinova

Glavni plinovi koji su zagađivači okoliša, a koji su emitirani iz zrakoplovnih motora su CO_2, dušični oksidi (NO_x), sumporni oksidi (SO_x), nesagorjeli ugljikovodici (HC), određene čestice (PM) i čađa [27]. Na slici 4 prikazane su emisije tipičnog dvomotornog mlaznog zrakoplova tijekom jednog sata leta sa 150 putnika.

U 2016. godini zrakoplovstvo je bilo odgovorno za 3,6 % emisija stakleničkih plinova od ukupnih emisija stakleničkih plinova iz svih izvora na području Europske unije, a za 13,4 % od ukupnih emisija prometa, što zrakoplovstvo čini drugim najvećim izvorom stakleničkih plinova nakon cestovnog prometa. Emisije stakleničkih plinova su se višestruko povećale u odnosu na 1990., kada je zrakoplovstvo bilo odgovorno za 1,4 % od ukupnih emisija. Dok su se emisije iz drugih izvora tijekom godina smanjivale, emisije iz zrakoplovstva su se značajno povećale.

Europsko zrakoplovstvo je 2015. godine pridonosilo sa 20 % globalnim emisijama CO_2 iz zrakoplovstva [27].

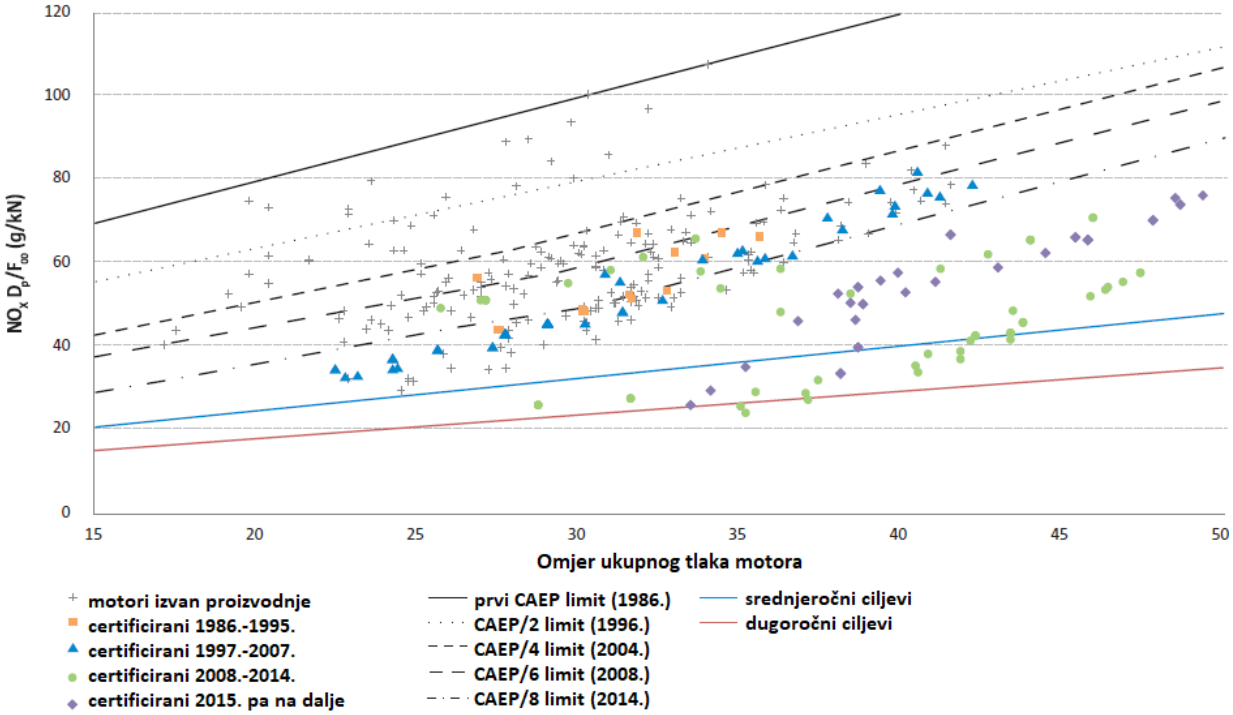


Slika 4. Emisije dvomotornog mlaznog zrakoplova tijekom jednog sata
Izvor: [27]

Zrakoplovstvo je također značajan zagađivač i emisijama NO_x-a i PM-a. 2015. godine zrakoplovstvo je bilo odgovorno za 14 % emisija NO_x-a od emisija prometa, odnosno za 7 % ukupnih emisija Europske unije iz svih izvora. Emisije NO_x-a iz zrakoplovstva su se udvostručile od 1990. godine, a njihov relativni udio se povećao četverostruko dok su ostali ekonomski sektori postigli značajna smanjenja. Emisije CO-a i SO_x-a su se također povećale u odnosu na 1990. godinu, dok su se u ostalim vidovima prometa smanjile [27].

No, treba napomenuti da zrakoplovstvo nije usporedivo s ostalim ekonomskim sektorima jer se smanjenje emisija u zrakoplovstvu puno teže postiže nego u ostalim sektorima. To je prvenstveno zbog relativno dugog životnog vijeka zrakoplova, koji može ostati u uporabi dugi niz godina. Međutim, potrebno je naći načina da se smanje emisije štetnih plinova i u zrakoplovstvu.

Smanjenje emisija štetnih plinova za okoliš od strane zrakoplovstva može se smanjiti na tri načina: razvojem novih tehnologija i dizajna, uporabom alternativnih goriva te optimizacijom ATM sustava i operacija.



Grafikon 13. Emisije NO_x motora u odnosu na CAEP limite

Izvor: [27]

Tehnologija razvoja motora se kontinuirano razvijala posljednjih 70-ak godina, a smanjenje izgaranja goriva je uvijek bila pokretačka snaga iza tog napretka. Učinkovitiji ciklusi izgaranja goriva unutar motora, koji se postižu uporabom novih materijala, doveli su do povećanja tlaka i temperature tijekom izgaranja. Budući da to obično povećava emisije NOx-a, kontrola tih emisija tijekom procesa izgaranja je značajan izazov. Tijekom godina regulatorni limiti ICAO-a vezani za emisije NOx-a postajali su strožiji tijekom vremena, a oni se odnose na dostizanje odgovarajućeg ograničenja Odbora za zrakoplovnu zaštitu okoliša (engl. Committee on Aviation Environmental Protection – CAEP), CAEP/2, CAEP/4, CAEP/6 i CAEP/8. Novi standardi vezani za emisije NOx-a i CO2 značajno doprinose za razvoj novih motora čiji će dizajn smanjiti iste [27]. Grafikon 13 prikazuje certificirane podatke o emisijama NOx-a određenih vrsta motora koji imaju više 89 kN potiska u odnosu na ICAO CAEP NOx definirane limite. Ti limiti su definirani kao masa NOx emisija (Dp) tijekom polijetanja i slijetanja u odnosu na potisak motora (F_{00}).

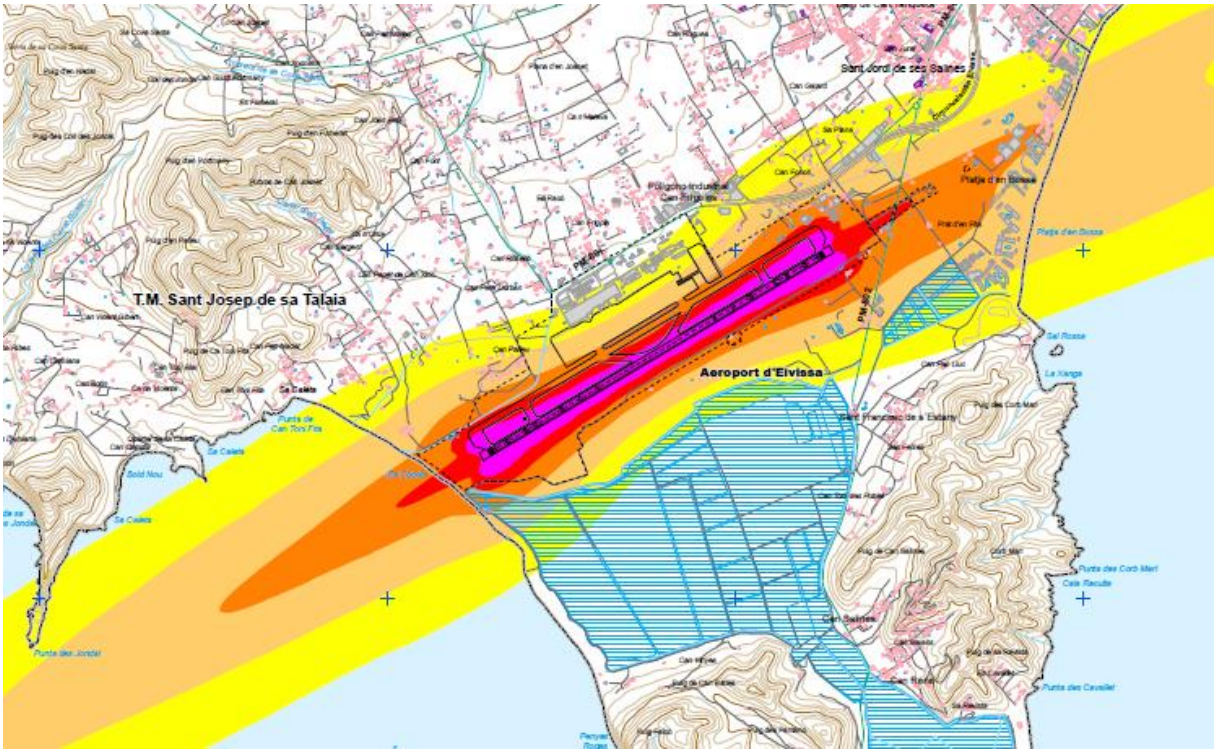
Uporaba alternativnih vrsta goriva može smanjiti emisije štetnih plinova, ali njihova uporaba je trenutno minimalna, a očekuje se da će tako i ostati još neko vrijeme. Održiva zrakoplovna goriva imaju značajan potencijal za doprinos u smanjenju trenutnih i očekivanih utjecaja zrakoplovstva na okoliš. Postoji interes i za uporabom „elektrogoriva“, koji potencijalno ne bi imali uopće emisija. Međutim, nekoliko demonstriranih projekata još nije uzeto u obzir zbog velikog troška proizvodnje. Alternativna goriva moraju biti certificirana da bi mogla biti korištena u civilnom zrakoplovstvu. Trenutno je certificirano 6 vrsta biogoriva, a još nekoliko ih je u postupku odobravanja. Europska unija ima potencijal za povećanje kapaciteta proizvodnje biogoriva, ali njihovo korištenje od strane zrakoplovnih prijevoznika

ostaje ograničeno zbog raznih čimbenika, uključujući i zbog cijene koja ide u korist konvencionalnom gorivu kao i zbog slabog prioriteta u većini nacionalnih politika bioenergije. Nekoliko redovnih letova na području Europske unije koji koriste biogoriva su već u izvedbi iako u vrlo malom postotku [27].

Optimizacija ATM sustava može značajno doprinijeti u smanjenju emisija štetnih plinova zrakoplovstva, ponajprije u smanjenju duljine ruta te ubrzavanjem operacija na zračnim lukama (taksiranje, polijetanje i slijetanje). Napredak koji je do sada postignut je značajan, ključne novosti iz SESAR programa su postavljene s ciljem povećanja učinkovitosti, a s ciljem smanjenja štetnih emisija. Uvođenjem zračnog prostora slobodnih ruta (engl. Free Route Airspace – FRA) smanjeno je više od 2,6 milijuna tona CO_2 od 2014. godine, što je otprilike 0,5 % od ukupnih emisija zrakoplovstva. Operacije kontinuiranog spuštanja imaju potencijal i za smanjenje emisija CO_2 i za smanjenje buke. Međutim, potpuni potencijal od optimizacije ATM sustava nije moguće uvijek postići zbog međusobnog konflikta bitnih čimbenika učinkovitosti pružanja usluga (sigurnost, okoliš, ekonomski čimbenik i kapacitet) [27].

3.5.4.2. Emisija buke

Izlaganje buci se procjenjuje određivanjem kontura buke. U zrakoplovstvu to predstavlja područje oko zračne luke u kojemu razina buke prelazi određeni prag decibela. Na slici 5 prikazan je primjer jedne zračne luke na kojemu se vide granice buke. Ono što je udaljenije od središta zračne luke označeno je žutom bojom i tu je razina buke manja, dok približavajući se središtu zračne luke, razina buke je sve veća.

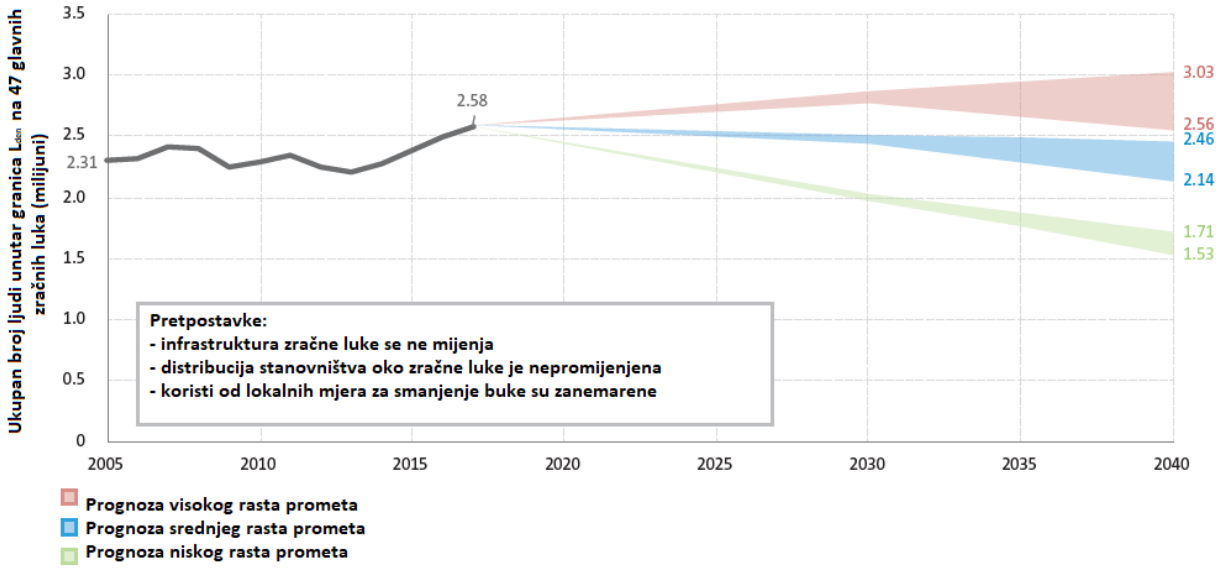


Slika 5. Granice razine buke na zračnoj luci
Izvor: [27]

Razina buke na zračnim lukama mjeri se prema dvama indikatorima, prosječna godišnja razina buke tijekom dana, večeri i noći (L_{den}), te prosječna razina buke tijekom noći (L_{night}). Prosječne razine buke oko zračnih luka u zadnjih petnaestak godina i dalje su na podjednakoj razini, iako je od 2013. zabilježen lagani porast. Ukupan broj stanovništva koji borave unutar L_{den} 55 dB i L_{night} 50 dB (razina buke koja je određena Direktivom Europske unije, a čije prekoračenje negativno utječe na čovjeka) granica buke, na 47 glavnih zračnih luka Europe, iznosio je 2,58 milijuna (L_{den}) i 0,98 milijuna (L_{night}) u 2017. godini. To je porast za 12 %, odnosno 13 % u odnosu na 2005. godinu, ali 14 % i 20 % više nego 2014. godine. Međutim, neke zračne luke od tih 47 su zabilježile smanjenje granica razine buke [27].

Najbolji način za smanjenje razine buke je korištenje novih zrakoplova čiji motori proizvode znatno manje razine buke nego zrakoplovi starije proizvodnje. Drugi način za smanjenje buke je ugrađivanje prigušivača na motore. Operativna mjera koja se koristi za smanjenje buke je i uvođenje penala za zrakoplovne kompanije koje koriste zrakoplove koji proizvode više buke od određene granice kako bi ih se potaklo na zamjenu flote.

Ako prijevoznici u svoje flote uvedu nove zrakoplove, trebalo bi doći do smanjenja razine buke, a ukupno stanovništvo koje će biti izloženo L_{den} 55 dB i L_{night} na 47 glavnih zračnih luka bi se moglo smanjiti do 2030. godine. Ova prognoza podrazumijeva da neće doći do povećanja stanovništva oko tih zračnih luka [27]. Na grafikonu 14 prikazan je broj stanovništva koji je izložen L_{den} 55 dB na 47 glavnih europskih zračnih luka u odnosu na godine.



Grafikon 14. Broj stanovništva izložen L_{den} 55 dB

Izvor: [27]

4. Implementacija ATM Master Plana

ATM Master Plan je dokument koji predstavlja glavni alat za postavljanje prioriteta u razvoju ATM rješenja. Plan je nastao kao rezultat faze definiranja SESAR projekta. On je zapravo razvojni program koji je izrađen od strane svih sudionika zračnog prometa, a i na korist svih njih. Ocrtava viziju i ambicije za buduće ATM sustave unutar vremenskog okvira do 2035. godine, a s pogledom prema 2050. godini, određujući pri tome prioritete u istraživačkim i razvojnim aktivnostima te rješenja koja su potrebna da bi se to i ostvarilo. On pruža osnovu Europskoj komisiji za definiranje određenih projekata, koji se onda izvode od strane SESAR upravitelja implementacije. Također, Master Plan pruža i pogled svim sudionicima zračnog prometa na sve beneficije implementacije razvojnih rješenja Master Plana u smislu povratka uloženih investicija [28].

Do sada su izdana tri izdanja ATM Master Plana. Prvo izdanje izvedeno je iz SESAR Master Plana u svibnju 2008. godine kao jedan od šest glavnih isporuka faze definiranja SESAR programa, kako je dogovoreno između glavnih europskih sudionika zračnog prometa. Odobreno je 2009. godine. Drugo izdanje Master Plana objavljeno je 2012. godine, a bilo je značajna nadopuna prvom izdanju jer je sadržavalo osnovne operativne i tehnološke promjene koje je potrebno izvesti kako bi se postigli SES strateški ciljevi. Te nadopune su transformirale Master Plan u ključni alat za implementaciju SESAR-a jer su pružile osnovu za pravovremenu, koordiniranu i učinkovitu implementaciju. Treće, a ujedno i zadnje izdanje ATM Master Plana je iz 2015. godine.

Zadnje izdanje Master Plana ima za cilj postići visoko učinkovito zrakoplovstvo do 2035. godine, a do 2050. godine je cilj da Europa bude vodeća u svijetu u učinkovitosti upravljanja zračnim prometom. Ciljevi učinkovitosti koji se žele postići SESAR-om odnose se na zaštitu, učinkovitost troškova, kapacitet, okoliš, operativnu učinkovitost i sigurnost, a prikazani su na slici 6.



Slika 6. Ciljevi SESAR-a

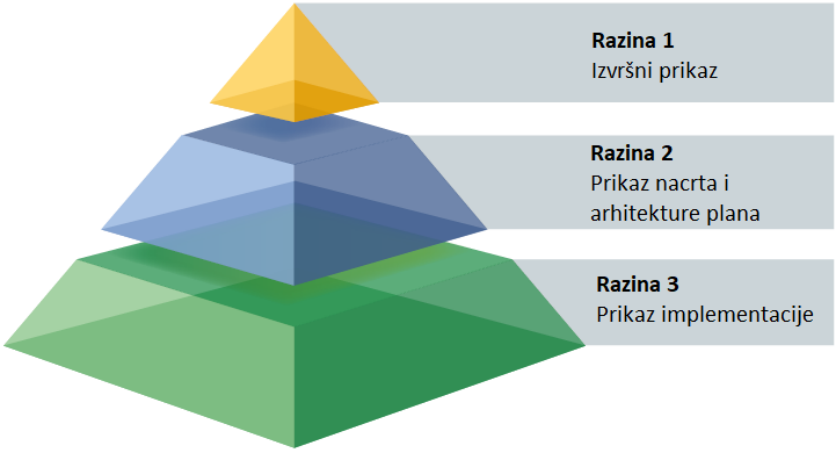
Izvor: [28]

Kako bi se navedeni ciljevi postigli potreban je razvoj i implementacija tehnoloških rješenja navedenih u Master Planu. Tehnološka unaprjeđenja provodit će se kroz veću razinu automatike, digitalizacije i virtualizacije. Razvoj pojedinih područja podijeljen je u četiri grupe (slika 7): optimizirane ATM mrežne usluge, visokoučinkovite operacije na zračnim lukama, unaprijeđene operativne usluge u zračnom prometu (engl. Air Traffic Services – ATS) i unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture.



Slika 7. Oznake 4 ključna područja unaprjeđenja ATM-a
Izvor: [28]

ATM Master Plan je strukturiran u tri razine, kao što je vidljivo u piramidalnom prikazu na slici 8. Prvu razinu predstavlja izvršni prikaz koji sadrži informacije i analizu načina izvedbe plana koje su potrebne za razvoj i implementaciju rješenja koja će doprinijeti postizanju maksimalnog učinka ATM sustava u prethodno navedenim područjima. Drugu razinu predstavlja prikaz nacrta i arhitekture plana, koji sadrži detaljan prikaz informacija o samom načinu implementacije, a time podupire prvu razinu. Treća razina je prikaz implementacije plana, a sadrži Plan implementacije jedinstvenog europskog neba (engl. European Single Sky Implementation Plan – ESSIP), te Izvještaj o implementaciji. To je skup zajedničkih dogovorenih radnji, koje zajedno s idejama SESAR programa pomažu u postizanju ciljeva učinkovitosti u područjima sigurnosti, okoliša, kapaciteta i učinkovitosti troškova.



Slika 8. Piramidalni prikaz razina ATM Master Plana
Izvor: [28]

4.1. Optimizirane ATM mrežne usluge

Optimizirane ATM mrežne usluge moraju biti robusne i elastične na cijeli niz poremećaja, uključujući i meteorološke poremećaje. Također se oslanjaju na dinamične, *online* i kolaborativne mehanizme koji omogućavaju često ažuriranje dosljednog i preciznog plana koji pruža referentne informacije svim ATM sudionicima. Ova značajka uključuje aktivnosti u područjima naprednog upravljanja zračnim prostorom, naprednog dinamičnog balansiranja kapacitetom i optimiziranih operacija korisnika zračnog prostora kao i optimiziranog upravljanja ATM mrežom kroz potpuno integrirani NOP i plan operacija zračnih luka kroz Sustav širokog upravljanja informacijama (engl. System Wide Information Management – SWIM) [28].

4.1.1. Upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa

Upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa (engl. Air traffic flow and capacity management – ATFCM) nastoji optimizirati tokove prometa prema kapacitetima kontrola zračnog prometa, a pritom omogućavajući zrakoplovnim kompanijama da obavljaju sigurne i učinkovite letove. Implementacija ATFCM-a, što je jedna od glavnih ATM promjena, osjetit će dublju integraciju svih operativnih sudionika zračnog prometa s obzirom na dijeljenje informacija. NM će igrati glavnu ulogu, kao integrator informacija u stvaranju više predvidljive i agilnije mreže. Cilj implementacije ATFCM-a je otvoriti put od lokalnih operacija, planiranja i donošenja odluka do letačkih i protočnih operacija gdje će korisnici zračnog prostora letjeti preferiranim putanjama u kontekstu gdje će svi sudionici dijeliti i imati pristup informacijama, omogućavajući potpuni CDM proces, što je cilj SESAR-a [29].

Prednosti koje donosi implementacija ATFCM-a su sljedeće:

- **KAPACITET:** optimizirana upotreba dostupnog kapaciteta koristeći informacije u stvarnom vremenu o situaciji u mreži s ciljem identificiranja i izbjegavanja opterećenih mjesta, te smanjenje kompleksnosti prometa;
- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** smanjenje vremena leta i zadržavanja tijekom leta zbog unaprijeđenog predviđanja mreže, smanjenje troškova i manja potrošnja goriva zbog mogućnosti korištenja preferiranih putanja prema prioritetima i operativnim ciljevima korisnika zračnog prostora; te
- **SIGURNOST:** poboljšano predviđanje posla kontrolora zračnog prometa i prevencija preopterećenja [29].

ATFCM će se ostvariti kroz implementaciju šest implementacijskih ciljeva te jednog dodatnog SESAR rješenja koji su navedeni u tablici 1.

Tablica 1. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje ATFCM-a

Pred-SESAR	Kolaborativno planiranje leta [FCM03]
	Kratkoročne ATFM mjere – faza 1 [FCM04.1]
SESAR 1	Procjena kompleksnosti prometa [FCM06]
	Izračunata vremena polijetanja za postizanje ciljanog vremena za ATFCM svrhe [FCM07]
	Kratkoročne ATFM mjere – faza 2 [FCM04.2]
	Poboljšana ATFM zamjena slotova [FCM09]
	Proces određivanja prioriteta koje pokreće korisnik – polijetanje [Sol #57]

Izvor: [29]

4.1.2. Planiranje mrežnih operacija

NOP je pregled konsolidiranog protoka i kapaciteta mreže koji omogućuje operativnim partnerima da predvide ili odgovore na događaje te da povećaju zajedničko razumijevanje situacije sve od strateške razine pa do faze operacija u stvarnom vremenu, a nakon čega slijedi post operativna analiza. Proces planiranja operacija konsolidira prognoze i planove od svih partnera u ATM operacijama te od jedinica NM-a za kapacitet, upravljanje zračnim prostorom i naplatu protoka. Počevši od strateškog planiranja kapaciteta, proces napreduje do operativne razine s razvojem sezonskih, tjednih i dnevnih planova. Cilj implementacije planiranja mrežnih operacija je otvoriti put od lokalnih operacija, planiranja i donošenja odluka do toga da svi sudionici dijele i imaju pristup informacijama što će omogućiti potpuni proces CDM-a s NM-om kao središtem europske ATM mreže [29].

Prednosti koje donosi implementacija planiranja mrežnih usluga su sljedeće:

- **KAPACITET:** koristi dobivene kroz unaprjeđenu uporabu kapaciteta zračnih luka i zračnog prostora zbog boljeg znanja o dostupnosti zračnog prostora i potražnji za zračnim prometom;
- **UČINKOVITOST TROŠKOVA:** poboljšana zbog upotrebe učinkovitih alata za pristupanje informacijama o mreži;
- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** smanjenje vremena leta i zadržavanja tijekom leta zbog unaprijeđenog predviđanja mreže, smanjenje troškova i manja potrošnja goriva zbog mogućnosti korištenja preferiranih putanja prema prioritetima i operativnim ciljevima korisnika zračnog prostora; te
- **SIGURNOST:** poboljšano predviđanje posla kontrolora zračnog prometa i prevencija preopterećenja [29].

Planiranje mrežnih operacija se postiže kroz implementaciju dvije implementacijske značajke koje su prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje planiranja mrežnih operacija

Pred-SESAR	Kolaborativno planiranje leta [FCM03]
SESAR 1	Interaktivni NOP [FCM05]

Izvor: [29]

4.1.3. Napredna fleksibilna uporaba zračnog prostora

Osnovni princip fleksibilne uporabe zračnog prostora (engl. Flexible Use of Airspace – FUA) je taj da zračni prostor više nije određen kao vojni ili kao civilni nego se smatra kao jedan kontinuum, koji se koristi fleksibilno na svakodnevnoj razini. Svi korisnici imaju pristup, a ovisno o njihovoj specifičnoj potrebi, njihovim zahtjevima se upravlja tako da se osigura najučinkovitija uporaba zračnog prostora. Gdje god je moguće, trajna segragacija zračnog prostora treba biti izbjegnuta. Kroz jače civilno-vojno partnerstvo i razmjenu informacija o upravljanju zračnim prostorom u stvarnom vremenu, napredni FUA će poboljšati učinkovitost uporabe zračnog prostora pružajući mogućnost za fleksibilnijom rezervacijom zračnog prostora kao odgovor na zahtjeve zračnih korisnika. Prilikom rasta kompleksnije okoline, napredni FUA će omogućiti implementaciju ostalih SES i SESAR koncepata, kao npr. zračni prostor slobodnih ruta [29].

Prednosti koje donosi implementacija naprednog FUA koncepta su sljedeće:

- **KAPACITET:** povećanje zbog boljeg iskorištenja zračnog prostora unutar i preko granica zračnog prostora što će dovesti do smanjenja kašnjenja te do smanjenja segragacije zračnog prostora;
- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** povećanje zbog dostupnosti progresivno optimalnih ruta/putanja što će dovesti do smanjenja potrošnje goriva, učinkovitiji načini za razdvajanje operativnog od generalnog zračnog prometa te korištenje privremenih rezervacija zračnog prostora, više u skladu s vojnim operativnim zahtjevima; te
- **SIGURNOST:** bolje saznanje kontrolora zračnog prometa o okruženju zračnog prometa, bolja svjesnost situacije i specifična poboljšanja zbog smanjenja radnog opterećenja [29].

U tablici 3 prikazani su implementacijski ciljevi potrebni za ostvarenje napredne fleksibilne uporabe zračnog prostora.

Tablica 3. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje napredne fleksibilne uporabe zračnog prostora

Pred-SESAR	Harmonizirano upravljanje operativnim i generalnim zračnim prometom [AOM13.1]
SESAR 1	Alati koji podupiru upravljanje zračnim prostorom (engl. Airspace Management – ASM) [AOM19.1]
	ASM upravljanje podacima o zračnom prostoru u stvarnom vremenu [AOM19.2]
	Potpuni ASM/ATFCM proces [AOM19.3]
	Upravljanje prethodno definiranih konfiguracija zračnog prostora [AOM19.4]

Izvor: [29]

4.2. Visokoučinkovite operacije na zračnim lukama

Budući europski ATM sustavi oslanjaju se na potpunu integraciju zračnih luka kao čvorova unutar mreže. Iz čega slijede poboljšane operacije na zračnim lukama, osiguravajući besprijekoran proces kroz korištenje CDM-a u normalnim uvjetima, te kroz daljnji razvoj zajedničkih postupaka oporavka pri nepovoljnim uvjetima. Ova značajka podrazumijeva poboljšanje propusnosti USS-e, integriranog upravljanja na zemlji, sigurnosnih mreža zračnih luka te potpunog upravljanja zračnim lukama [28].

4.2.1. Kolaborativna zračna luka

Kroz ovu značajnu ATM promjenu, zračna luka će u potpunosti povezati zemaljsku stranu s ATM mrežom. Unutar tog okvira, planiranje operacija na zračnim lukama, praćenje, upravljanje i post-operativne analize su ugrađene u Plan operacija zračne luke (engl. Airport Operations Plan – AOP) i u CDM zračne luke, za normalne i/ili iznimne uvjete operacija. Ciljana vremena dolazaka bit će izvedena iz AOP-a, te korištena od strane NM-a za uravnoteživanje zahtjeva za dolascima i kapaciteta, kako bi se olakšao proces upravljanja dolascima još od faze leta na ruti [29].

Prednosti koje donosi implementacija kolaborativne zračne luke su sljedeći:

- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** bolja predvidljivost operacija na zračnim lukama i značajno povećanje otpornosti zbog boljeg upravljanja prognoziranjem ili pojavljivanjem neočekivanog nedostatnog kapaciteta, više fleksibilnosti koje omogućavaju zrakoplovnim kompanijama da razmotre svoje poslovne zahtjeve u cilju boljeg donošenja odluka;
- **KAPACITET:** povećanje zbog optimalne uporabe postrojenja i usluga, te zbog boljeg korištenja ATFM slotova i smanjenje strukturalnih kašnjenja (vrijeme koje zrakoplovne kompanije dodaju planiranom vremenu leta);
- **OKOLIŠ:** smanjenje buke i emisija plinova zahvaljujući bolje vremenskim isplaniranim vremenima operacija što omogućuje smanjenje vremena rada motora na zemlji; te

- **UČINKOVITOST TROŠKOVA:** povećanje prihoda zračnih luka zbog dodatnih letova i putnika [29].

Kako bi se kolaborativna zračna luka u potpunosti implementirala potrebno je da se implementiraju i četiri implementacijska cilja te dva SESAR rješenja koja su navedena u tablici 4.

Tablica 4. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje kolaborativne zračne luke

Pred-SESAR	CDM zračne luke [AOP05]
	Kolaborativno upravljanje okolišem na zračnoj luci [ENV02]
SESAR 1	Inicijalni Plan operacija zračne luke [AOP11]
	Interaktivni NOP [FCM05]
	Besprijekorna integracija AOP-a i AOP-NOP-a [Sol #21]
	Jednostavna i jeftina ploča za unos podataka o polascima na radnoj poziciji kontrolora zračnog prometa [Sol #61]

Izvor: [29]

4.2.2. Upravljanje površinom

Na prometnim zračnim lukama, upravljanje dolascima i odlascima zajedno s učinkovitim i sigurnim kretanjem na površini zračne luke je presudni dio za upravljanje redovitom zračnom lukom. Unaprjeđenje operacija na površini zračne luke je jedan od ključnih dijelova SESAR inicijative. Upravljanje površinom pruža svjesnost o kritičnim situacijama, vidljivost, upozorenja i potporu u odlučivanju zračnoj luci i ostalim sudionicima [29].

Prednosti koje donosi implementacija upravljanja površinom su sljedeće:

- **SIGURNOST:** unaprjeđena svjesnost situacije svih sudionika i podrška kontrolorima zračnog prometa u detektiranju potencijalnih opasnih konflikata na ili u blizini USS-e;
- **KAPACITET:** povećana dostupnost resursa voznih staza i smanjenje ukupnog vremena kretanja po voznim stazama, unaprjeđeni prometni tok na manevarskom području pružanjem točnijih vremena vožnje po voznim stazama CDM platformi za sekvenciranje USS-e;
- **OPERATVINA UČINKOVITOST:** smanjenje potrošnje goriva zbog smanjenog vremena vožnje po voznim stazama; te
- **OKOLIŠ:** smanjenje buke i emisija plinova zahvaljujući bolje vremenskim isplaniranim vremenima operacija što omogućuje smanjenje vremena rada motora na zemlji [29].

Kako bi se omogućila potpuna implementacija upravljanja površinom, potrebno je implementirati pet implementacijskih ciljeva i tri SESAR rješenja koja su prikazana u tablici 5.

Tablica 5. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje upravljanja površinom

Pred-SESAR	Napredni sustav za vođenje i kontrolu kretanja na površini (engl. Advanced-Surface Movement Guidance and Control System (A-SMGCS) za nadzor (prijašnja razina 1) [AOP04.1]
	A-SMGCS za praćenje USS-e i uzbunjivanje o konfliktima [AOP04.2]
	Poboljšati sigurnost USS-e kroz sprječavanje izlazaka na USS-u [SAF11]
SESAR 1	Poboljšati sigurnost USS-e i uzletišta kroz detektiranje i upozorenja za praćenje usklađenosti odobrenja kontrolora za izbjegavanje sukobljavanja odobrenja [AOP12]
	Automatska pomoć kontrolorima za planiranje kretanja po površini i usmjeravanje [AOP13]
	Poboljšana svjesnost o prometnoj situaciji i sigurnosnim mrežama zračne luke za vozače vozila [Sol #04]
	Svjetla za status USS-e [Sol #01]
	Pomoć pri vođenju kroz zemaljsko osvjetljavanje uzletišta [Sol #47]

Izvor: [29]

4.2.3. Poboljšane operacije u blizini USS-e

Letačke operacije u blizini USS-e, tj. one koje se odnose na fazu finalnog prilaza, mogu biti optimizirane cijelim nizom unaprjeđenja povezanih s upravljanjem razdvajanja. Dok se održavaju razine sigurnosti, ta unaprjeđenja pružaju povećanje kapaciteta i učinkovitosti leta, te pridonose smanjenju troškova i utjecaja na okoliša, time pružajući koristi za zrakoplovne kompanije, pružatelje usluga u zračnoj plovidbi i zračne luke [29].

Prednosti koje donosi poboljšanje operacija u blizini USS-e su sljedeće:

- **SIGURNOST:** dosljednija razdvajanja na završnom prilazu;
- **KAPACITET:** unaprjeđene stope slijetanja zrakoplova vode do povećane propusnosti i elastičnosti zračne luke preko uvjeta vjetra, a smanjenje vremena zadržavanja prije slijetanja će dovesti do smanjenja kašnjenja;
- **UČINKOVITOST TROŠKOVA:** povećanje učinkovitosti troškova zbog korištenja zemaljskog sustava za povećanje (engl. Ground Based Augmentation System – GBAS) kategorije II/III;
- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** smanjenje potrošnje goriva zbog smanjenog vremena zadržavanja prije slijetanja; te
- **OKOLIŠ:** smanjenje emisije plinova zbog smanjenog vremena zadržavanja prije slijetanja [29].

Kako bi se postiglo poboljšanje operacija u blizini USS-a potrebno je implementirati jedan implementacijski cilj i jedno SESAR rješenje prikazano u tablici 6.

Tablica 6. Značajke koje treba uvesti za ostvarenje poboljšanja operacija u blizini USS-e

Pred-SESAR	Vremenski bazirana razdvajanja [AOP10]
SESAR 1	Precizni prilaz korištenjem GBAS CAT II/III utemeljenom na GPS-u [Sol #55]

Izvor: [29]

4.3. Unaprijeđene ATS usluge

Budući europski ATM sustavi bit će okarakterizirani s naprednim pružanjem usluga, kao posljedica razvoja automatskih alata koji pomažu kontrolorima zračnog prometa u rutinskim zadacima. Ta značajka omogućit će korak prema automatici s aktivnostima poboljšanih operacija polijetanja i slijetanja, upravljanja razdvajanjem, poboljšanim sigurnosnim mrežama na zemlji i u zraku te slobodnim rutama zasnovanim na učinkovitosti na putanjama zrakoplova [28].

4.3.1. Poboljšano razdvajanje kod dolazaka

Alati za upravljanje dolascima (engl. Arrival Management – AMAN) poboljšavaju razdvajanja i mjerenje dolazaka integriranjem s ATC sustavima te opskrbljuju kontrolore zračnog prometa sa savjetima kako bi napravili optimalan slijed dolazaka, smanjili vremena zadržavanja prije slijetanja i vektoriranje na niskim razinama. Kroz ovu ATM promjenu, razdvajanje kod dolazaka se očekuje da će napredovati od uporabe lokalnih AMAN alata do potpune integracije AMAN-a s podacima o stanju na rutama uključujući razne zračne luke te uzimajući u obzir razmatranje stanja u mreži da bi se procijenio utjecaj na cjelokupan tok prometa [29].

Prednosti koje donosi poboljšano razdvajanje kod dolazaka su sljedeće:

- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** smanjenje vremena zadržavanja i vektoriranja na niskim razinama primjenom upravljanja kašnjenjem tijekom rane faze leta, s pozitivnim učinkom na potrošnju goriva;
- **OKOLIŠ:** povećanje učinkovitosti leta zbog povećanog korištenja sustava za upravljanjem letom (engl. Flight Management System – FMS) i povećanje održivosti okoliša, manje buke i manje emisija plinova zbog smanjenja vremena zadržavanja prije slijetanja i vektoriranja na niskim razinama;
- **SIGURNOST:** povećanje sigurnosti zbog više strukturiranog zračnog prostora, s pozitivnim utjecajem na svjesnost situacije pilota i kontrolora zračnog prometa; te
- **KAPACITET:** smanjenje radnog opterećenja aerodromskog kontrolora zračnog prometa zbog smanjenja uporabe frekvencija, što će dovesti do povećanja kapaciteta [29].

Poboljšano razdvajanje kod dolazaka postiže se implementacijom četiri implementacijska cilja i dva SESAR rješenja koja su navedena u tablici 7.

Tablica 7. Značajke koje treba implementirati za poboljšano razdvajanje kod dolazaka

Pred-SESAR	AMAN alati i procedure [ATC07.1]
	Inicijalno proširenje AMAN-a na rute [ATC15.1]
	Poboljšana kratkoročna uzbuna za konflikte za terminalna područja zračne luke [ATC02.9]
	Proširenje AMAN-a na rute [ATC15.2]
SESAR	Integracija temeljena na protoku upravljanja dolascima i odlascima [Sol #54]
	Poboljšana kratkoročna uzbuna za konflikte s parametrima veze [Sol #69]

Izvor: [29]

4.3.2. Navigacija temeljena na performansama

ICAO-ov koncept navigacije temeljene na performansama (engl. Performance Based Navigation – PBN) proširuje tehnike prostorne navigacije, koja je izvorno usredotočena samo na lateralnu navigaciju do opsežnijeg navigacijskog načina – zahtijevane navigacijske performanse (engl. Required Navigation Performance – RNP), koja se odnosi na točnost, integritet i kontinuitet, te načine na koje će ta performanse biti postignuta u smislu zahtijeva vezanih za zrakoplov i posadu. RNP se primarno oslanja na korištenje satelitske tehnologije. Glavna ATM promjena vezana za PBN će se oslanjati na naprednim navigacijskim sposobnostima zrakoplova koje olakšavaju implementaciju fleksibilnijih i manje štetnih na okoliš procedura. To će omogućiti bolji pristup zračnom prostoru i zračnim lukama, a dovesti će do smanjenja emisija stakleničkih plinova, a pružit će izravan doprinos prema procesu eliminiranja ugljika iz zrakoplovstva [29].

Prednosti koje donosi PBN koncept su sljedeće:

- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** smanjenje potrošnje goriva zbog optimiziranih ruta i procedura;
- **OKOLIŠ:** smanjenje emisija stakleničkih plinova i buke zbog uporabe optimalnih procedura leta i ruta;
- **SIGURNOST:** unaprijeđena zbog povećane svjesnosti o situaciji, indirektno i za pilote i za kontrolore zračnog prometa zbog smanjenja radnog opterećenja; te
- **KAPACITET:** marginalno unaprjeđenje, posebno zbog implementacije procedura prilaza s vertikalnim navođenjem, a to će omogućiti unaprjeđeni pristup zračnoj luci u svim vremenskim uvjetima [29].

Da bi se PBN koncept u potpunosti implementirao potrebno je implementirati šest implementacijskih ciljeva koji su navedeni u tablici 8.

Tablica 8. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje PBN koncepta

Pred-SESAR	Kontinuirane operacije spuštanja [ENV01]
	Kontinuirane operacije penjanja [ENV03]
	Prostorna navigacija 1 u operacijama u terminalnoj zoni [NAV03.1]
	RNP procedure prilaza s vertikalnim navođenjem [NAV10]
SESAR 1	RNP 1 u operacijama u terminalnoj zoni [NAV03.2]
	Optimizirane rute instrumentalnih pravila letenja (engl. Instrumental Flight Rules – IFR) na niskim razinama leta u terminalnoj zoni za rotokoptere [NAV12]

Izvor: [29]

4.3.3. Slobodne rute

Zračni prostor slobodnih ruta je specificirani zračni prostor unutar kojeg korisnici mogu slobodno planirati rute između definirane točke ulaska i definirane točke izlaska, s mogućnošću usmjeravanja plovidbe preko središnjih točaka, bez navođenja u ATS mreži ruta, ovisno o dostupnosti. Unutar FRA zračnog prostora, letovi ostaju predmetom kontrole zračnog prometa. FRA je odgovor na probleme učinkovitosti, kapaciteta i okoliša u zrakoplovstvu. Predstavlja ključnu prekretnicu u postizanju slobodnih ruta preko cijelog zračnog prostora Europe [29].

Prednosti koje donosi FRA su sljedeće:

- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** smanjenje duljine ruta i potrošnje goriva zbog povećane uporabe preferiranih profila leta;
- **OKOLIŠ:** smanjenje emisija plinova zbog korištenja optimalnih ruta;
- **SIGURNOST:** iako se glavni učinci očekuju u području okoliša, implementacija FRA pruža mogućnost i za održavanje trenutne razine sigurnosti; te
- **KAPACITET:** povećanje kapaciteta zbog bolje uporabe zračnog prostora i smanjenja radnog opterećenja kontrolora zračnog prometa [29].

Kako bi se omogućila potpuna implementacija FRA potrebno je implementirati šest implementacijskih ciljeva, te jedno SESAR rješenje (tablica 9).

Tablica 9. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje FRA

Pred-SESAR	Zemaljske sigurnosne mreže [ATC02.8]
	Elektronički dijalog kao automatska potpora kontrolorima tijekom koordinacije i transfera [ATC17]
	Izravno određivanje ruta [AOM21.1]
SESAR 1	Zračni prostor slobodnih ruta [AOM21.2.]
	Automatska potpora za detektiranje konflikata, informacije o podršci razlučivosti i praćenje sukladnosti [ATC12.1]
	Planiranje više sektora [ATC18]
	Poboljšana kratkoročna uzbuna za konflikte s parametrima veze [Sol #69]

Izvor: [29]

4.4. Unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture

Poboljšanja opisana u prethodne tri točke bit će poduprta s naprednom, racionaliziranom i integriranom infrastrukturom koja će omogućiti potrebne tehničke sposobnosti u učinkovitom korištenju resursa. Ova značajka će se oslanjati na poboljšanoj integraciji i razmjeni informacija između zrakoplovnih i zemaljskih sustava, uključujući ATC sustave i sustave ostalih sudionika, kao npr. sustavi upravljanja vojnih misija [28].

4.4.1. Pred-SWIM i SWIM

SWIM predstavlja promjenu paradigme u upravljanju informacijama kroz svoj životni ciklus, unutar europskog ATM sustava. Cilj SWIM-a je pružiti korisnicima relevantne i razumljive informacije. To znači omogućavanje dostupnom ispravne ATM informacije u pravo vrijeme pravom sudioniku. Kroz ovu značajnu ATM promjenu, razmjena informacija će se obavljati pomoću *peer-to-peer* infrastrukture koja će omogućiti agilnu, visokokvalitetnu i informacijski zaštićenu okolinu, povezanu s objektom leta, omogućavajući bešavne operacije i potpunu digitalizaciju [29].

Prednosti koje donosi SWIM su sljedeće:

- **SIGURNOST:** unaprijeđena dosljednost, pouzdanost i integritet aeronautičkih podataka i informacija kao i dostupnost kvalitetno osiguranih elektroničkih podataka o terenu i preprekama od strane mjerodavnih izvora; te
- **ZAŠTITA:** povećanje zaštite zbog implementacije sigurnosnih zahtjeva [29].

Kako bi implementacija SWIM-a bila potpuna potrebno je implementirati sedam implementacijskih ciljeva i jednog SESAR rješenja koji su prikazani u tablici 10.

Tablica 10. Značajke koje treba implementirati za omogućavanje SWIM-a

Pred-SESAR	Zajednički protokol prijenosa poruka o letu [ITY-FMTP]
	Osigurati kvalitetu aeronautičkih podataka i informacija [ITY-ADQ]
	Elektronički podaci o terenu i preprekama (eTOD) [INF07]
SESAR 1	Nova Pan-europska mrežna usluga [COM12]
	Prošireni plan leta [FCM08]
	Razmjena informacija korištenjem SWIM žutog TI profila [INF08.1]
	Razmjena informacija korištenjem SWIM plavog TI profila [INF08.2]
	Digitalno integrirano informiranje [Sol #34]

Izvor: [29]

4.4.2. *Data Link*

Data Link je osnova koja omogućava implementaciju operacija temeljenih na putanji koje pružaju dijeljenje jednakih informacija između zračnih i zemaljskih sustava na području cijele putanje. Zahvaljujući *Data Link-u*, letačke i središnje operacije protoka će biti omogućene u kontekstu mreže omogućavajući implementaciju novih koncepata operacija. Može se reći da SES ne bi bilo moguće ostvariti bez *Data Link-a* [29].

Prednosti koje pruža *Data Link* su sljedeće:

- **SIGURNOST:** povećanje zbog novih standarda i nedvosmislenih poruka, te smanjenja nesporazuma; te
- **KAPACITET:** dobivanje dodatnog kapaciteta zbog povećane produktivnosti kontrolora koja nastaje smanjenjem glasovne komunikacije [29].

Kako bi se omogućio *Data Link* potrebno je implementirati jedan implementacijski cilj i jedno SESAR rješenje koji su prikazani u tablici 11.

Tablica 11. Značajke koje treba implementirati za korištenje *Data Link-a*

Pred-SESAR	Inicijalne ATC zrak-zemlja *Data Link* usluge [ITY-AGDL]
SESAR 1	ATS *Data Link* koji koristi *Iris Precursor* [Sol #109]

Izvor: [29]

4.4.3. Racionalizacija komunikacije, navigacije i nadzora

Razvoj racionalizacije komunikacije, navigacije i nadzora (engl. Communication, Navigation and Surveillance – CNS), što je ključna značajka infrastrukturnog aspekta, jedan je od glavnih prioriteta ATM Master Plana, zajedno s više pripremnih aktivnosti koje će se početi primjenjivati zajedno s primjenom SESAR 2020. Očekuje se da će trenutne nezavisne aktivnosti koje podupiru CNS racionalizaciju biti još više učvršćene u strateškom sveobuhvatnom pristupu. Dok se čeka na dostupnost prethodno navedene strategije, trenutni strateški pogled je usmjeren na razvoj ciljeva koji se već izvode u pred-SESAR fazi [29].

Prednosti koje će donijeti racionalizacija CNS-a su sljedeće:

- **SIGURNOST:** povećanje sigurnosti zbog smanjenja štetnih smetnji koje su trenutno uzrokovane zbog upotrebe sustava manje racionaliziranim načinom;
- **UČINKOVITOST TROŠKOVA:** više troškovno učinkovitiji sustavi zamjenjuju stare sustave koji su utemeljeni na zastarjelim tehnologijama ili omogućavaju razgradnju tih zastarjelih sustava; te
- **KAPACITET:** dodatni kapacitet zbog razvoja troškovno učinkovitijih CNS rješenja u područjima gdje još nisu razvijena [29].

Kako bi se omogućila racionalizacija CNS-a potrebno je implementirati šest implementacijskih ciljeva, te jedno SESAR rješenje koji su prikazani u tablici 12.

Tablica 12. Značajke koje treba implementirati za racionalizaciju CNS-a

Pred-SESAR	Identifikacija zrakoplova [ITY-ACID]
	Učinkovitost i interoperabilnost nadzora [ITY-SPI]
	Razmak između kanala 8,33 kHz ispod razine leta 195 na relaciji zrak-zemlja [ITY-AGVCS2]
	Prijelaz s aeronautičke fiksne telekomunikacijske mreže (engl. Aeronautical Fixed Telecommunication Network – AFTN) na Sustav upravljanja aeronautičkim porukama (engl. Aeronautical Message Handling System – AMHS) [COM10]
SESAR 1	*VoIP* tehnologija [COM11]
	Nova Pan-europska mrežna usluga [COM12]
	Automatski zavisni sustav nadzora-emitiranja (engl. Automatic Dependent Surveillance - Broadcast – ADS-B) zrakoplova u letu i na zemlji [Sol #110]

Izvor: [29]

4.5. Status implementacije ATM Master Plana

Sveukupno gledajući, napredak implementacije rješenja navedenih u Master Planu je postojan. Vrlo čvrsti temelji su implementirani, a omogućavaju postavljanje naprednijih funkcionalnosti koje su predviđene SESAR 1 programom te pripremaju teren za dolazne funkcionalnosti SESAR 2020 programa dok istovremeno vrše pritisak na pružatelje usluga u zračnoj plovidbi na implementaciju obaveznih elemenata, posebno u okviru plana mjerenja učinkovitosti.

4.5.1. Optimizirane ATM mrežne usluge

Ukupni napredak implementacijskih ciljeva u ovom ključnom području većinom je u skladu s implementacijskim planom. Međutim, treba se primijetiti da je implementacija kolaborativnog planiranja leta vrlo spora (prvi planirani datum za implementaciju bio je 2005. godine). S obzirom na to da je to implementacijski cilj koji je kamen temeljac za prijelaz s lokalnih operacija na letačke i protočne operacije što je i cilj SESAR programa, s NM-om kao središnjom ulogom informacijskog integratora, svi uključeni sudionici trebaju raditi punim pogonom da bi se on što prije implementirao. Implementacija ostalih funkcionalnosti povezanih s NOP-om i ATFCM-om napreduju dobro [30]. U tablici 13 prikazan je status implementacije implementacijskih ciljeva vezanih za optimizirane ATM mrežne usluge.

Tablica 13. Status implementacije optimiziranih ATM mrežnih usluga

Područje	Značajka	Status implementacije
Upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa	Kolaborativno planiranje leta [FCM03]	88 % država implementiralo
	Kratkoročne ATFM mjere – faza 1 [FCM04.1]	33 % država implementiralo
	Procjena kompleksnosti prometa [FCM06]	21 % država implementiralo
	Izračunata vremena polijetanja za postizanje ciljanog vremena za ATFCM svrhe [FCM07]	nitko
	Kratkoročne ATFM mjere – faza 2 [FCM04.2]	14 % država implementiralo
	Poboljšana ATFM zamjena *slotova* [FCM09]	nitko
Planiranje mrežnih operacija	Kolaborativno planiranje leta [FCM03]	88 % država implementiralo
	Interaktivni NOP [FCM05]	14 % država implementiralo
Napredni FUA koncept	Harmonizirano upravljanje operativnim i generalnim zračnim prometom [AOM13.1]	79 % država implementiralo
	Alati koji podupiru ASM [AOM19.1]	81 % država implementiralo
	ASM upravljanje podacima o zračnom prostoru u stvarnom vremenu [AOM19.2]	5 % država implementiralo
	Potpuni ASM/ATFCM proces [AOM19.3]	7 % država implementiralo
	Upravljanje prethodno definiranih konfiguracija zračnog prostora [AOM19.4]	nitko

Izvor: [31]

4.5.2. Visokoučinkovite operacije na zračnim lukama

Cijeli niz implementacijskih ciljeva pod ovim ključnim područjem pruža inkrementalnu evoluciju funkcionalnosti, počevši s osnovnim A-SMGCS za nadzor i daljnjim razvojem prema kompleksnijim funkcionalnostima (A-SMGCS za praćenje USS-e i uzbuna o konfliktima), poboljšanje sigurnosti USS-e s praćenjem ATC odobrenja kao i s automatskom potporom kontrolorima za planiranje kretanja i usmjeravanja po površini. Stoga, implementacija A-SMGCS-a za nadzor je naročito važna jer je to osnovica bez čije implementacije nije moguća implementacija ostalih A-SMGCS funkcionalnosti. Većina zračnih luka je u potpunosti implementirala cijeli niz A-SMGCS funkcionalnosti, dok neke nisu još implementirale ni osnovne A-SMGCS funkcionalnosti. Međutim, trenutni planovi indiciraju da će do implementacije doći do kraja 2020. godine. Implementacija osnova CDM-a zračnih luka također kasni. Većina zračnih luka je implementirala CDM prije planiranog datuma, ali se očekuje da će ostatak zračnih luka implementirati CDM zračnih luka u kratkom roku. Zadnji izvještaji pokazuju da je potrebno preispitati primjenjivost implementacije vremenski baziranih razdvajanja. Čini se da neke zračne luke nisu opredijeljene za njihovu implementaciju ili implementacija nije izvediva jer oko polovice zračnih luka u svojim planovima nema navedenu potrebu za implementaciju ili smatraju da implementacija nije primjenjiva [30]. U

tablici 14 prikazan je status implementacije ciljeva visokoučinkovitih operacija na glavnim zračnim lukama ili u državama.

Tablica 14. Status implementacije visokoučinkovitih operacija na zračnim lukama

Područje	**Značajka**	**Status implementacije**
Kolaborativna zračna luka	CDM zračne luke [AOP05]	60 % zračnih luka implementiralo
	Kolaborativno upravljanje okolišem na zračnoj luci [ENV02]	67 % zračnih luka implementiralo
	Inicijalni Plan operacija zračne luke [AOP11]	14 % zračnih luka implementiralo
	Interaktivni NOP [FCM05]	14 % država implementiralo
Upravljanje površinom	A-SMGCS za nadzor (prijašnja razina 1) [AOP04.1]	71 % zračnih luka implementiralo
	A-SMGCS za praćenje USS-e i uzbunjivanje o konfliktima [AOP04.2]	67 % zračnih luka implementiralo
	Poboljšati sigurnost USS-e kroz sprječavanje izlazaka na USS-u [SAF11]	95 % država implementiralo
	Poboljšati sigurnost USS-e i uzletišta kroz detektiranje i upozorenja za praćenje usklađenosti odobrenja kontrolora za izbjegavanje sukobljavanja odobrenja [AOP12]	11 % zračnih luka implementiralo
	Automatska pomoć kontrolorima za planiranje kretanja po površini i usmjeravanje [AOP13]	1 zračna luka implementirala
Poboljšane operacije u blizini USS-e	Vremenski bazirana razdvajanja [AOP10]	1 zračna luka implementirala

Izvor: [31]

4.5.3. Unaprijeđene ATS usluge

Jedna od najuspješnijih implementacijskih priča ovog područja je završetak implementacije izravnih ruta u područjima gdje je to primjenjivo i održiv napredak u implementaciji slobodnih ruta. Očekuje se da će se implementacija slobodnih ruta odviti na vrijeme, a ohrabrujuće je vidjeti da sve više pružatelja usluga u zračnoj plovidbi proširuje zračni prostor slobodnih ruta i ispod razine leta 310. Implementacija slobodnih ruta u prekograničnim područjima je u punom tijeku, a već je ili će uskoro biti primjenjiva u većini područja Europe. Drugi napredak u ovom području je implementacija AMAN alata, potvrđujući pozitivan trend od prethodnih godina. AMAN je implementiran u sve više država, a broj država u kojima se planira implementirati je u sve većem broju. Precizni datum završetka

implementacije AMAN-a nije moguće točno odrediti jer još trećina sudionika još nema ni završene planove implementacije, ali otprilike se može procijeniti da će završetak implementacije AMAN-a biti krajem 2023. godine [30]. U tablici 15 je prikazan status implementacije implementacijskih ciljeva unaprijeđenih ATS usluga na zračnim lukama, tj. u državama.

Tablica 15. Status implementacije unaprijeđenih ATS usluga

Područje	**Značajka**	**Status implementacije**
Poboljšano razdvajanje kod dolazaka	AMAN alati i procedure [ATC07.1]	57 % zračnih luka implementiralo
	Inicijalno proširenje AMAN-a na rute [ATC15.1]	56 % država implementiralo
	Poboljšana kratkoročna uzbuna za konflikte za terminalna područja zračne luke [ATC02.9]	nitko
	Proširenje AMAN-a na rute [ATC15.2]	16 % država implementiralo
Navigacija temeljena na performansama	Kontinuirane operacije spuštanja [ENV01]	74 % zračnih luka implementiralo
	Kontinuirane operacije penjanja [ENV03]	nitko
	Prostorna navigacija 1 u operacijama u terminalnoj zoni [NAV03.1]	nitko
	RNP procedure prilaza s vertikalnim navođenjem [NAV10]	84 % država implementiralo
	RNP 1 u operacijama u terminalnoj zoni [NAV03.2]	nitko
	Optimizirane IFR rute na niskim razinama leta u terminalnoj zoni za rotokoptere [NAV12]	nitko
Slobodne rute	Zemaljske sigurnosne mreže [ATC02.8]	81 % država implementiralo
	Elektronički dijalog kao automatska potpora kontrolorima tijekom koordinacije i transfera [ATC17]	79 % država implementiralo
	Izravno određivanje ruta [AOM21.1]	58 % država implementiralo
	Zračni prostor slobodnih ruta [AOM21.2.]	64 % država implementiralo
	Automatska potpora za detektiranje konflikata, informacije o podršci razlučivosti i praćenje sukladnosti [ATC12.1]	56 % država implementiralo
	Planiranje više sektora [ATC18]	nitko

Izvor: [31]

4.5.4. Unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture

Vezano za CNS infrastrukturu, potrebno je razviti detaljniju strategiju koja će se njome baviti, posebno u dijelu racionalizacije. Razlog tomu je taj što implementacija većine ciljeva ili kasni ili postoji ozbiljan rizik da će doći do odgode. Vezano za implementaciju *Data Link-a*, SESAR upravitelj implementacije je određen od strane Europske komisije kao upravitelj implementacije *Data Link-a*, a na osnovu toga je razvijen i Plan oporavka *Data Linka*. U skladu s Planom oporavka *Data Link-a*, postignut je značajan napredak u postavljanju tranzicijskih rješenja *Data Link-a* kroz harmonizirani pristup. Dok se upravljanje informacijama kreće prema implementaciji SWIM-a, potrebno je implementirati cijeli niz implementacijskih ciljeva koji su osnova za implementaciju SWIM-a. Gotovo svi pružatelji usluga već su nadogradili infrastrukturu tako da podržava zajednički protokol o prijenosu podataka, ali sveukupna implementacija kasni četiri godine. Implementacija elektroničkih podataka o terenu i preprekama je također odgođena za otprilike dvije godine. Kašnjenje je odgođeno najvećim dijelom zbog institucionalnih pitanja [30]. U tablici 16 prikazan je status implementacije implementacijskih ciljeva za unaprjeđenje zrakoplovne infrastrukture.

Tablica 16. Status implementacije unaprjeđenja zrakoplovne infrastrukture

Područje	**Značajka**	**Status implementacije**
Pred-SWIM i SWIM	Zajednički protokol prijenosa poruka o letu [ITY-FMTP]	95 % država implementiralo
	Osigurati kvalitetu aeronautičkih podataka i informacija [ITY-ADQ]	72 % država implementiralo
	eTOD [INF07]	79 % država implementiralo
	Nova Pan-europska mrežna usluga [COM12]	nitko
	Prošireni plan leta [FCM08]	nitko
	Razmjena informacija korištenjem SWIM žutog TI profila [INF08.1]	nitko
	Razmjena informacija korištenjem SWIM plavog TI profila [INF08.2]	nitko
Data Link	Inicijalne ATC zrak-zemlja Data Link usluge [ITY-AGDL]	70 % država implementiralo
Racionalizacija CNS-a	Identifikacija zrakoplova [ITY-ACID]	62 % država implementiralo
	Učinkovitost i interoperabilnost nadzora [ITY-SPI]	63 % država implementiralo
	Razmak između kanala 8,33 kHz ispod razine leta 195 na relaciji zrak-zemlja [ITY-AGVCS2]	50 % država implementiralo
	Prijelaz s AFTN-a na AMHS [COM10]	sve države implementirale
	VoIP tehnologija [COM11]	33 % država implementiralo
	Nova Pan-europska mrežna usluga [COM12]	nitko

Izvor: [31]

4.5.5. Implementacija unutar FAB-a Središnja Europa i Hrvatske

FAB Središnja Europa ili skraćeno FAB CE je FAB unutar kojeg se nalazi Hrvatska zajedno s Austrijom, Bosnom i Hercegovinom, Češkom, Mađarskom, Slovačkom i Slovenijom. Unutar ovog FAB-a zabilježen je značajan napredak u implementaciji ATM Master Plana u svakom području.

Vezano za optimizirane ATM mrežne usluge, države su pružile veliki napor u implementaciji implementacijskih ciljeva. Primjer je Mađarska koja je prva implementirala sustav za lokalnu i sub-regionalnu potporu ASM-u (engl. Local and sub-Regional ASM Support System – LARA), a nakon nje i Hrvatska (2017. godine). Pružatelji usluga ostalih država implementirale su LARA-u 2018. godine. Implementacija kolaborativnog planiranja leta još nije implementirana, što se pokazalo kao najslabija točka ovog područja. STAM faza 1 je operativno počela djelovati u travnju 2017. (osim u Bosni i Hercegovini i Slovačkoj), dok se o STAM fazi 2 još uvijek raspravlja. Interaktivni NOP je planiran kroz nadogradnje automatskih sustava za podupiranje ASM-a [32].

Implementacija visokoučinkovitih operacija na zračnim lukama je u punom tijeku. A-SMGCS razina dva je prvo implementirana u Pragu i Beču. U Budimpešti je implementirana razina 2 krajem 2017. godine, a u Zagrebu krajem 2018. godine. CDM zračne luke prvotno je implementiran u Pragu, a kasnije u Budimpešti i Zagrebu. U tijeku je implementacija AMAN-a u Beču, a završetak implementacije se očekuje krajem 2021. godine. Zabilježeno je i povećanje sigurnosti USS-e u Pragu i Beču zbog korištenja ATC praćenja odobrenja [32].

FRA koncept jedan je od glavnih dijelova FAB CE projekta. Do sada su implementirana četiri zračna prostora slobodnih ruta. 2016. godine Austrija i Slovenija implementirale su prvi FRA unutar FAB CE-a, koji je nazvan SAXFRA. Nakon toga uslijedile su implementacije SEAFRA (zračni prostor Hrvatske, Bosne i Hercegovine, te Srbije i Crne Gore – države koje nisu dio FAB CE-a), SEEN FRA (zračni prostor Mađarske, Rumunjske i Bugarske) i SECSI FRA (spajanje SEAFRA i SAXFRA). U poglavlju 5.1.3. detaljnije su elaborirani FRA-ovi unutar FAB CE-a. Na zračnoj luci u Beču implementiran je osnovni AMAN, a implementacija proširenog AMAN-a očekuje se do kraja 2023. godine [32]. Može se zaključiti da je postignut značajan napredak u implementaciji implementacijskih ciljeva u području unaprijeđenih ATS usluga.

Što se tiče unaprjeđenja zrakoplovne infrastrukture, također se može zamijetiti napredak u implementaciji ciljeva. AMHS je do kraja 2018. godine implementiran u svim državama. Potpuna implementacija *VoIP* tehnologije očekuje se do kraja 2020. godine u svim državama. Predviđa se da će implementacije proširenog plana leta biti završena 2024. godine. Inicijalne ATC zrak-zemlja *Data Link* usluge implementirane su u Austriji, Češkoj, Mađarskoj, Hrvatskoj i Sloveniji, a do kraja 2019. godine očekuje se implementacija u Bosni i Hercegovini i Slovačkoj. Sustav za identifikaciju zrakoplova implementiran je u svim državama. Razmak između kanala 8,33 kHz ispod razine leta 195 na relaciji zrak-zemlja je također implementiran u svim državama [32].

Koristi koje su nastale izravno posljedicom implementacije ciljeva ATM Master Plana unutar FAB CE-a su sljedeće:

- **SIGURNOST:** sigurnosni pristup mrežnim operacijama je osiguran preko FAB CE sigurnosnog pododbora čiji su aktivnosti izravno vezane za sigurnost, a FAB CE putokaz za upravljanje sigurnošću određuje da pružatelji usluga dijele iskustva vezana za sigurnost i kroz kulturu pravednosti;
- **KAPACITET:** u bliskoj suradnji s NM-om poboljšanja vezana za kapacitet su trajno identificirana i implementirana, a FAB CE postiže ciljeve za cijelo drugo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti vezane za ATFM kašnjenja;
- **UČINKOVITOST TROŠKOVA:** dijele se tehničke platforme, zajednička uporaba mreža, a smanjena je navigacijska oprema;
- **ZAŠTITA:** integracija upravljanja sigurnosnim događajima i upravljanja sigurnosnim informacijama u jedinstvenu uslugu koja pruža kvalitetnije i bolje zaštićene komunikacijske sustave te veću otpornost na potencijalne prijetnje;
- **OPERATIVNA UČINKOVITOST:** dva su glavna projekta FAB CE-a koja se aktivno bave operativnom učinkovitošću i koja su donijela značajna poboljšanja: FRA i FUA; te
- **OKOLIŠ:** efikasnost leta kroz implementaciju FRA koncepata se stalno poboljšava što smanjuje emisije stakleničkih plinova [32].

Implementacija ATM Master Plana u Hrvatskoj je u punom tijeku. U tablicama 17, 18, 19 i 20 prikazan je status implementacije pojedinih ciljeva podijeljenih prema područjima za koje su vezani ti ciljevi.

Tablica 17. Status implementacije optimiziranih ATM mrežnih usluga u Hrvatskoj

NAZIV	STATUS	VRIJEME IMPLEMENTACIJE
Alati koji podupiru ASM [AOM19.1]	implementirano	2017.
ASM upravljanje podacima o zračnom prostoru u stvarnom vremenu [AOM19.2]	u tijeku	2021.
Potpuni ASM/ATFCM proces [AOM19.3]	u planu	2021.
Kolaborativno planiranje leta [FCM03]	implementirano	2017.
Kratkoročne ATFM mjere – faza 1 [FCM04.1]	implementirano	2017.
Kratkoročne ATFM mjere – faza 2 [FCM04.2]	nije u planu	-
Interaktivni NOP [FCM05]	u planu	2021.
Procjena kompleksnosti prometa [FCM06]	u tijeku	2021.

Izvor: [31], [33]

Tablica 18. Status implementacije visokoučinkovitih operacija na zračnim lukama u Hrvatskoj

NAZIV	STATUS	VRIJEME IMPLEMENTACIJE
A-SMGCS za nadzor (prijašnja razina 1) [AOP04.1]	implementirano na Zračnoj luci Zagreb	2018.
A-SMGCS za praćenje USS-e i uzbunjivanje o konfliktima [AOP04.2]	implementirano na Zračnoj luci Zagreb	2018.
CDM zračne luke [AOP05]	implementirano na Zračnoj luci Zagreb	2018.
Vremenski bazirana razdvajanja [AOP10]	nije primjenjivo	-
Inicijalni Plan operacija zračne luke [AOP11]	nije u planu	-
Poboljšati sigurnost USS-e i uzletišta kroz detektiranje i upozorenja za praćenje usklađenosti odobrenja kontrolora za izbjegavanje sukobljavanja odobrenja [AOP12]	nije primjenjivo	-
Automatska pomoć kontrolorima za planiranje kretanja po površini i usmjeravanje [AOP13]	nije primjenjivo	-

Izvor: [31], [33]

Tablica 19. Status implementacije unaprijeđenih ATS usluga u Hrvatskoj

NAZIV	STATUS	VRIJEME IMPLEMENTACIJE
Izravno određivanje ruta [AOM21.1]	implementirano	2015.
Zračni prostor slobodnih ruta [AOM21.2.]	implementirano	2016.
Zemaljske sigurnosne mreže [ATC02.8]	implementirano	2018.
AMAN alati i procedure [ATC07.1]	nije primjenjivo	-
Automatska potpora za detektiranje konflikata, informacije o podršci razlučivosti i praćenje sukladnosti [ATC12.1]	u tijeku	2021.
Proširenje AMAN-a na rute [ATC15.2]	nije primjenjivo	-
Elektronički dijalog kao automatska potpora kontrolorima tijekom koordinacije i transfera [ATC17]	implementirano	2015.
Prostorna navigacija 1 u operacijama u terminalnoj zoni [NAV03.1]	u tijeku	2019.
RNP procedure prilaza s vertikalnim navođenjem [NAV10]	implementirano	2017.

Izvor: [31], [33]

Tablica 20. Status implementacije unaprjeđenja zrakoplovne infrastrukture u Hrvatskoj

NAZIV	**STATUS**	**VRIJEME IMPLEMENTACIJE**
VoIP tehnologija [COM11]	u tijeku	2021.
Prošireni plan leta [FCM08]	nije u planu	-
eTOD [INF07]	implementirano	2018.
Osigurati kvalitetu aeronautičkih podataka i informacija [ITY-ADQ]	implementirano	2018.
Inicijalne ATC zrak-zemlja *Data Link* usluge [ITY-AGDL]	implementirano	2018.
Zajednički protokol prijenosa poruka o letu [ITY-FMTP]	implementirano	2014.
Učinkovitost i interoperabilnost nadzora [ITY-SPI]	implementirano	2015.

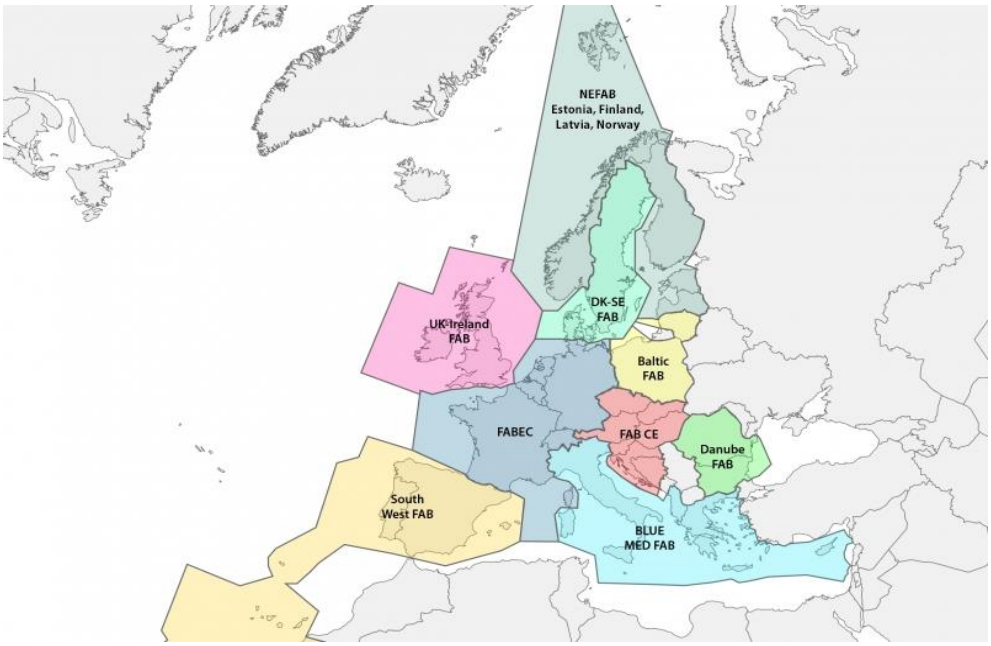
Izvor: [31], [33]

5. Planiranje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom na uzorku funkcionalnog bloka zračnog prostora

5.1. FAB CE

FAB je dio zračnog prostora temeljen na operativnim zahtjevima, a uspostavljen je neovisno o državnim granicama, gdje je pružanje usluga u zračnoj plovidbi i povezanih funkcija optimizirano kroz poboljšanu kooperaciju između pružatelja usluga. FAB koncept je iznesen u prvom legislativnom paketu SES-a kao osnovno sredstvo za smanjenje fragmentiranosti europskog zračnog prostora. Drugi legislativni paket SES-a bavio se stvaranjem FAB-ova u kontekstu pružatelja usluga u zračnoj plovidbi kao i problemima organizacije zračnog prostora. Uspostavljeno je ukupno devet FAB-ova (slika 9):

- **Sjevernoeuropski FAB (NEFAB):** Estonija, Finska, Latvija i Norveška;
- **Denmark-Sweden:** Danska i Švedska;
- **BALTIC FAB:** Poljska i Litva;
- **FAB Europa središte (FABEC):** Francuska, Njemačka, Belgija, Nizozemska, Luksemburg i Švicarska;
- **FAB Središnja Europa (FAB CE):** Češka, Slovačka, Austrija, Mađarska, Hrvatska, Slovenija i Bosna i Hercegovina;
- **DANUBE:** Bugarska i Rumunjska;
- **BLUE MED:** Italija, Malta, Grčka, Cipar, te Egipat, Tunis, Albanija i Jordan kao promatrači;
- **UK-IRELAND:** Ujedinjeno Kraljevstvo i Irska; te
- **Jugozapadni FAB (SW FAB):** Portugal i Španjolska [34].



Slika 9. Funkcionalni blokovi zračnog prostora

Izvor: [34]

U ovom radu analizirana je učinkovitost FAB CE-a iz razloga jer je Hrvatska dio navedenog FAB-a. FAB CE je zajednička inicijativa sedam država i pružatelja usluga u zračnoj plovidbi u tim državama, a nalazi se u središtu Europe te upravlja kritičnim protokom zračnog prometa koji prolazi preko kontinenta. Zračni prostor FAB CE-a unutar kojeg se upravlja zračnim prometom pokriva više od 529.000 km^2, a sastoji se od 63 sektora zračnog prostora i 8 središta oblasne kontrole zračnog prometa [35]. Područje FAB CE-a prikazano je na slici 10.



Slika 10. Područje FAB CE-a
Izvor: [35]

U ožujku 2008. godine, države FAB CE-a odobrile su Master plan studije izvedivosti FAB CE-a. Master plan studije izvedivosti opisuje implementaciju FAB CE-a u svakoj pojedinoj fazi, omogućujući progresivan i fleksibilan razvoj FAB operacija za rutne ATM usluge. U studenom 2009. godine, države FAB CE-a potpisale su Memorandum o razumijevanju sa svrhom uspostavljanja FAB CE pripremne faze u kojoj je strukturiran opći okvir o suradnji između država, uključujući nacionalna nadzorna tijela i vojna nadležna tijela. Pripremne aktivnosti poduzete od strane pružatelja usluga dovršene su u svibnju 2010. godine s donošenjem završnih dokumenata o strukturi FAB CE-a [36].

5.1.1. Struktura FAB CE-a

Na državnoj razini FAB CE strukturiran je u tri razine:

- **FAB CE Vijeće** – ustanovljeno je kao najviše tijelo u donošenju odluka u svrhu implementacije, obavljanja aktivnosti i razvoja FAB CE-a;
- **Zajednički odbor za koordinaciju civilno-vojnog zračnog prostora** – osnovano za institucionalno pokrivanje civilno-vojne suradnje u odnosu na FAB CE s ciljem strateške koordinacije nacionalnih ASM politika i politika dizajna zračnog prostora, procesa ATFCM i civilno-vojne suradnje svih FAB CE država; te
- **Koordinacijski odbor nacionalnih nadzornih tijela** – osnovano je za obavljanje zadaća koje su navedene u FAB CE sporazumima i sporazumima nacionalnih nadzornih tijela [37].

Na razini pružatelja usluga u zračnoj plovidbi FAB CE je strukturiran:

- **CEO Odbor** – utemeljeno kao visoko tijelo koje donosi odluke, a odgovorno je za donošenje svih odluka, potrebnih i primjerenih, u svrhu postizanja suradnje pružatelja usluga u zračnoj plovidbi;
- **FAB CE Upravni odbor** – osnovan kao nadređeno tijelo pod-odbora i drugih struktura, a odgovorno je za koordinaciju i praćenje stvarne provedbe suradnje pružatelja usluga u zračnoj plovidbi;
- **Upravljanje programom** – osnovano za podržavanje ostalih projekata i upravljanje rezultatima projekata; te
- **Pod-odbori na izvršnoj/radnoj razini** – osnovano je u svrhu izvršenja suradnje pružatelja usluga u zračnoj plovidbi u pojedinim područjima. U tu svrhu, djelovanje pod-odbora započet de od samog početka koje pokriva aktivnosti vezane za tehnička pitanja, financijska pitanja, sigurnost, ljudske resurse i aktivnosti obuke [37].

5.1.2. Ciljevi FAB CE-a

Razne su koristi implementacije FAB-ova, a glavni ciljevi koji se žele postići implementacijom FAB CE-a su sljedeći:

- **Sigurnost** – implementacija FAB CE-a će održavati, a gdje je to moguće i povećati trenutnu razinu sigurnosti, bez obzira na bilo kakav rast prometa, zbog uspostave zajedničkog sustava upravljanja sigurnošću;
- **Optimalna uporaba zračnog prostora, povećana efikasnost leta i učinkovitost vezana za okoliš** – ATM usluge unutar FAB CE-a bit će pružane u okruženju koje je karakterizirano prekograničnim zračnim prostorom i ekstenzivnom prekograničnom sektorizacijom. Proces dizajniranja zračnog prostora neće biti ograničen granicama između država, a bit će temeljen na operativnim potrebama

protoka zračnog prometa što će dovesti do bolje horizontalne i vertikalne efikasnosti leta, povećanja produktivnosti i povećanja kapaciteta.

- **FRA koncept** – očekivane koristi FRA koncepta su još značajnije. Korisnicima će biti omogućeno da samostalno planiraju rute između definirane točke ulaska i točke izlaska, s mogućnošću prolaska preko središnjih (objavljenih ili neobjavljenih) točaka, bez navođenja u ATS mreži ruta. Implementacija FRA koncepta je već započela u većini FAB CE država. Postepena realizacija FRA koncepta unutar FAB CE-a rezultirat će dodatnim koristima kao dio širokog programa provedbe FAB CE-a.
- **Kapacitet** – radni program FAB CE-a rezultirat će smanjivanjem kašnjenja leta, a istovremenim upravljanjem većom količinom prometa. Kapacitet će porasti do te razine da je moguće upravljati očekivanim rastom prometa. Poboljšanja civilno-vojna suradnja i primjena FUA koncepta će također biti čimbenik koji doprinosi povećanju kapaciteta [38].

5.1.3. FRA koncept

FRA koncept pruža korisnicima zračnog prostora bitne koristi povećanja učinkovitosti kao rezultat suradnje pružatelja usluge u zračnoj plovidbi, kako je i predviđeno od Europske komisije u programu SES-a. Ušteda udaljenosti u Europi zbog FRA koncepta moglo bi biti i do čak 25.000 NM dnevno. Duljine leta bi godišnje mogle biti smanjene za otprilike 7,5 milijuna NM, što je jednako 45.000 t uštede u potrošnji goriva, odnosno smanjenje emisija za 150.000 t. FRA koncept će omogućiti pružateljima usluga da u budućnosti lakše upravljaju potrebama budućih korisnika zračnog prostora kao što su npr. bespilotne letjelice, hipersonični zrakoplovi, zračni brodovi i baloni. FAB CE partneri znatno napreduju u implementaciji FRA koncepta te su postali pioniri u ovom području. Trenutno su implementirani sljedeći FRA-ovi unutar FAB CE-a:

- **Slovensko/austrijski prekogranični zračni prostor slobodnih ruta (SAXFRA):**
  2016. godine austrijska i slovenska kontrola zračnog prometa uspješno su implementirale europski prvi prekogranični FRA bez bilo kakvih vertikalnih ili vremenskih restrikcija. SAXFRA pruža korisnicima zračnog prostora mogućnost da lete između prethodno definiranih točaka ulaska i izlaska te da koriste što izravniju rutu. Korisnicima je omogućeno da odaberu optimalnu rutu i vertikalni profil leta prema njihovim potrebama preko središnjih točaka. SAXFRA je već sada pokazao pozitivne učinke jer je zabilježeno smanjenje potrošnje goriva za oko 13.000 kg dnevno te smanjenje emisija CO_2 za oko 43.000 kg dnevno;
- **FRA jugoistočne osi (SEAFRA):**
  SEAFRA je prvi europski FRA koji je implementiran preko teritorija četiri države, Hrvatske i Bosne i Hercegovine (članice FAB CE-a), te Srbije i Crne Gore (nisu članice FAB-a), što dokazuje da je i takva suradnja moguća jer pruža koristi svim korisnicima. SEAFRA pruža mogućnost korisnicima da planiraju i provode letove 24

sata dnevno, sedam dana u tjednu, oslobođene od fragmentacije zračnog prostora iznad razine leta 325;

- **Noćni FRA jugoistočne Europe (SEEN FRA):**
  Prekogranični noćni FRA projekt između Mađarske, Rumunjske i Bugarske spaja zračni prostor između dva FAB-a, FAB CE-a i DANUBE FAB-a. Pruža korisnicima zračnog prostora potpunu slobodu u planiranju ruta kroz kombinirani zračni prostor tri države tijekom noći, stvarajući pri tome put za buduću ekspanziju. Ovaj projekt generira uštede troškova za korisnike zračnog prostora u pogledu prijeđene udaljenosti, potrebnog vremena i potrošenog goriva, kao i smanjenje utjecaja na okoliš. Osim izravnih koristi, naučene lekcije i razmjena iskustva iz ove trilateralne inicijative pružit će veće mogućnosti za proširenje geografskog djelokruga i sate FRA operacija; te
- **Jugoistočna FRA inicijativa zajedničkog neba (SECSI FRA):**
  Prvog veljače 2018. godine počele su SECSI FRA operacije, spajajući dva FRA u jedan, SAXFRA i SEAFRA. SECSI FRA pruža korisnicima koji lete jugoistočnom osi značajne koristi jer pruža korištenje najkraćih ruta između središnje i jugoistočne Europe. Zabilježene su značajne koristi uzrokovane SECSI FRA-om. Ako se koriste najkraće moguće rute potencijalne uštede su oko 1.940 NM u duljini leta, 285 minuta vremena leta, smanjenje potrošnje goriva za 8.000 kg i smanjenje CO_2 emisija za 25.500 kg. Očekuje se da će SECSI FRA donijeti smanjenje udaljenosti za oko 600.000-700.000 NM na godišnjoj razini [39].

5.1.4. Pregled trenutnih FAB CE projekata

FAB CE je mnogo više od samog saveza pružatelja usluga u zračnoj plovidbi s ciljem odgovaranja na zahtjeve postavljene unutar SES inicijative. On predstavlja žarišnu točku za donošenje raznih inovativnih projekata koji će povećati učinkovitost i optimizirati prekogranično pružanje usluga kroz međusobnu suradnju. Razni FAB CE projekti već sada povećavaju učinkovitost pružanja usluga unutar zračnog prostora FAB CE-a. Angažman za suradnju s državama izvan područja FAB CE-a omogućuje dodatno povećanje učinkovitosti. FAB CE projekti na kojima se sada radi su sljedeći:

1) ***FAB CE X-Border FRA*** – studija koja je završena u travnju 2017. godine, a pruža osnovnu procjenu o izvedivosti implementacije FRA koncepta te definira osnovne operativne i tehničke preduvjete za uvođenje FRA procedura unutar FAB CE područja. Studija je pokazala i da prekogranični FRA koncept bez ograničenja pruža željene koristi u pogledu horizontalne efikasnosti leta, ali i u pogledu vertikalne efikasnosti leta;
2) ***X-Bone HW Procurement*** – prvi zajednički projekt pametne nabave. Osnovana je *FAB CE Aviation Services* s ciljem upravljanja zajedničke nabave u ime svih FAB CE pružatelja usluga, a prvi ugovor o opremi potpisan je 15. lipnja 2017. godine. Ugovorom je postignuto da se postavi jednaka telekomunikacijska infrastruktura za pružatelje usluga FAB CE-a kako bi se postigla bešavna razmjena podataka;

3) **Program optimizacije nadzorne infrastrukture** – program kojim se razvija koordinirano planiranje infrastrukture i održavanja tako da kada se planiraju novi nadzorni sustavi bit će moguće povećati područje nadziranja, a smanjit će se umnožavanje kroz cijeli zračni prostor FAB CE područja. Ovim projektom se provodi i jedinstvena studija izvedivosti za sve države FAB CE-a; te
4) **AMAN studija** – studija koja pokriva implementaciju osnovnih AMAN funkcionalnosti za letove na bečku zračnu luku, koji zamjenjuju stare sustave s novim naprednim sustavima upravljanja dolascima. To je prvi korak prema konačnom cilju, implementaciji proširenog AMAN-a, koji će u kasnijim fazama omogućiti razmjenu informacija između zrakoplova koji slijeće u Beču i ATM jedinica iz ostalih FAB CE država [40].

Osim navedenih, u planu je i provođenje raznih drugih projekata koji za cilj imaju dugoročno poboljšanje učinkovitosti pružanja usluga unutar FAB CE područja kroz povećanje sigurnosti, smanjenje troškova i kašnjenja te smanjenje šetnog utjecaja na okoliš uzrokovanog povećanjem zračnog prometa.

5.2. Analiza učinkovitosti upravljanja zračnim prometom FAB CE-a

5.2.1. Prvo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti

Plan mjerenja učinkovitosti najbitniji je element za postizanje ciljeva SES-a, a on se provodi kroz postizanje ciljeva u četiri ključna područja: sigurnost, okoliš, kapacitet i ekonomska isplativost. Unutar plana postavljaju se ciljevi koji se moraju postići do kraja referentnog razdoblja, a odnose se na razinu Europske unije, FAB-a i države. Prvo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti određeno je da je od 2012. do 2014. godine. Ciljevi za prvo referentno razdoblje postavljeni su za ključna područja okoliša, kapaciteta i ekonomske isplativosti, a za sigurnost nisu te se promatraju samo ključni pokazatelji učinkovitosti. U prvom referentnom razdoblju nisu postavljeni ciljevi na razini FAB-a, pa je u ovom diplomskom radu analizirana nacionalna učinkovitost država unutar FAB CE-a.

Za područje okoliša cilj koji je postavljen je smanjenje produljenje rute za 0,75 % u odnosu na 2009. godinu kada je prosječno produljenje rute bilo 5,42 %. Na području kapaciteta cilj koji je postavljen je smanjiti kašnjenje po letu na 0,5 min za cijelu 2014. godinu dok je 2009. godine kašnjenje po letu bilo 0,9 min. Na području ekonomske isplativosti utvrđene tri jedinične cijene naplate 55,77 € u 2012. godini, 53,33 € u 2013. godini i 51,00 € u 2014. godini, dok je 2009. godina jedinična cijena bila 63,80 € [41].

5.2.1.1. Ključno područje sigurnost

Sigurnost je primarni cilj pružanja usluga u zračnoj plovidbi. U ključnom području sigurnosti identificirani su sljedeći ključni pokazatelji učinkovitosti:

- učinkovitost upravljanja sigurnošću (engl. EoSM – Effectiveness of Safety Management),

- primjena metode alata za analiziranje rizika (engl. Risk Analysis Tool – RAT) za mjerenje ozbiljnosti događaja koji dovode do narušavanja sigurnosti, te
- razina dobrovoljnog prijavljivanja pogrešaka – *Just Culture* [42].

EoSM odnosi se na razinu implementacije sustava upravljanja sigurnošću (engl. Safety Management System – SMS). SMS uključuje odgovornosti, planiranje sigurnosti, mjerenje i praćenje učinkovitosti sigurnosti, upitnike, izvještavanje i istraživanje nesreća, kontinuirano poboljšanje sigurnosti – sve u cilju održavanja prihvatljive razine sigurnosti. Trebao bi identificirati potencijalne opasnosti, osigurati implementaciju korektivnih mjera kao i kontinuirano praćenje sigurnosti i poboljšanja upravljanja sigurnošću. Razina implementacije može se odrediti putem upitnika (gdje se određeni stupanj implementacije određuje slovima od A do E) ili putem jednadžbe:

$$S_j = \frac{100 \sum_{k=1}^{n_j} r_{k_j} \cdot w_{k_j}}{4 \sum_{k=1}^{n_j} w_{k_j}} \qquad (1)$$

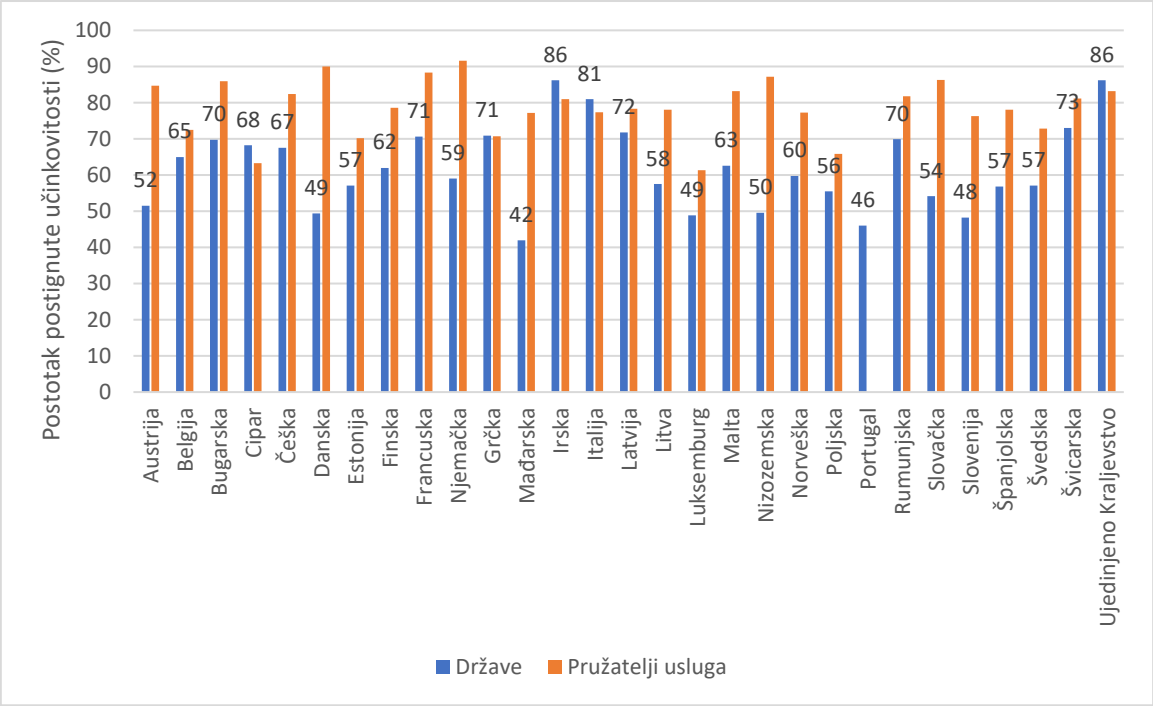
gdje je:

- S_j krajnja ocjena učinkovitosti upravljanja države,
- r_{k_j} numerička vrijednost odgovora države na pitanje unutar područja ispitivanja (vrijednost od 0 do 4),
- W_{k_j} težina odgovora na pitanje unutar područja ispitivanja, te
- n_j broj pitanja, unutar područja ispitivanja, na koja nema odgovora s vrijednošću 0 [42].

Krajnji rezultat ankete (ukupna ocjena) može biti izražena u dva oblika:

- brojevima 0 – 4 koji su rezultat prethodno definirane jednadžbe, ili
- postotkom koji pokazuje položaj subjekta u intervalu od 0 (0%) do 4 (100%) [42].

EoSM za pojedinu državu, odnosno pružatelja usluga u zračnoj plovidbi u zadnjoj godini prvog referentnog razdoblja (2014.) prikazana je na grafikonu 15. Države FAB CE-a su Češka, Slovačka, Austrija, Mađarska, Hrvatska, Slovenija i Bosna i Hercegovina, a u ovoj analizi nisu zabilježeni podaci za Hrvatsku i Bosnu i Hercegovinu. Iz grafikona je vidljivo da su rezultati država FAB CE-a dosta niži u odnosu na ostale države. Posebno se ističu Austrija (52 %), Mađarska (42 %) i Slovenija (48 %) te bi one trebale poraditi na poboljšanju upravljanja sustava sigurnošću. Od ostalih država najviše se ističu Irska i Ujedinjeno Kraljevstvo gdje je upravljanje sigurnošću izuzetno učinkovito, a ostvarile su rezultat od 86 %. S druge strane, što se tiče upravljanja sigurnošću pružatelja usluga unutar FAB CE-a može se vidjeti da je EoSM pružatelja na vrlo visokoj razini, te se može zaključiti da su FAB CE pružatelji usluga otprilike u sredini u odnosu na pružatelje usluga drugih država.



Grafikon 15. Učinkovitost upravljanja sigurnošću

Izvor: [43]

RAT metoda se koristi za koherentno izvještavanje o procjenama ozbiljnosti događaja koji vode do narušavanja sigurnosti. Nadalje, metoda se može razložiti na tri pokazatelja učinkovitosti:

- narušavanje minimalne separacije zrakoplova,
- neodobren ulaz na USS-u i
- specifični tehnički ATM događaji [42].

Prilikom prijave i izvještavanja o rizičnim događajima pružatelji usluga upotrebljavaju sljedeće kategorije ozbiljnosti:

- ozbiljne nezgode,
- velike nezgode,
- značajne nezgode,
- bez utjecaja na sigurnost i
- nije utvrđeno (npr., zbog nedovoljno dostupnih informacija ili nejasnih dokaza) [44].

Minimalna separacija zrakoplova je najmanja dopuštena udaljenost između dva zrakoplova tijekom polijetanja, slijetanja ili u horizontalnom letu. U državama FAB CE-a koje su bile predmet istraživanja u 2013. godini (zadnja godina za koju su dostupni podaci) zabilježen je visok postotak prijavljivanja narušavanja minimalne separacije zrakoplova: Austrija (90 %), Češka (100 %), Mađarska (85 %), Slovačka (100 %) i Slovenija (100 %). Rezultati su približno isti bili i 2012. godine, gdje je jedina razlika Austrija kada je prijavljeno 100 %

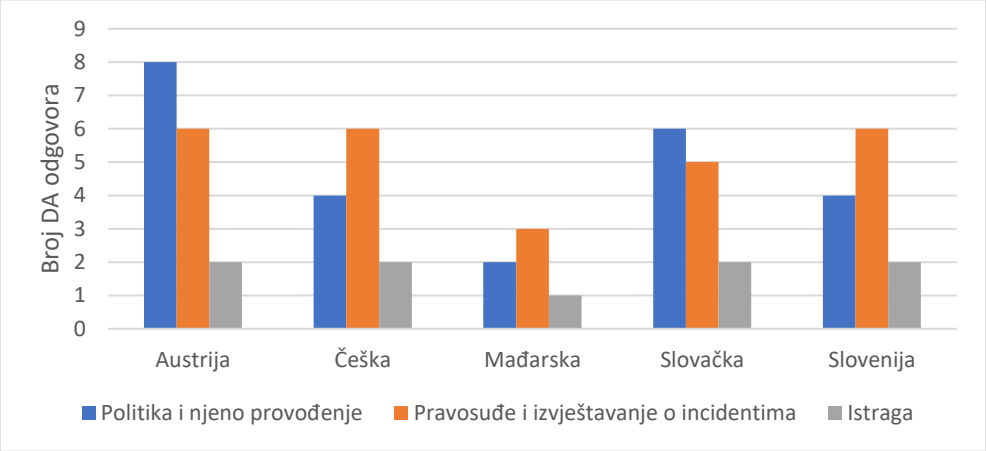
događaja koji su narušili minimalnu separaciju zrakoplova, a Mađarska nije bila predmetom istraživanja. Kada se gledaju sve države koje su bile predmetom istraživanja konsolidirano zabilježen je rast sa 46 % (2012.) na 65 % (2013.) [43]. Temeljem navedenih podataka, može se zaključiti da države FAB CE-a imaju visoku kulturu prijavljivanja događaja koji narušavaju minimalnu separaciju zrakoplova.

Pod neodobrenim ulazom na USS-u smatra se svaki ulaz i kretanje zrakoplova, vozila i osoba bez prethodnog odobrenja aerodromske kontrole zračnog prometa. U državama FAB CE-a koje su bile predmetom istraživanja u 2013. godini zabilježeni su sljedeći postoci prijavljivanja neodobrenog ulaza na USS-u: Austrija (60 %), Češka (100 %), Mađarska (0 %), Slovačka (100 %) i Slovenija (100 %). U odnosu na 2012. godinu nije bilo značajnijih promjena osim Austrije gdje nije zabilježeno niti jedno prijavljivanje neodobrenog ulaska na USS-u. Gledajući sve države koje su bile predmetom istraživanja zabilježen je rast sa 36 % prijavljivanja u 2012. na 51 % u 2013. godini [43]. I u slučaju prijavljivanja neodobrenih ulazaka na USS-u, države FAB CE-a imaju visoku kulturu prijavljivanja, osim Austrije 2013. godine gdje je zabilježen pad za 40 %. Kada je u nekoj državi zabilježeno 0 % prijavljivanja, dva su moguća scenarija, ili se niti jedan neodobreni ulazak nije dogodio ili nije prijavljen.

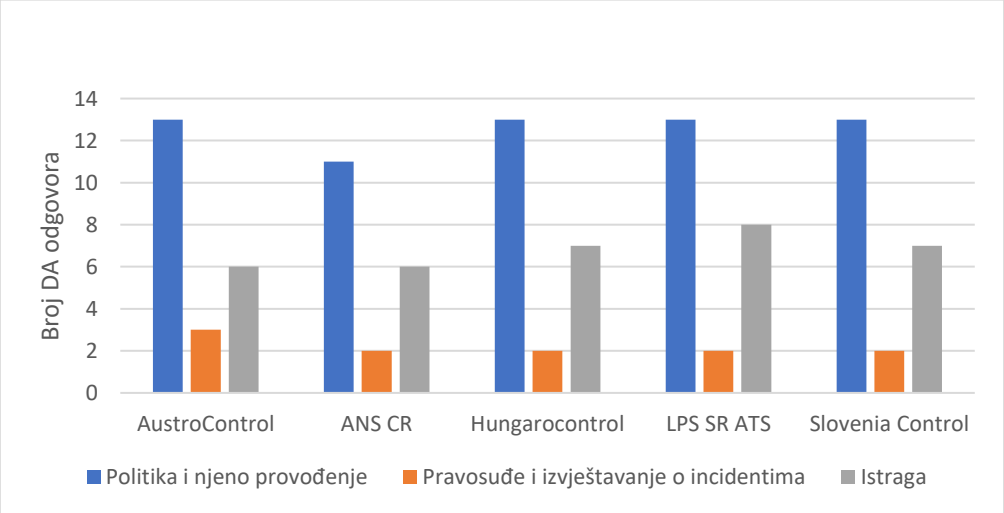
Specifični tehnički ATM događaji su situacije koje se dogode tijekom upravljanja zračnim prometom, a ugrožavaju sigurnost zračne plovidbe. To se prvenstveno odnosi na kvarove tehničkih uređaja neophodnih za pružanje usluga u zračnoj plovidbi. Sve države FAB CE-a koje su bile predmetom istraživanja zabilježile su stopostotno prijavljivanje specifičnih tehničkih ATM događaja u 2012. godini. U 2013. godine postotak je ostao isti, osim za Češku u kojoj je zabilježeno 90 % prijavljivanja. Kada se gledaju sve države zabilježen je porast sa 52 % (2012.) na 61 % (2013.) prijavljivanja [43]. Temeljem navedenih podataka može se zaključiti da države FAB CE-a i u ovom pokazatelju učinkovitosti imaju visoku kulturu prijavljivanja.

Kultura pravednosti ili *Just Culture* treći je pokazatelj učinkovitosti sigurnosti, a usko je vezan sa RAT metodom. *Just Culture* se mjeri kroz upitnike koji su određeni u skladu s regulativom EUROCONTROL-a. Ona se definira kao atmosfera povjerenja, a odnosi se na dobrovoljno prijavljivanje pogrešaka koje vode do rizika ugrožavanja sigurnosti, ali bez da se kažnjavaju odgovorne osobe. Jako je važno da se odredi točna linija između prihvatljivog i neprihvatljivog ponašanja jer postoje četiri vrste ponašanja koje dovode do narušavanja sigurnosti: ljudska pogreška, nesmotreno ponašanje, nemarno ponašanje i namjerno kršenje. Određivanje razlike između loših postupaka koji zahtijevaju disciplinu i postupaka za koje nije potrebna disciplina, težak je zadatak. U namjerno dovođenje do rizika ubrajaju se nemarno ponašanje i namjerno kršenje, dok se u slučajno dovođenje rizika ubrajaju ljudska pogreška i nesmotreno ponašanje. Iako je tanka linija između te podjele, kroz istraživanje svakog događaja koji je doveo do rizika opasnosti – od namjere (ponašanja), djela (radnje uzrokovane namjerom) do posljedica. Ljudska pogreška je unutar svakog sustava neizbježna i nužno je konstantno praćenje, proučavanje i ako je potrebno ublažavanje posljedica. Implementacija kulture pravednosti donosi brojne prednosti koje se očituju u povećanom broju prijava incidenata, kao i stvaranju kruga povjerenja i poboljšanog sustava sigurnosti [43].

U prvom referentnom razdoblju kultura pravednosti se samo promatra. Dobiveni rezultat je ishod istraživanja tri relevantna područja: politika i provođenje, pravosuđe i izvještavanje o incidentima te istraga. Kako bi se otkrile prepreke u svakom od da tri područja na pitanja se odgovara s DA ili NE. Upitnici su podijeljeni u dvije razine, na razini države i pojedinih pružatelja usluga [44]. Za 2014. godinu za države je sastavljeno 18 pitanja (9 za politiku i njeno provođenje, 7 za pravosuđe i izvještavanje o incidentima, a 2 za istragu), a za pružatelje usluga 24 pitanja (13 za politiku i njeno provođenje, 3 za pravosuđe i izvještavanje o incidentima, a 8 za istragu). Na grafikonu 16 prikazan je broj pitanja na koje je odgovoreno s DA za države FAB CE-a za koje je izvršeno istraživanje. Iz podataka s grafikona može se zaključiti da je krajem prvog referentnog razdoblja Austrija postigla najbolje rezultate u implementaciji *Just Culture* koncepta sa ukupno 16 DA odgovora, dok je najlošije rezultate postigla Mađarska sa samo 6 DA odgovora. Na grafikonu 17 prikazan je broj DA odgovora za pružatelje usluga tih država. Iz grafikona se može iščitati da su svi pružatelji usluga na podjednakoj razini implementacije kulture pravednosti, a najviše se ističe slovačka LPS SR ATS sa 23 DA odgovora.



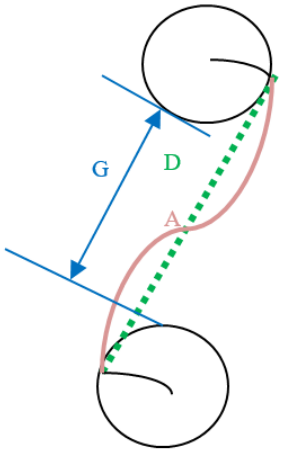
Grafikon 16. Status implementacije kulture pravednosti u državama FAB CE-a (2014.)
Izvor: [43]



Grafikon 17. Status implementacije kulture pravednosti pružatelja usluga FAB CE-a (2014.)
Izvor: [43]

5.2.1.2. Ključno područje okoliš

U ovom području učinkovitost se mjeri na temelju prosječne učinkovitosti leta na ruti koja se sastoji od horizontalne (duljina) i vertikalne (visina) komponente. U ovom slučaju veća važnost je dana horizontalnoj komponenti jer ona predstavlja veću važnost od vertikalne u smislu ekonomskog i ekološkog učinka. Ključni pokazatelj horizontalnog leta je produljenje rute. Produljenje rute je definirano kao razlika između stvarne duljine putanje i duljine velike kružnice (ortodrome) ne uključujući radijus od 40 NM oko odlazne i dolazne zračne luke [42]. Na slici 11 prikazan je primjer produljenje rute gdje krugovi predstavljaju odlaznu i dolaznu zračnu luku, linija A predstavlja stvarnu rutu, linija D izravnu rutu, a linija G ortodromu.



Slika 11. Produljenje rute
Izvor: [42]

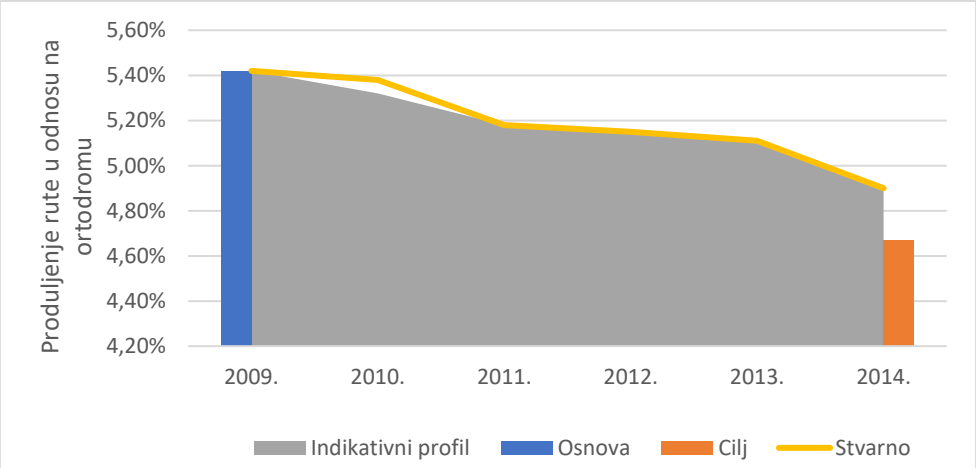
Odstupanje od optimalne putanje uzrokuje povećanje vremena leta, izgaranje goriva i emisija što ima negativan utjecaj na okoliš, ali i na povećanje troškova korisnika zračnog prostora. Razni su utjecaji koji mogu utjecati na učinkovitost leta na ruti kao npr. struktura i dostupnost ruta, dostupnost zračnog prostora (civilno-vojne strukture), prioriteti korisnika, kontrola zračnog prometa, prirodne katastrofe itd. Glavni cilj do kraja 2014. godine za povećanje učinkovitosti leta na ruti je smanjenje razlike između planirane rute i ortodrome za 0,75 %. Usporedna godina koja se gleda je 2009. kada je prosječno produljenje rute iznosilo 5,42 % [42].

Kako bi se postiglo povećanje ukupne učinkovitosti leta na ruti potrebno je poduzeti sljedeće aktivnosti:

- godišnje unaprjeđenje ATS mreže ruta na način da se implementira godišnji paket poboljšanja i uvedu kraće rute;
- implementacija dodatnih ruta na glavnim prometnim tokovima;
- povećanje iskoristivosti zračnog prostora i dostupnosti mreže ruta kroz aktivnu potporu i uključivanjem operatora zrakoplova i pružatelja usluga;
- postepeno primjenjivanje ograničenja koja se odnose na pristupačnost ruta samo kada i gdje je potrebno; te

- učinkoviti dizajn i upotreba terminalnih područja manevriranja kroz implementaciju napredne navigacije i kontinuiranih operacija spuštanja [42].

Na grafikonu 18 prikazana je promjena rute u odnosu na ortodromu na razini Europe. Elementi na grafikonu su indikativni profil, osnova (2009. godina), cilj (2014.godina) i stvarno produljenje rute. Iz grafikona se može vidjeti da do kraja referentnog razdoblja nije postignut željeni cilj produljenja rute za 4,67 % u odnosu na ortodromu, nego je postignuto produljenje rute za 4,90 %. Ipak, može se zaključiti da je napor svih sudionika donio značajno poboljšanje učinkovitosti u odnosu na 2009. godinu jer je postignuto smanjenje za 0,52 %.



Grafikon 18. Učinkovitost horizontalnog leta

Izvor: [43]

Navedeni cilj odnosi se na područje cijele Europe te se ne bi trebao razdjeljivati na razine FAB-ova. Unatoč toj činjenici, zbog bezgraničnih značajki FAB-ova i operativnih zahtjeva, dizajn zračnog prostora FAB CE-a će doprinijeti poboljšanom protoku prometa stoga i samoj učinkovitosti leta. Mjere koje doprinose poboljšanju učinkovitosti leta su korištenje FRA i FUA koncepta, te korištenje operacija kontinuiranog spuštanja.

5.2.1.3. Ključno područje kapacitet

Ključni pokazatelj učinkovitosti kapaciteta je razina kašnjenja na ruti uzrokovana upravljanjem protokom zračnog prometa. Glavni cilj do kraja prvog referentnog razdoblja je postići razinu prosječnog kašnjenja na 0,5 min po letu. Kašnjenja mogu biti uzrokovana jedinstvenim ili kombiniranim djelovanjem sljedećih čimbenika:

- vremenski uvjeti,
- zračne luke (kada maksimalna potražnja ili vršno opterećenje nastane zbog napora zrakoplovnih kompanija za postizanjem svih segmenata zahtjeva tržišta),
- kontrola zračnog prometa (preusmjeravanje zrakoplova ili manjak osoblja); te
- poremećaji zračnog prostora (utjecaj vulkanskog pepela, uvođenje ograničenih područja, štrajkovi, socijalne tenzije itd.) [42]

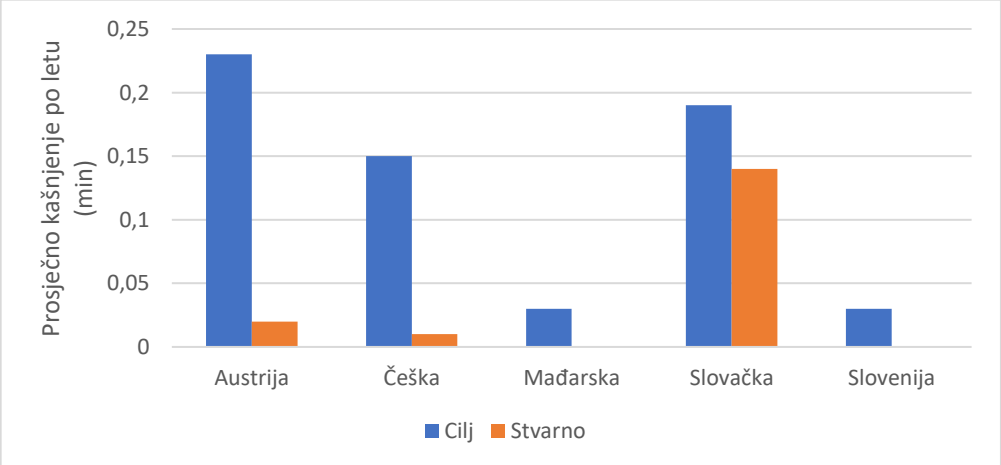
Kako bi se minimaliziralo kašnjenje na razini mreže potrebno je učiniti određene radnje. CDM se pokazalo kao učinkovita mjera za smanjenje kašnjenja i povećanja predvidljivosti određenih događaja tijekom leta, posebno je usmjereno na proces okretaja zrakoplova i pred polazni postupak sekvenciranja što omogućuje da se kretanje ATM mrežom obavlja tečnije. Sveukupno kašnjenje se također može smanjiti smanjenjem kašnjenja vikendom, a to se odnosi na dostupnost uvjetnih ruta za planiranje leta i smanjenje vojnih operacija kao i privremeno izdvojenih područja. Sljedeća metoda za smanjenje kašnjenja je smanjenje penala za pojedine letove. Povećani promet i primjena regulativa za ATFCM vode do kašnjenja i promjene *slotova* za većinu letova. EUROCONTROL teži upravljati tim regulativama i osigurati da individualni prijevoznici ne trpe nerazmjerne kazne, te da se raspoloživi kapacitet iskoristi do maksimuma. Ciljevi koje je EUROCONTROL postavio su sljedeći:

- smanjenje kašnjenja na ruti većeg od 15 min s 0,87 % (2011. godine) na 0,75 %,
- smanjenje postotka letova pod utjecajem kašnjenja većeg od 30 min s 2,6 % (2011. godine) na 2 % [42].

Cilj od 0,5 min kašnjenja po letu koji je postavljen na razini Europske unije je obavezan što znači da treba biti primijenjen od strane svih država FAB-ova. Za FAB CE postavljeni su sljedeći ciljevi koje treba postići tijekom prvog referentnog razdoblja koji su još i viši nego za cjelokupno područje Europe:

- 0,47 minuta po letu za 2012. godinu,
- 0,44 minute po letu za 2013. godinu i
- 0,15 minuta po letu za 2014. godinu [42].

Na grafikonu 19 prikazana je razina kašnjenja za države FAB CE-a za koje je izvršeno mjerenje za zadnju godinu prvog referentnog razdoblja. Iz grafikona se vidi da su sve države postigle postavljene ciljeve, a većina i značajnije smanjenje kašnjenja po letu u odnosu na postavljeni cilj. Može se zaključiti da je FAB CE znatno doprinio sveukupnom povećanju učinkovitosti europskog zračnog prometa.



Grafikon 19. Prosječno kašnjenje po letu u državama FAB CE-a

Izvor: [43]

5.2.1.4. Ključno područje ekonomska isplativost

U području ekonomske učinkovitosti ključni pokazatelj učinkovitosti je jedinična cijena naplate. Jedan od ciljeva SES-a je pravednije naplaćivanje usluga, te je zbog toga donesena regulativa Europske komisije o naplaćivanju usluga (1794/2006). Cilj regulative je postizanje veće transparentnosti u određivanju, dodjeljivanju i izvršavanju naplaćivanja usluga korisnicima zračnog prostora. Uzimajući u obzir tokove zračnog prometa, posebice unutar FAB-ova, sustav naplaćivanja treba omogućiti optimalnu upotrebu zračnog prostora. Prema navedenoj regulativi, svaka država članica je obvezna uspostaviti zonu naplate unutar područja svoje nadležnosti pružanja usluga. Zona naplate odnosi se na volumen zračnog prostora za koji je određena jedinstvena cijena naplate [42].

Korisnici europskog zračnog prostora trebaju platiti za pružene usluge tijekom svakog leta kroz kontrolirani zračni prostor. Pružatelji usluga u zračnoj plovidbi država koje sudjeluju u sustavu naplate korištenja ruta na taj način podmiruju sve troškove vezane za usluge kontrole zračnog prometa. Naknade se plaćaju za svaki let unutar zračnog prostora koji pripada državama ugovornicama. One uključuju prijeđenu udaljenost i težinu zrakoplova. Ukupna naknada (R) po letu jednaka je sumi svih naknada (r_i) nastalih u zonama naplate pojedinih država:

$$R = \sum_n r_i \qquad (2)$$

Pojedinačna naknada (r_i) jednaka je umnošku čimbenika udaljenosti (d_i), čimbenika težine zrakoplova (p) i jedinične cijene (t_i):

$$r_i = d_i \; x \; p \; x \; t_i \qquad (3),$$

gdje je umnožak (d_i x p) definiran kao broj jedinica naplate u zoni naplate za određeni let [42].

Treći čimbenik jednadžbe je jedinična cijena koja je ključni pokazatelj učinkovitosti za prvo referentno razdoblje. Određena je za svaku zonu, a sastoji se od dva dijela:

- jedinična cijena – dobivena dijeljenjem prognozirane troškovne osnovice zone naplate tijekom referentne godine i predviđenog broja jedinica naplate koje će se generirati u zračnom prostoru te godine, te
- administrativna jedinična cijena – dobivena dijeljenjem tih troškova s brojem jedinica naplate generiranim u zonama naplate kao cjelini (sve zone pod nadležnošću EUROCONTROL-a) [42].

Ključni pokazatelj učinkovitosti prvog referentnog razdoblja je dogovorena i određena prosječna jedinična cijena za pružanje usluga u zračnoj plovidbi. Pokazatelj je rezultat omjera između određenih troškova i predviđenog prometa, izraženog u eurima. Godišnje vrijednosti troškova određene su unaprijed za cijelo referentno razdoblje. Stvarni jedinični troškovi su uspoređeni s određenom jediničnom cijenom kada se mjeri učinkovitost. Određena jedinična

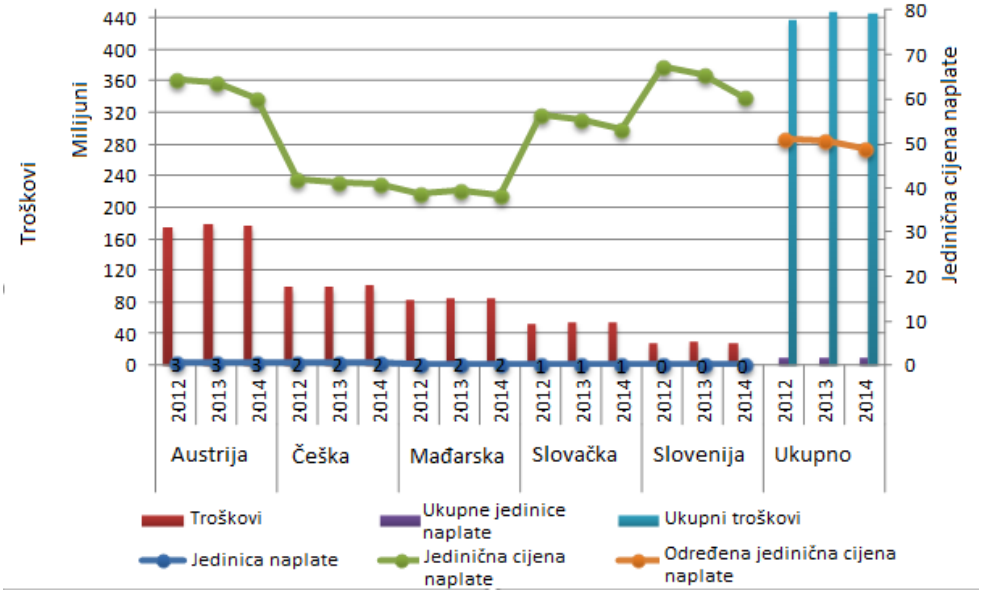
cijena je različita od stvarne cijene koja je naplaćena korisnicima kada se u obzir uzima sljedeće:

- razlike između prognozirane i stvarne inflacije,
- bonusa i penala nastalih iz financijskih poticaja za učinkovitost kapaciteta,
- odbitak troškova letova po vizualnim pravilima letenja, te
- odbitak prihoda iz ostalih izvora [42].

Kao što je ranije navedeno, za područje Europe cilj je postići utvrđene tri jedinične cijene naplate 55,77 € u 2012. godini, 53,33 € u 2013. godini i 51.00 € u 2014. godini, dok je 2009. godina jedinična cijena bila 63,80 €.

Ukupni troškovi i utvrđene jedinične cijene po državama FAB CE-a koje su bile predmetom mjerenja prikazani su u grafikonu 20. Utvrđene jedinične cijene dobivene su od određenih troškova svake pojedine države s očekivanim jedinicama naplate unutar iste podijeljenih s očekivanim jedinicama naplate na razini Europske unije. Ciljevi koji su postavljeni na FAB CE razini su sljedeći:

- 51,11 € za 2012. godinu,
- 50,70 € za 2013. godinu, te
- 48,84 € za 2014. godinu [42].



Grafikon 20. Pojedini troškovi, jedinice naplate i jedinične cijene naplate FAB CE-a

Izvor: [42]

Iz grafikona se vidi da su od država FAB CE-a jedino Češka i Mađarska postigli ciljanu jediničnu cijenu naplate. S obzirom na troškove najlošije stoji Slovenija te treba poraditi na poboljšanju utvrđivanja jedinične cijene naplate. Također, vidljivo je da je Slovačka na dobrom putu ka postizanju ciljanoj jediničnoj cijeni naplate iako još nedovoljno.

5.2.2. Drugo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti

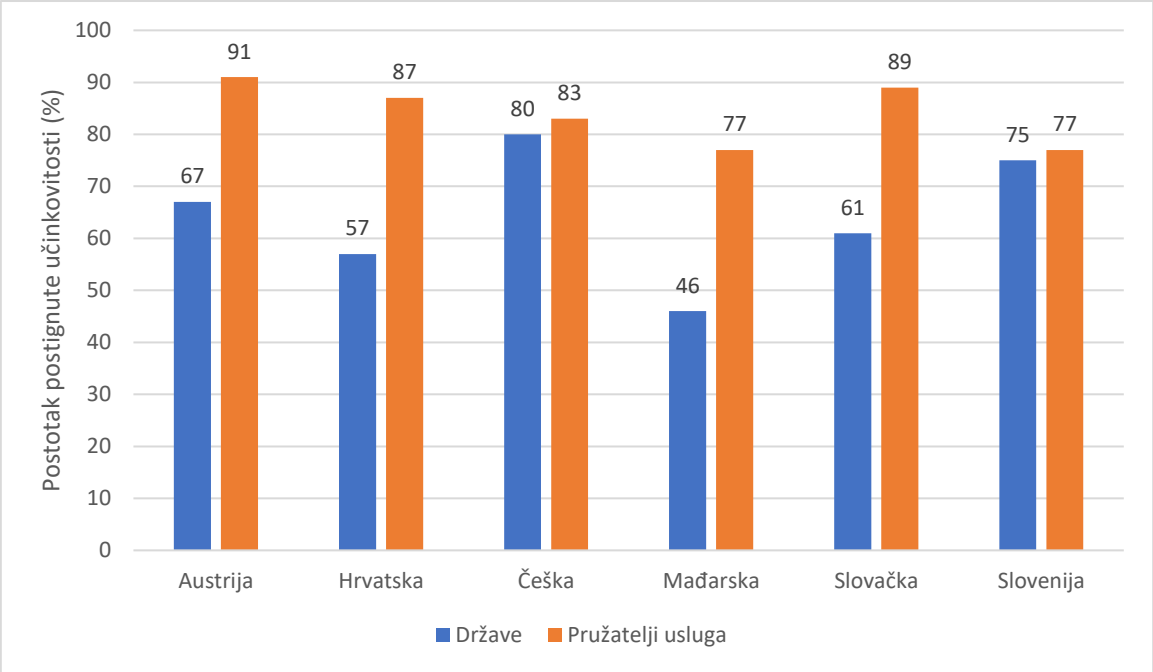
Drugo referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti određeno je da će biti u trajanju od 2015. do kraja 2019. godine. Regulativa 691/2010 kojom je prvotno utvrđen Plan mjerenja učinkovitosti izmijenjena je 2010. godine regulativom 390/2013. U ovoj regulativi je određeno kako bi mjerenje učinkovitosti trebalo obuhvatiti sve usluge od samog početka, pa do samog kraja leta, uključujući i rutne i terminalne usluge kako bi se dodatno povećala učinkovitost. Ta regulativa se odnosi na sve države članice Europske unije, pružatelje meteoroloških usluga i NM-a. Države članice mogu odlučiti da ne primijene ovu regulativu za terminalno pružanje usluga u zračnoj plovidbi na nekim ili svim zračnim lukama sa manje od 70.000 IFR operacija tijekom godine [45].

Ciljevi učinkovitosti za drugo referentno razdoblje postavljeni su još tijekom prvog referentnog razdoblja, tj. 2013. godine. Tijekom procesa postavljanja ciljeva došlo se do zaključka da su inicijalni rezultati postignuti tijekom prvog referentnog razdoblja u skladu s postavljenim ciljevima što govori da Plan mjerenja učinkovitosti odigrava namijenjenu ulogu provođenja SES-a na najbolji način. Ključni pokazatelji učinkovitosti ostali su isti, a dodani su novi, korištenje radarskih podataka za stvarne putanje u području okoliša i određene jedinične cijene naplate za terminalno pružanje usluga u zračnoj plovidbi (tek od 2017. godine) u području ekonomske isplativosti. U drugom referentnom razdoblju ciljevi su postavljeni i na razini FAB-ova [46].

5.2.2.1. Ključno područje sigurnost

EoSM mjeri se putem upitnika ili putem jednadžbe kojom se dobije mjera učinkovitosti. U prvom referentnom razdoblju nisu postavljeni ciljevi za EoSM nego su se samo promatrali, a u drugom referentnom razdoblju ciljevi su se postavili na temelju postignuća u prvom referentnom razdoblju. Cilj EoSM-a za države koji treba postići do kraja 2019. godine je da sve države postignu barem minimalnu EoSM razinu „C“. Cilj za pružatelje usluga je da svi postignu barem minimalnu EoSM razinu „D“ do kraja 2019. godine [46]. Države FAB CE-a također imaju jednake ciljeve koje treba postići.

U drugom referentnom razdoblju od država FAB CE-a u mjerenje su uključene sve države osim Bosne i Hercegovine. Na grafikonu 21. prikazana je EoSM za države i za pružatelje usluga u četvrtoj godini drugog referentnog razdoblja (2018.). Iz grafikona se može iščitati da svi pružatelji usluga imaju veću EoSM od država. Najveću EoSM ima Češka (80 %), a zatim ju slijedi Slovenija (75 %). Najlošije stoji Mađarska te treba poraditi na povećanju. EoSM svih pružatelja usluga je na vrlo visokoj razini, a najviše se ističe austrijski Austro Control sa 91 %. EoSM država i pružatelja usluga FAB CE-a je na podjednakoj razini kao i ostalih država ostalih FAB-ova.



Grafikon 21. Učinkovitost upravljanja sigurnošću FAB CE-a

Izvor: [43]

Kada se gleda razina EoSM-a Austrija, Mađarska i Hrvatska su postigle već krajem 2018. godine minimalnu razinu „C“, dok su ostale države na razini „B“. Krajem 2018. godine svi pružatelji usluga su postigle minimalnu razinu „D“ dok je Hrvatska kontrola zračne plovidbe jedina na razini „C“ [43].

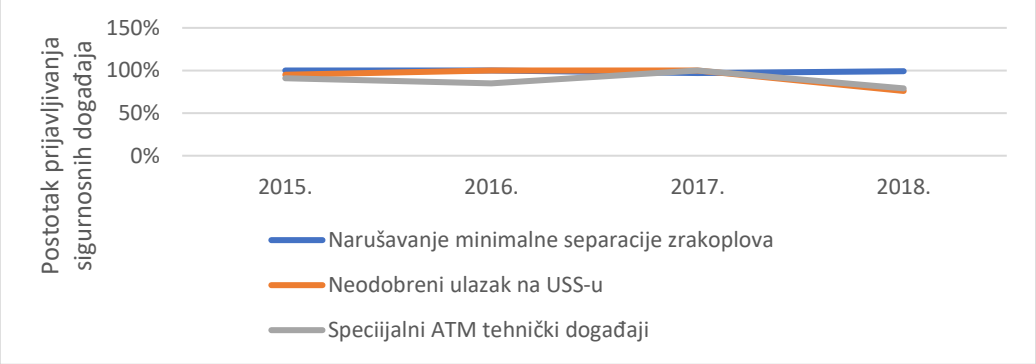
Cilj vezani za korištenje RAT metode do kraja 2019. je taj da svi pružatelji usluga (100 %) RAT metodom prijavljuju sve događaje koji narušavaju sigurnost, dok je cilj za države 99 % [46]. Države FAB CE-a su također uključene u ove ciljeve.

Vezano za prijavljivanje narušavanja minimalne separacije zrakoplova zabilježeno je stopostotno prijavljivanje takvih događaja u razdoblju 2015. – 2018. godine u svim državama FAB CE-a osim Hrvatske i Slovačke. Naime, u Slovačkoj je 2017. godine prijavljeno samo 67 % takvih događaja, a u 2018. godini niti jedan što znači da se narušavanje minimalne separacije zrakoplova nije dogodilo ili nije prijavljeno. U Hrvatskoj u razdoblju 2015. – 2017. godine nije prijavljen niti jedan takav događaj, a tijekom 2018. prijavljeno je 93 % narušavanja minimalne separacije zrakoplova [43].

Što se tiče prijavljivanja neodobrenog ulaza na USS-u zabilježen je visok postotak prijavljivanja. Tijekom cijelog razdoblja (2015. – 2018.) zabilježeno je stopostotno prijavljivanje u većini država. Hrvatska u 2015. i 2016. godini nije zabilježila niti jedno prijavljivanje, 2017. bilo je 100 % prijavljivanja, a 2018. prijavljeno je samo 50 % takvih događaja. Mađarska u 2015. nije zabilježila niti jedno prijavljivanje, u 2016. i 2017. bilo je 100 % prijavljivanja, a 2018. samo 50 % kao i Hrvatska. Slovačka i Slovenija u zadnje dvije godine mjerenja nisu zabilježile niti jedno prijavljivanje neodobrenog ulaska na USS-u [43].

Prijavljivanje specijalnih ATM tehničkih događaja je također na vrlo visokoj razini. Tijekom cijelog razdoblja stopostotno prijavljivanje je bilo u svim državama osim Hrvatske, Slovačke i Slovenije. Hrvatska je imala stopostotno prijavljivanje tijekom 2017. i 2018. godine, a 2016. godine zabilježen je izuzetno mali postotak prijavljivanja od samo 6 %. 2015. godine nije zabilježeno niti jedno prijavljivanje. Slovenija je u 2018. godini zabilježila 60 % prijavljivanja a godinu prije nije zabilježeno niti jedno prijavljivanje. Slovačka je tijekom prve tri godine imala stopostotno prijavljivanje, a u 2018. zabilježeno je samo 58 % prijavljivanja specijalnih ATM tehničkih događaja [43].

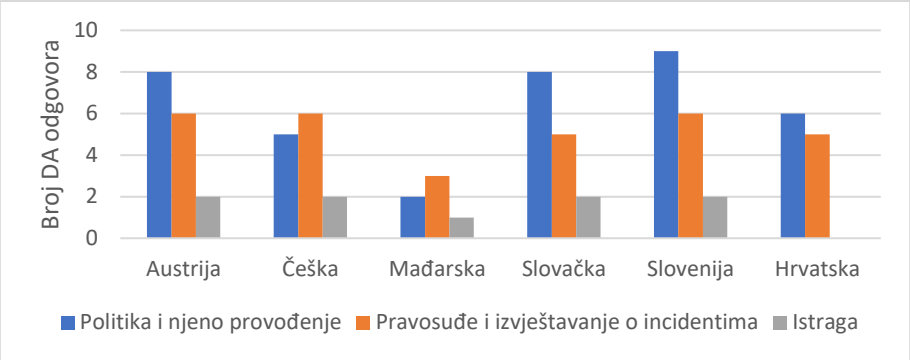
Na grafikonu 22. prikazan je postotak prijavljivanja sigurnosnih događaja na razini cijelog FAB CE-a. Iz njega se može vidjeti da je postotak prijavljivanja narušavanja minimalne separacije zrakoplova na gotovo ciljanoj razini tijekom cijelog razdoblja mjerenja. Prijavljivanje neodobrenog ulaska na USS-u je na izuzetno nižoj razini od ciljane, tj. na 76 %. Uzrok tomu je činjenica da su Hrvatska i Mađarska prijavile samo 50 % takvih događaja. Na vrlo niskoj razini u 2018. godini je i prijavljivanje specijalnih ATM događaja kada je prijavljeno samo 79 % takvih događaja. Uzrok tomu je taj što je nizak postotak prijava u Slovačkoj (58 %) i Sloveniji (60 %). Na temelju svih podataka može se zaključiti da je potrebno posvetiti dosta truda u korištenju RAT metode, posebice u prijavljivanju neodobrenih ulazaka na USS-u i specijalnih ATM tehničkih događaja jer je postotak prijavljivanja u predzadnjoj godini referentnog razdoblja značajno niži nego što se očekuje u zadnjoj (2019.) godini.



Grafikon 22. Korištenje RAT metode FAB CE-a

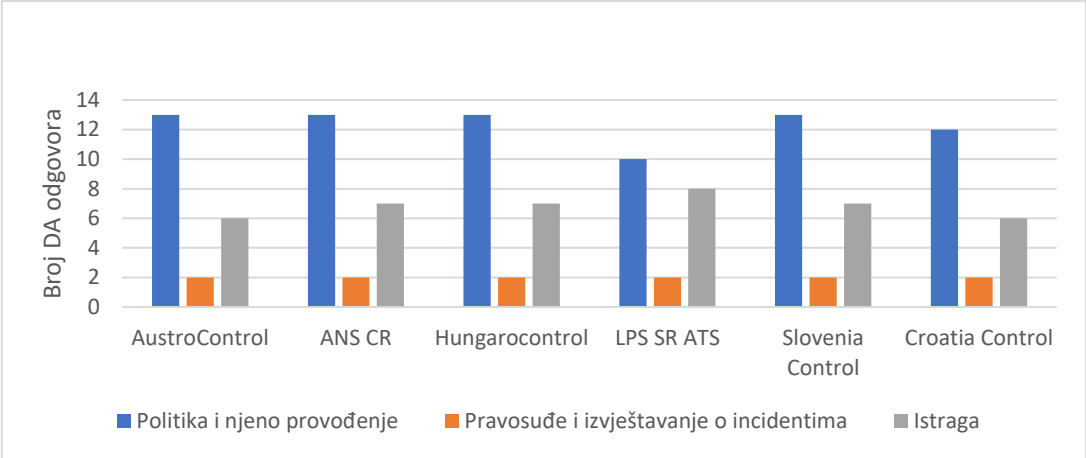
Izvor: [43]

Vezano za implementaciju kulture pravednosti jednak je postupak kao i u prvom referentnom razdoblju. Za 2018. godinu za države je sastavljeno 18 pitanja (9 za politiku i njeno provođenje, 7 za pravosuđe i izvještavanje o incidentima, a 2 za istragu), a za pružatelje usluga 24 pitanja (13 za politiku i njeno provođenje, 3 za pravosuđe i izvještavanje o incidentima, a 8 za istragu). Na grafikonu 23. prikazan je broj pitanja na koje je odgovoreno s DA za države FAB CE-a za koje je izvršeno istraživanje. Iz grafikona se može vidjeti da je u 2018. godini Slovenija vodeća u implementaciji kulture pravednosti sa ukupno 17 DA odgovora od mogućih 18. Najlošije stoji Mađarska sa samo 5 DA odgovora. Ako se podaci uspoređuju s krajem prvog referentnog razdoblja, vidljivo je da su sve države povećale broj DA odgovora osim Austrije i Mađarske koje su ostale na istoj razini.



Grafikon 23. Status implementacije kulture pravednosti u državama FAB CE-a (2018.)
Izvor: [43]

Na grafikonu 24 prikazan je broj DA odgovora pružatelja usluga FAB CE-a za 2018. godinu. Iz grafikona se može vidjeti da su države podjednake s brojem DA odgovora. Najviše DA odgovora (22) imaju češki ANS CR, mađarski Hungarocontrol i slovenska Slovenia Control. Ako se podaci uspoređuju s krajem prvog referentnog razdoblja vidljivo je da je porastao broj DA odgovora kod ANS CR-a, pao kod austrijskog AustroControl-a i slovačkog LPS SR ATS-a, a jednak je ostao kod Hungarocontrol-a i Slovenia Control-a.

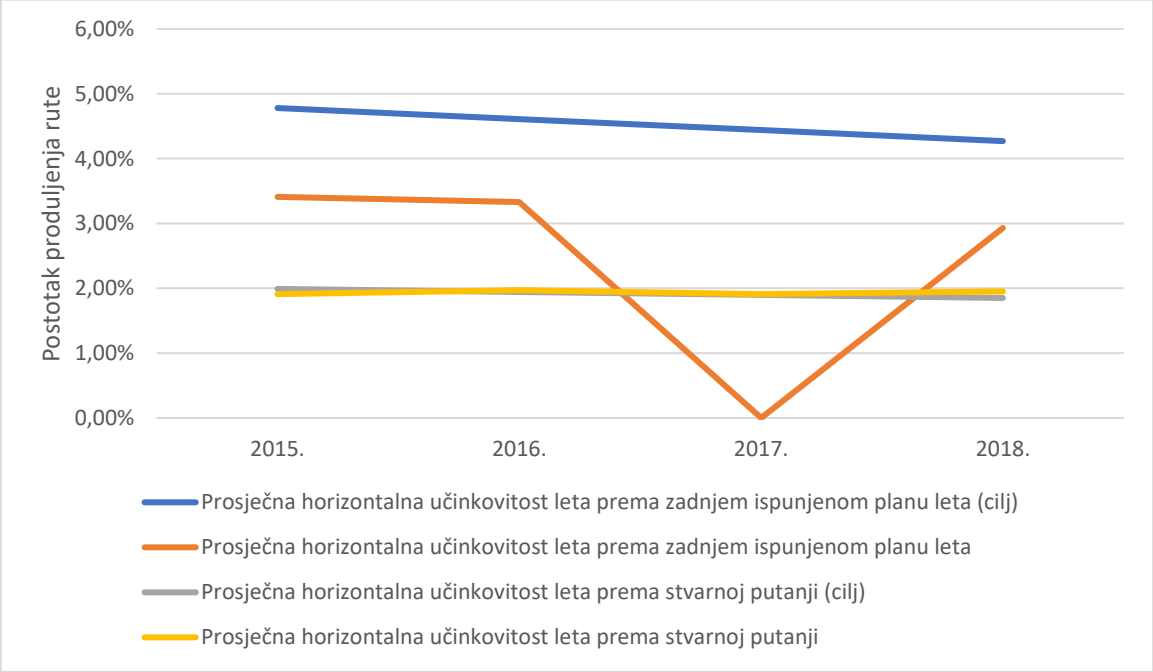


Grafikon 24. Status implementacije kulture pravednosti pružatelja usluga FAB CE-a (2018.)
Izvor: [43]

5.2.2.2. Ključno područje okoliš

U drugom referentnom razdoblju odlučeno je da će se u području okoliša horizontalna učinkovitost leta promatrati kao prosječna horizontalna učinkovitost leta prema zadnjem ispunjenom planu leta i kao prosječna horizontalna učinkovitost leta prema stvarnoj putanji leta. Temeljem dotadašnjih podataka ciljevi za drugo referentno razdoblje koji su postavljeni u području okoliša do 2019. su smanjenje produljenje rute na 4,1 % u smislu prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema zadnjem ispunjenom planu leta koja vrijedi za područje cijele Europe, te smanjenje produljenje rute na 2,6 % u smislu prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema stvarnoj putanji za koju su postavljeni ciljevi i zasebno za svaki FAB [46].

Na grafikonu 25 prikazan je postotak produljenja rute na razini FAB CE-a u razdoblju drugog referentnog razdoblja u smislu prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema zadnjem ispunjenom planu leta i u smislu prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema stvarnoj putanji leta. Važno je napomenuti da nije zabilježen podatak za 2017. godinu za prosječnu horizontalnu učinkovitost leta prema zadnjem ispunjenom planu leta. U grafikonu je vidljivo da je učinkovitost horizontalnog leta prema zadnjem ispunjenom planu leta unutar FAB CE-a na dosta boljoj razini nego od postavljenog cilja. U zadnjoj izmjerenoj godini (2018.) produljenje rute je iznosilo čak 1,93 % manje od postavljenog cilja, tj. iznosilo je 2,93 %, te se može zaključiti da je na izvrsnoj razini. Iz grafikona se može vidjeti da su linije cilja prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema stvarnoj putanji i stvarne učinkovitosti gotovo na jednakoj razini tijekom cijelog razdoblja. Temeljem toga, može se zaključiti da je prosječna horizontalna učinkovitost leta prema stvarnoj putanji FAB CE-a na zadovoljavajućoj razini.



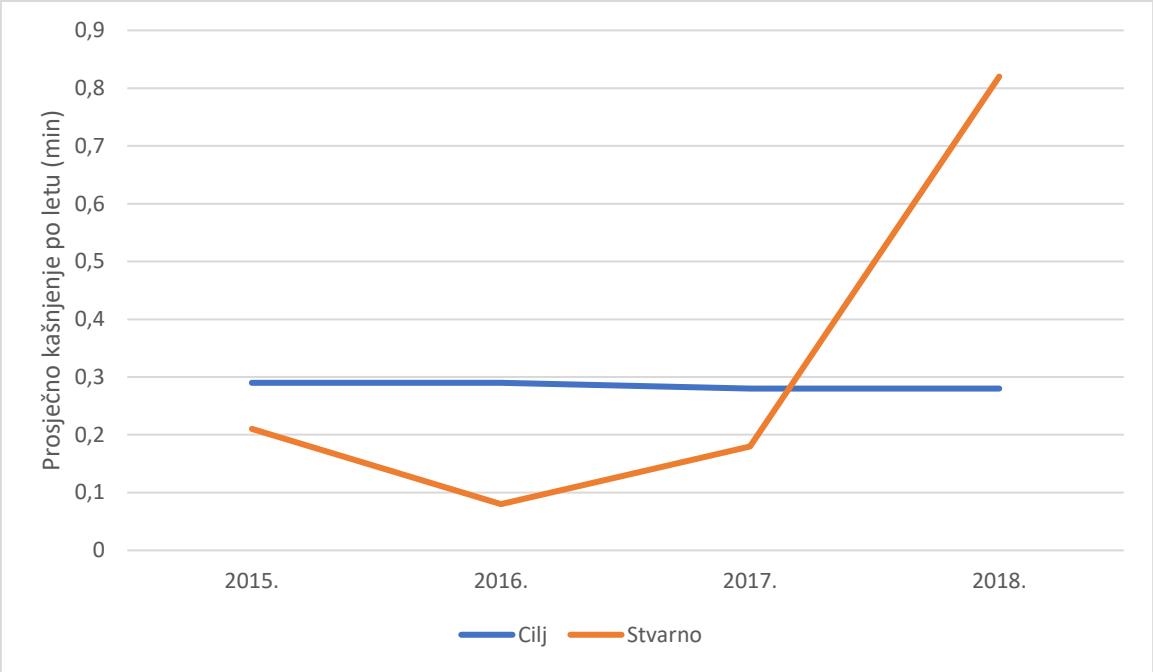
Grafikon 25. Horizontalna učinkovitost leta (2015. – 2018.)

Izvor: [43]

5.2.2.3. Ključno područje kapacitet

S obzirom na to da željeni cilj za smanjenje prosječnog kašnjenja od 0,5 min po letu do kraja prvog referentnog razdoblja nije postignut, cilj je ostao isti i za drugo referentno razdoblje [46].

Na razini FAB-ova ciljevi su postavljeni zasebno za svaki FAB. Na grafikonu 26. prikazana je razina kašnjenja u odnosu na postavljeni cilj za FAB CE. Iz podataka s grafikona može se vidjeti da je u prve tri godine drugog referentnog razdoblja razina kašnjenja znatno manja od postavljenog cilja. Razina kašnjenja u trećoj godini (2018.) je bitno viša od postavljenog cilja. Uzrok tomu je povećanje prometa više nego što je prognozirano i loši vremenski uvjeti koji su bili odgovorni za polovicu svih kašnjenja u FAB CE-u.



Grafikon 26. Prosječno kašnjenje po letu FAB CE-a

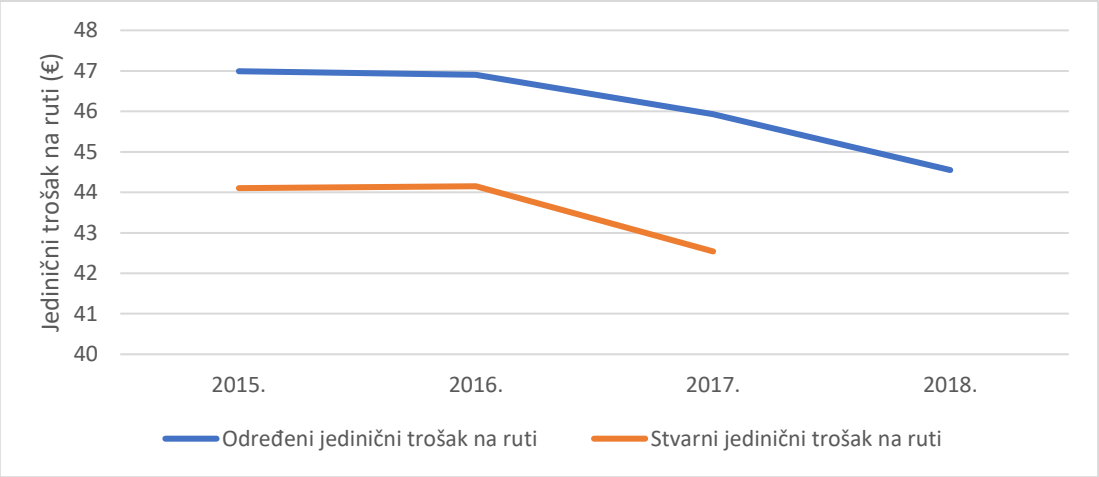
Izvor: [43]

5.2.2.4. Ključno područje ekonomska isplativost

U drugom referentnom razdoblju ključni pokazatelj učinkovitosti je prosječni jedinični trošak na ruti. On se dobije dijeljenjem stvarnog troška na ruti s jedinicama naplate, a izražen je u Eurima. Cilj koji treba postići na razini Europe je imati prosječni jedinični trošak u iznosu od 44,76 € do kraja 2019. godine. Osim na razini Europe ciljevi su postavljeni i na razini FAB-ova i država. Ciljevi su postavljeni na temelju:

- povijesnih trendova u ATM industriji,
- strukture troškova pružanja usluga u zračnoj plovidbi,
- skupnog vrednovanja pružatelja usluga,
- ekonometrijskog vrednovanja, i
- trendova međuindustrijske proizvodnje [46].

Prema trenutno dostupnim podacima za FAB CE određene su sljedeće vrijednosti jediničnog troška na ruti kojeg treba postići tijekom trajanja drugog referentnog razdoblja: 46,99 € u 2015. godini, 46,90 € u 2016. godini, 45,93 € u 2017. godini i 44,55 € u 2018. godini. Na grafikonu 28. prikazana je usporedba određenog jediničnog troška na ruti sa stvarnim jediničnim troškom na ruti. Može se vidjeti da je stvarni jedinični trošak manji od određenog tijekom godina, a razlika je uvijek podjednaka (stvarni trošak je manji za 5,9 % - 7,4 %). Podaci za 2018. nisu dostupni, ali shodno prethodnim godinama može se zaključiti da je i u toj godini situacija ostala ista i da je stvarni jedinični trošak manji od određenog. FAB CE uspješno postiže postavljene ciljeve tijekom cijelog drugog referentnog razdoblja.



Grafikon 27. Jedinični trošak na ruti FAB CE-a

Izvor: [43]

U kontekstu država tijekom cijelog drugog referentnog razdoblja sve države osim Slovenije i Češke su zabilježile manji jedinični trošak na ruti u odnosu na određeni jedinični trošak na ruti. Slovenija je tijekom 2015. i 2016. imala za oko 3 % veći stvarno trošak od određenog, a u 2017. godini je zabilježila manji stvarni trošak od određenog za 2,5 %, te se može potvrditi da je započeo napredak. Češka je u 2015. i 2016. zabilježila manje stvarne troškove od određenog, dok je u 2017. godini zabilježen veći stvarni trošak za 3,3 %. Od svih država, ekonomska isplativost je najveća u Mađarskoj jer je tijekom cijelog drugog referentnog razdoblja stvarni trošak manji od određenog u rasponu 11,9 % - 16,1 % [43].

5.2.3. Treće referentno razdoblje

2018. godine određeni su ciljevi učinkovitosti koje treba postići do kraja trećeg referentnog razdoblja koje je određeno da će biti u razdoblju 2020. – 2024. godine. 2018. je bila zahtjevna godina za upravljanje zračnim prometom. U potpuno liberaliziranom tržištu zračnog prometa Europe, zrakoplovne kompanije odgovarale su na povećanje potražnje za uslugama zračnog prijevoza i kontinuirano su smanjivale troškove u izrazito kompetitivnom tržištu. Povećavali su svoje flote, zamjenjivali manje modele zrakoplova s većim i nudili više letova. Takav razvoj stavlja veliki pritisak na ATM sustav. U pogledu sigurnosti, sustav je i dalje na visokoj razini i u mogućnosti je nositi se s rekordnim prometom iz godine u godinu. U pogledu ekonomske isplativosti, rezultati nisu pokazali željeni napredak. Trenutna ekonomska regulativa nije donijela željene rezultate te ne postižu svi pružatelji usluga potrebne ciljeve. To je dovelo do pomanjkanja kapaciteta u ključnim područjima SES-a, što je rezultiralo neprihvatljivim kašnjenjima s visokim troškovima za prijevoznike i putnike [47]. Ciljevi učinkovitosti trećeg referentnog razdoblja određeni su na temelju potreba, ali i na temelju iskustva iz prva dva referentna razdoblja mjerenja učinkovitosti.

5.2.3.1. Ključno područje sigurnost

Razina sigurnosti na razini cijele Europe dosegnula je impresivnu razinu. Plan mjerenja učinkovitosti samo definira ciljeve učinkovitosti upravljanja sigurnošću država članica/nacionalnih nadzornih tijela i pružatelja usluga u zračnoj plovidbi. U tom pogledu, trenutna učinkovitost je visoka, ali još se može unaprijediti. Vezano za EoSM smatra se da je potrebno doći do napretka. Sveukupno gledajući, samo je nekoliko država dosegnulo cilj drugog referentnog razdoblja, minimalnu razinu „C". Niti jedna država nije postigla više od tog minimalnog zahtjeva. Cilj trećeg referentnog razdoblja ostaje isti, a to je da svaka država dosegne minimalnu razinu „C" EoSM-a. Kao što je ranije navedeno, očekuje se da će svi pružatelji usluga ostvariti barem razinu „D" EoSM-a do kraja 2019. godine. Cilj koji je postavljen za pružatelje usluga za treće referentno razdoblje je taj da je potrebno postići razinu „E" u području upravljanja sigurnosnim rizicima te razinu „D" u svim ostalim područjima, uključujući sigurnosnu kulturu [47].

Što se tiče primjene RAT metode PRB smatra da će do kraja drugog referentnog razdoblja biti postignuti postavljeni ciljevi iako su potrebna određena unaprjeđenja u prijavljivanju specijalnih ATM događaja i u kontekstu država i u kontekstu pružatelja usluga. Cilj trećeg referentnog razdoblja za države je taj da se postigne barem 80 %-tna sveukupna primjena RAT metode za narušavanje minimalne separacije zrakoplova i neodobrenog ulaza na USS-u, a 100 %-tna sveukupna primjena za specijalne ATM događaje. Za pružatelje usluga cilj je postići 100 %-tnu primjenu RAT metode za narušavanje minimalne separacije zrakoplova na zemlji, neodobrenog ulaza na USS-u i specijalne ATM događaje [47].

5.2.3.2. Ključno područje okoliš

Kod okolišne učinkovitosti PRB je prepoznao da su planirane putanje značajno neučinkovitije od stvarnih putanja. Potrebno je postići napredak kako bi se smanjio taj napredak da bi se povećala predvidljivost operacija, iako je prepoznato da učinkovitost leta koji je nastao planiranjem ruta od strane zrakoplovnih kompanija može biti značajno izvan kontrole pružatelja usluga [47].

Produljenje rute u smislu prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema zadnjem ispunjenom planu leta očekuje se da će biti za 4,1 % do kraja drugog referentnog razdoblja. Cilj trećeg referentnog razdoblja je da produljenje rute iznosi 3,90 %. Produljenje rute u smislu prosječne horizontalne učinkovitosti leta prema stvarnoj putanji očekuje se da će biti za 2,60 % do kraja drugog referentnog razdoblja. Cilj trećeg referentnog razdoblja je da takvo produljenje rute iznosi 2,40 % [47].

5.2.3.3. Ključno područje kapacitet

Razina prometa i kašnjenja trenutno su na rekordnim razinama. Milijuni putnika ne stižu na svoje destinacije na vrijeme. Štoviše, u 2017. godini u području SES-a upravljano je za nešto manje od 1 % prometa više nego što je bilo u 2008. godini. Trenutna situacija dovodi do

prosječnog dnevnog kašnjenja po letu za više od dvije minute što je četiri puta više nego što je cilj drugog referentnog razdoblja. Predviđa se da će doći i do još viših razina kašnjenja. Međutim, to nije odgovornost europskog ATM sustava u cjelini jer većina država dobro izvodi ATM poslove i postižu ciljana vremena kašnjenja unatoč rastu zračnog prometa, dokazujući da ima dovoljno kapaciteta na većinskom području europske ATM mreže. Nekoliko država u središtu Europe (npr. Francuska i Njemačka) ne uspijevaju pružiti dovoljno kapaciteta. Uzrok tomu je taj što su pružatelji usluga tih država u središnjem području Europe gdje je veća potražnja i stalno je u porastu, te njihova nedovoljna učinkovitost ima značajniji utjecaj na cjelokupnu mrežu. Analize su pokazale da su takva kašnjenja uglavnom nastala nedostatkom kapaciteta i potrebnog osoblja [47].

Službeni podaci govore da je trenutna razina kašnjenju 1,83 minute po letu na području Europe, a cilj do kraja 2019. godine je 0,5 min što se neće postići. Stoga ciljevi trećeg referentnog razdoblja su sljedeći:

- 0,8 min po letu za 2020. godinu,
- 0,7 min po letu za 2021. godinu,
- 0,6 min po letu za 2022. godinu, te
- 0,5 min po letu za 2023. i 2024. godinu [47].

5.2.3.4. Ključno područje ekonomska isplativost

Ekonomska isplativost ostaje i dalje bitan element učinkovitosti, posebno za korisnike zračnog prostora. PRB smatra da su sljedeći aspekti bitni za treće referentno razdoblje ekonomske isplativosti:

- **sveukupni trošak pružanja usluga:** u drugom referentnom razdoblju je uglavnom ostao jednak. To znači da su pružatelji usluga uspijevali upravljati nešto većom količinom prometa s istim troškovima. Međutim, tu činjenicu treba promatrati u posebnom kontekstu jer su pružatelji usluga povećali prihode zbog trenutnog sustava naplate gdje se naplata obavlja ne samo brojem letova nego i težinom zrakoplova. Zrakoplovne kompanije koriste veće zrakoplove s povećanim faktorom punjenja što izravno uzrokuje povećanje prihoda pružatelja usluga; te
- **trošak kašnjenja:** bitno su se povećali tijekom ljeta 2018., na trošak zrakoplovnih prijevoznika, tj. putnika. Jedno od najvećih prava putnika nalaže da zrakoplovne kompanije moraju ponovno rezervirati let ili izdati novčanu naknadu putnicima u slučaju da putnik propusti sljedeći let ili ako zrakoplovna kompanija otkaže let, iako ona sama nije to uzrokovala. Ako je to potrebno, mora organizirati i smještaj za putnike te isplatiti novčanu kompenzaciju kada ATM sustav uzrokuje kašnjenje. Putnici obično trpe značajne ekonomske štete koje ne može nadoknaditi niti jedna treća strana, kao npr. gubljenje sljedećeg leta ili plaćenog smještaja [47].

Ključni pokazatelj učinkovitosti ekonomske isplativosti ostaje isti i u trećem referentnom razdoblju, prosječni jedinični trošak na ruti. Za kraj drugog referentnog razdoblja, tj. 2019.

godinu određeno je da će prosječni jedinični trošak na ruti iznositi 46.38 €. Za treće referentno razdoblje, kao ciljevi određeni su sljedeći prosječni jedinični troškovi na ruti:

- 44,64 € za 2020. godinu,
- 43,25 € za 2021. godinu,
- 41,90 € za 2022. godinu,
- 39,72 € za 2023. godinu, te
- 37,56 € za 2024. godinu [47].

6. Preporuke daljnjeg razvoja s osvrtom na Hrvatsku

Na temelju očekivanih predviđanja rasta zračnog prometa u Europi, te problema koji bi mogli nastati uzrokovanih rastom, prije svega problema pomanjkanja dostupnog kapaciteta, povećanja troškova, ali i povećanje negativnog utjecaja na okoliš i utjecaja na sigurnost može se zaključiti da je potrebno nastaviti razvijati i unaprjeđivati europski sustav upravljanja zračnim prometom.

6.1. Preporuke

ICAO je razvio Globalni navigacijski plan zračnog prometa (engl. Global Air Navigation Plan – GANP), koji predstavlja strateški dokument za planiranje navigacijske infrastrukture na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. Cilj GANP-a je ponuditi rješenja koja će pomoći svim sudionicima zračnog prometa, ali i osigurati nesmetan i kontinuirani razvoj modernizacijskih programa u svijetu, kao što je npr. SESAR u Europi. U GANP-u ICAO je naveo preporuke za daljnji razvoj u četiri područja unaprjeđenja:

- aerodromske operacije,
- globalni interoperabilni sustavi i podaci,
- optimalni kapaciteti i fleksibilni letovi, te
- učinkovite putanje leta [48].

Unaprjeđenja će se provoditi kroz blokove unaprjeđenja sustava zračnog prometa u Europi koji zapravo predstavljaju vremenska razdoblja u kojima se trebaju postići određena rješenja koja će unaprijediti sustav upravljanja zračnim prometa. ICAO je odredio četiri bloka unaprjeđenja: blok 0 (2013. – 2018.), blok 1 (2019. – 2024.) blok 2 (2025. – 2030.) i blok 3 (2031. i dalje). GANP je usklađen i sa SESAR-om i s ostalim ATM razvojnim programima u svijetu [48]. Razne su koristi koje se trebaju dobiti provedbom GANP-a na svim razinama, a najznačajnije su sljedeće:

- smanjena potrošnja zrakoplovnog goriva,
- smanjena blok vremena,
- smanjena vremena čekanja na slijetanje,
- smanjena vremena rulanja zrakoplova,
- smanjena buka zrakoplova,
- smanjena kompleksnost prometa,
- povećana predvidljivost prometa,
- povećana sigurnost i dr. [49]

U GANP-u ICAO je naveo preporuke koji prioriteti trebaju biti razvijeni kako bi se što prije i što učinkovitije unaprijedio ATM sustav. Kao glavne prioritete ICAO navodi razvoj i implementaciju PBN koncepta, operacije kontinuiranog poniranja (engl. Continuous Descent

Operations – CDO), operacije kontinuiranog penjanja (engl. Continuous Climb Operations – CCO) i ATFM, uključujući AMAN [48].

Najviši prioritet je implementacija PBN koncepta. Razvijeno je nekoliko PBN naprednih funkcija koje će povećati uporabljivost PBN-a u zahtjevnim okolinama, a omogućit će sigurniji pristup zračnim lukama i povećanu učinkovitost na rutama. PBN odlazne rute će biti razvijene na više lokacija, posebice u planinskim područjima. Implementacija PBN-a u terminalnom zračnom prostoru je ključno za omogućavanje naprednih terminalnih operacija [48].

Mnoge velike zračne luke implementiraju PBN, i u većini slučajeva to je rezultiralo u značajnim smanjenjima utjecaja na okoliš (smanjenje buke i emisija). U slučajevima gdje su implementirani CDO i CCO realizirani su još veći pozitivni učinci na okoliš. CDO-ova značajka optimiziranog profila poniranja omogućava zrakoplovu da se spusti s razine krstarenja prema završnom prilazu pri minimalnom potisku. Osim što se time postižu značajne uštede goriva, CDO pruža i drugu korist za okoliš jer smanjuje buku u okolici zračne luke, što je najveća korist za stanovništvo u blizini zračne luke. CCO ima slične prednosti, ali u odlasku. CCO ne zahtijeva posebnu zemaljsku ili tehnologiju u zraku, već se oslanja na operativne tehnike zrakoplova potpomognutih prikladnim dizajnom zračnog prostora i procedura. Omogućavanje zrakoplovu da dosegne i održava optimalnu visinu leta bez prekida je ključno za poboljšanje učinkovitosti potrošnje goriva i minimiziranja emisija CO_2 [48].

ATFM omogućava učinkovitost ATM sustava. Doprinosi sigurnosti, održivosti okoliša, kapacitetu i učinkovitosti troškova. ATFM ima za cilj povećati sigurnost kroz omogućavanje sigurne gustoće prometa i minimiziranjem prometnih zagušenja. Kada je potrebno, svrha ATFM-a je uravnoteženje prometne potražnje i dostupnog kapaciteta. Uspješan i učinkovit ATFM sustav oslanja se na jasnom definiranju dostupnog kapaciteta kao i na analizi prognoziranih prometnih tokova [48].

Analizom stručnjaka u Europi utvrđeno je nekoliko potencijalnih rješenja koja su okarakterizirana kao ključna za povećanje ukupne učinkovitosti europskog ATM sustava. CDM na zračnim lukama i FRA koncept su ključna rješenja kojima će se postići povećanje učinkovitosti, uz razvoj novih tehnoloških rješenja i inovacija. Implementacija FRA koncepta u zračnom prostoru FAB CE-a, ali i ostatku Europe donijet će značajne prednosti korisnicima zračnog prostora u pogledu učinkovitosti leta u smislu duljine leta, vremenu leta, potrošnji goriva i CO_2 emisija. Također se očekuje da će zbog uporabe automatizacijskih alata u ATM-u FRA koncept imati značajan utjecaj na sveukupnu učinkovitost ATM usluga, koji se odnosi na veću operativnu fleksibilnost i povećanje kapaciteta. Zbog implementacije CDM-a na zračnim lukama, svaki korisnik zračnog prometa će imati prednosti u pogledu optimizacije i boljeg iskorištenja trenutnog kapaciteta. Zračne luke će biti opskrbljene sa svim potrebnim informacijama u pravo vrijeme za potražnju vezanu za organizaciju zemaljskih usluga, kontrola zračnog prometa će biti sposobna prikladno sektorizirati zračni prostor te točno definirati slijed dolazaka/odlazaka zrakoplova. Zrakoplovni prijevoznici će imati fleksibilnu mogućnost za optimiziranje cijele mreže i smanjiti vremena kašnjenja [50].

Unutar NSP-a, također su navedeni prioriteti koji bi se trebali postići do kraja 2019. godine. Navedeno je deset strateških ciljeva:

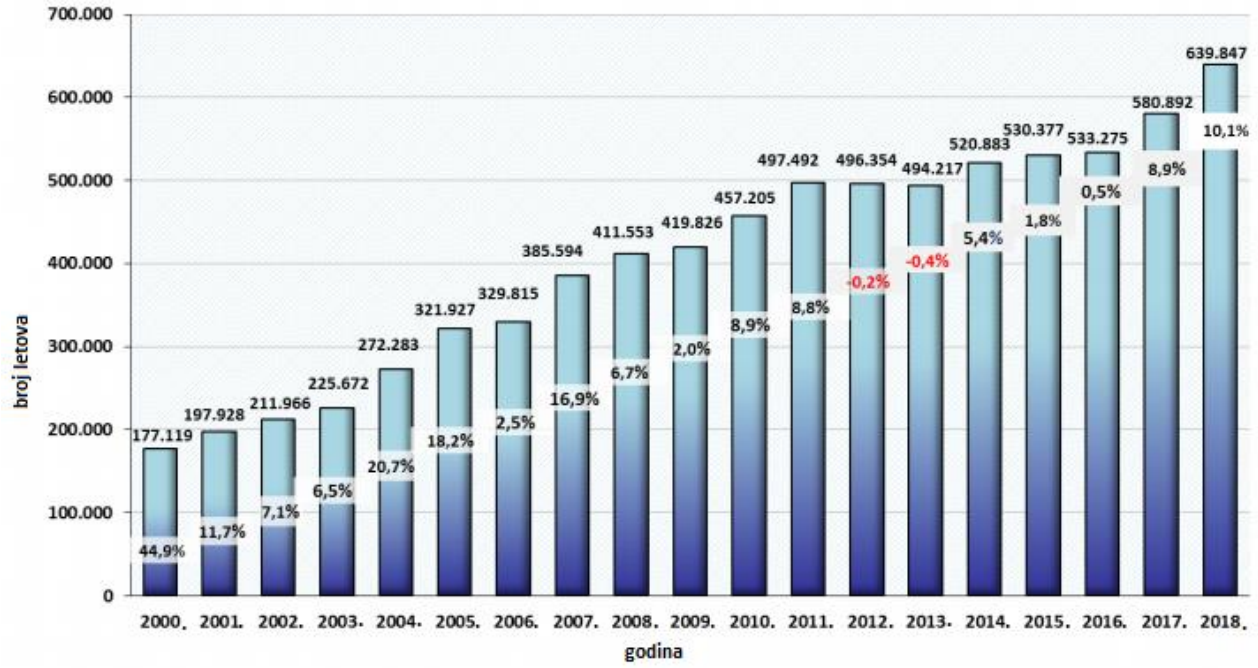
1) upravljanje učinkovitosti kroz donošenje odluka na razini mreže,
2) postavljanje interoperabilnih i učinkovitih sustava upravljanja informacijama,
3) implementirati bešavni i fleksibilan zračni prostor koji omogućava slobodne rute,
4) planirati optimalan kapacitet i učinkovitost leta,
5) poboljšati poslovne putanje i kooperativno upravljanje prometom,
6) integrirati zračne luke i mrežne operacije,
7) osigurati sigurnost, zaštitu i robusnost mreže,
8) optimizirati dodjelu CNS izvora i troškova,
9) razviti ljudski kapital i poboljšati njegovu učinkovitost, te
10) pripremiti se za treće referentno razdoblje mjerenja učinkovitosti i dalje [51].

Kako bi se to na najučinkovitiji način postiglo, u NSP-u su navedene i preporuke kako bi se to postiglo. Preporuča se da svi sudionici zračnog prometa usmjere svoje aktivnosti na:

1) **Provedbu mrežnih i FAB sposobnosti odlučivanja**
   U prvom referentnom razdoblju, prvi korak je napravljen s postavljanjem mrežnih CDM procesa. U drugom referentnom razdoblju taj mehanizam treba se koristi za rješavanje najistaknutijih problema u mreži, npr. za periodično kritična područja, krizni menadžment ili optimizacija resursa. Svi sudionici trebaju surađivati te donositi lokalne odluke na način da uzimaju u obzir situaciju u cijeloj mreži. FAB-ovi bi također trebali biti ojačani s povećanjem sposobnosti donošenja operativnih odluka i učinkovite suradnje s NM-om;
2) **Usmjerene i koordinirane mrežne evolucije**
   Do kraja drugog referentnog razdoblja očekuje se da će implementacija SESAR-a početi pokazivati svoja prva povećanja učinkovitosti. Na razini mreže, preporuča se da fokus bude na onim projektima koji će pokazati najviše prednosti u kratkom vremenu, npr. FRA koncept, kooperativno upravljanje prometom te Usluga upravljanja informacijama europskog ATM-a. Preporučuju se dodatni napori kako bi se ti projekti implementirali zajednički i prema planu.
3) **Blisko upravljanje rizicima**
   Identificirani rizici trebaju biti pomno praćeni od strane Odbora NM-a dok se pri tome prate redovna izvješća NM-a. To obuhvaća rizike u zraku i na zemlji za zračni promet uzrokovanih nestalnosti prometa, nesigurnosti u pogledu srednjoročnog kapaciteta na najprometnijim zračnim lukama, prilagodbom ljudskih resursa i kompetencija planiranim tehnološkim evolucijama, te svim geo-strateškim prirodnim ili tehničkim rizicima koji mogu imati utjecaja na mrežu. U praksi, u slučaju značajnih promjena u prognozama prometa, prognozama kapaciteta zračnih luka ili geo-strateškom, institucionalnom ili tehnološkom kontekstu europskog ATM sustava, utjecaj treba biti analiziran od strane Odbora NM-a u skladu s NSP-om [51].

6.2. Osvrt na Hrvatsku

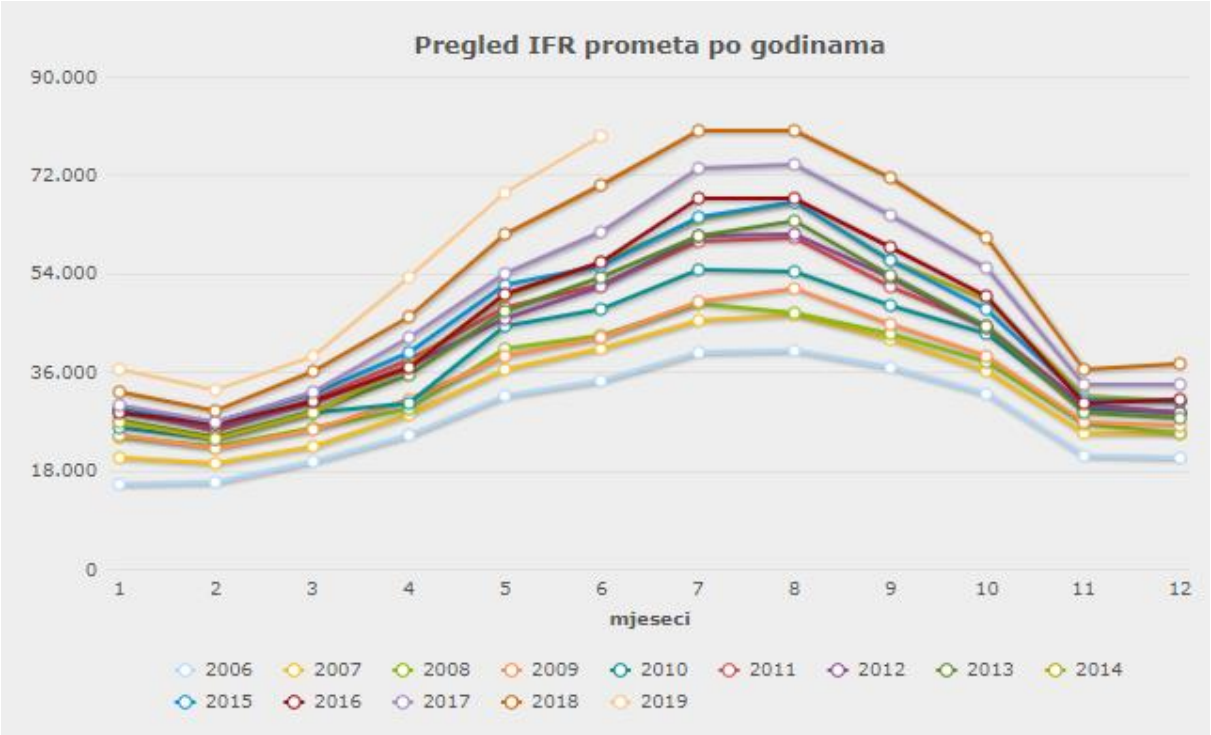
Hrvatska je svjedočila značajnom rastu zračnog prometa od početka stoljeća (grafikon 28). 2000. godine bilo je 177.000 IFR operacija generalnog zračnog prometa, a taj broj je do 2011. godine narastao na gotovo pola milijuna. Taj trend se te godine stabilizirao i dostigao vrhunac, usporedno s globalnim ekonomskim padom. Sljedećih godina Hrvatska je ostala na približnom broju od oko pola milijuna operacija tijekom godine, s prosječnim godišnjim rastom oko 3 %. 2018. godine rast je ponovno bio značajan kada je zabilježeno 639.847 IFR operacija generalnog zračnog prometa, što je za 10,1 % više u odnosu na 2017. godinu.



Grafikon 28. Rast zračnog prometa u Hrvatskoj

Izvor: [52]

Na grafikonu 29 prikazan je broj letova po mjesecima i godinama. Prema podacima iz grafikona može se vidjeti da je najveća potražnja za zračnim prometom u ljetnim mjesecima, te se može vidjeti rast zračnog prometa po svakom mjesecu od 2006. do 2019. godine po određenoj stopi. Ako se uspoređuju siječanj (mjesec kada je bilo najmanje letova) i kolovoz (mjesec kada je bilo najviše letova) 2018. godine vidi se da je količina prometa u kolovozu veća za gotovo 150 %. Veći broj letova tijekom ljeta uzrokuje i veća kašnjenja zbog pomanjkanja kapaciteta zračnog prostora i osoblja.

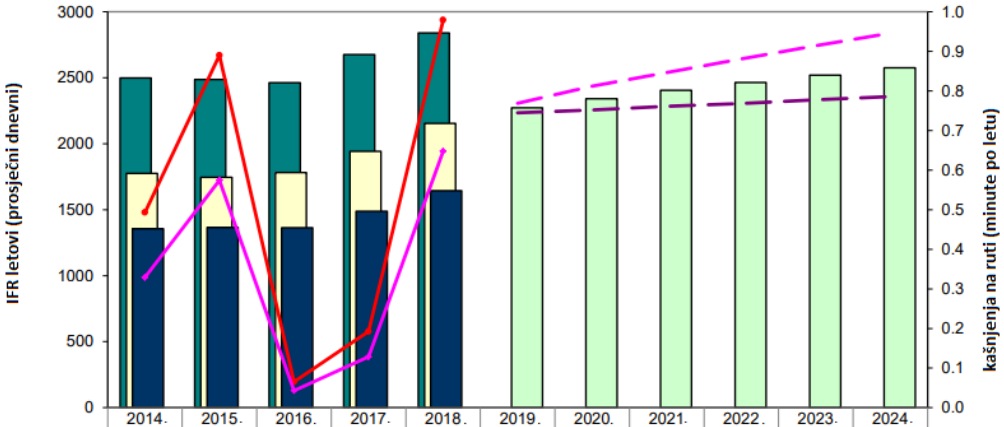


Grafikon 29. Zračni promet po mjesecima u Hrvatskoj

Izvor: [53]

Karakteristično za IFR generalni zračni promet u 2018. je porast dolaznog/odlaznog prometa za 9,7 %, domaćih letova za 3,4 % te preleta za 10,4 % u odnosu na 2017. godinu. Tijekom 2018. godine IFR generalni zračni promet je porastao za više od 13 % tijekom nekoliko mjeseci. S obzirom na to da je potražnja za zračnim prometom bila značajno viša, došlo je do situacije da nije bilo dovoljnog kapaciteta u sektorima oblasne kontrole zračnog prometa što je uzrokovalo kašnjenje koje nije bilo unutar ciljanog vremena kašnjenja za 2018. godinu [52].

Na grafikonu 30 prikazana je razina kašnjenja na rutama unutar područja Hrvatske od 2014. do 2018. s prognozama do 2024. godine. Vidljivo je da je najveće kašnjenje bilo tijekom 2018. godine, a glavni uzrok tomu je značajno povećanje prometa u odnosu na prethodne godine što je vidljivo na grafikonima 28 i 29. Prognoze govore da će se nastaviti trend rasta ljetnog prometa u narednim godinama, a to bi moglo dovesti i do visoke razine kašnjenja. Stoga, potrebno je na vrijeme provesti određene mjere kako bi razina kašnjenja bila što manja, odnosno u okvirima projekcije trećeg referentnog razdoblja mjerenja učinkovitosti što iznosi 0,5 minute po letu do 2024. godine.



	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.	2024.
dan vrhunca prometa	2498	2486	2462	2675	2840						
ljetni promet	1775	1746	1781	1942	2153						
godišnji promet	1355	1366	1363	1489	1643						
prognoza ljetnog prometa						2272	2341	2405	2463	2519	2575
prognoza visokog prometa - ljeto						2307	2436	2540	2642	2743	2837
prognoza niskog prometa - ljeto						2234	2256	2283	2305	2332	2358
ljetno kašnjenje na ruti (svi uzroci)	0.49	0.89	0.07	0.19	0.98						
godišnje kašnjenje na ruti (svi uzroci)	0.33	0.57	0.04	0.13	0.65						

Grafikon 30. Razina kašnjenja unutar Hrvatske

Izvor: [52]

Kako je Hrvatska članica FAB CE-a, planiranje unaprjeđenja hrvatskog ATM sustava je u skladu s razvojem FAB CE-a, a samim time i u skladu sa SES smjernicama. Brojni su projekti koje se provode ili su u planu kako bi se povećala učinkovitost hrvatskog ATM sustava. Potpuna implementacija FRA koncepta se očekuje do kraja 2022. godine za područje cijelog FAB CE-a. Tijekom 2019. godine obavlja se nadogradnja i proširenje portala Jedinice za upravljanje zračnim prometom što je značajno za upravljanje zračnim prostorom u naprednom FUA konceptu. Implementacija PBN procedura u terminalnom području se također implementira 2019. godine, a 2020. će se provesti redizajn jadranskog terminalnog područja. Implementacija STAM faze 2 će se obavljati tijekom 2019. i 2020. godine. Do kraja 2024. godine plan je povećati broj kontrolora zračnog prometa svake godine za 6. Očekuje se povećanje kapaciteta za 3 % godišnje do 2024 [52].

Vezano za implementaciju SESAR-a, trenutno je implementirano ukupno 67 % pred – SESAR značajki od 2010. do 2019. Status implementacije optimiziranih ATM mrežnih usluga je na 78 %, visokoučinkovitih operacija na zračnim lukama na 41 %, unaprijeđenih ATS usluga na 62 %, a unaprjeđenja zrakoplovne infrastrukture na 74 %. Implementacija ICAO-ovih blokova unaprjeđenja sustava zračnog prometa je također u tijeku. Status implementacija bloka 0 je na 71 %, a bloka 1 na 32 % [52].

S obzirom na to da je Hrvatska članica ICAO-a, Europske unije i FAB CE-a sve preporuke daljnjeg razvoja navedene u poglavlju 6.1. odnose se i na Hrvatsku. Naglasak se stavlja na implementaciju i korištenje FRA koncepta jer je to mjera kojom se povećava učinkovitost u raznim područjima, prvenstveno u skraćenju duljine rute, što posljedično uzrokuje smanjenje vremena leta, smanjenje potrošnje goriva i emisija ispušnih plinova, te povećanje kapaciteta sektora zračnog prostora.

7. Zaključak

Zračni promet u stalnom je rastu jer je prepoznat kao najsigurniji i najbrži oblik transporta od strane putnika. Značajno doprinosi globalnoj i europskoj ekonomiji jer podržava oko 65,5 milijuna zaposlenja, što izravno u zrakoplovstvu, što u vezanim djelatnostima. Osim toga omogućuje velik broj turističkih putovanja koje također doprinose ekonomskom rastu u velikoj mjeri. Na rast zračnog prometa utječu brojni čimbenici, a mogu se podijeliti na ekonomske aktivnosti, dostupnost putovanja i čimbenike lokalnog tržišta. Može se zaključiti da su glavni pokretači rasta zračnog prometa ubrzan razvoj niskotarifnih prijevoznika, globalni ekonomski rast i povećanje turizma. Analizom ograničavajućih čimbenika razvoja zračnog prometa došlo se do zaključka da čimbenik koji će najviše ograničiti razvoj zračnog prometa je kapacitet jer je konačan i u jednom trenutku će doći do njegovog maksimalnog iskorištenja, odnosno do razine gdje će se moći odvijati najveći mogući promet na siguran način.

ATM Master Plan važan je putokaz za razvoj tehnoloških i operativnih rješenja za povećanje učinkovitosti upravljanja zračnim prometom. Svi sudionici zračnog prometa trebaju nastojati implementirati rješenja jer će oni nedvojbeno povećati učinkovitost upravljanja zračnim prometom u smislu zaštite, učinkovitosti troškova, kapaciteta, okoliša, operativne učinkovitosti i sigurnosti, što će dovesti do pozitivnih efekata za sve sudionike, a u krajnjoj mjeri za korisnike zračnog prijevoza, tj. putnike.

Analizom učinkovitosti FAB CE-a utvrđeno je da je učinkovitost uglavnom na zadovoljavajućoj razini, a može se zaključiti da je glavni pokretač učinkovitosti FAB CE-a implementacija i provođenje FRA koncepta, u kojemu području su FAB CE partneri postali pioniri. Rast zračnog prometa u Hrvatskoj je proporcionalan s rastom u Europi, a upravljanje zračnim prometom je na zadovoljavajućoj razini, posebno zbog suradnje s FAB CE partnerima.

Kako bi se upravljanje zračnim prometom u Europi razvijalo na željeni način, analizom svih čimbenika, može se zaključiti da se prioritet i preporuka stavlja na razvoj FRA koncepta, CDM-a na zračnim lukama i razvoj novih tehnoloških rješenja. FRA koncept će uvelike pomoći rješavanju ranije navedenog problema fragmentacije europskog zračnog prostora, a povećat će učinkovitost u smislu smanjenja duljine rute, što dovodi do smanjenja potrošnje goriva i smanjenja negativnih učinaka na okoliš. Implementacija CDM-a na zračnim lukama dovest će do koristi za sve sudionike zračnog prometa, tj. kontroli zračnog prometa, zračne luke i zrakoplovne prijevoznike, u pogledu bolje optimizacije i učinkovitijeg iskorištenja dostupnog kapaciteta.

Literatura

[1] Air Transport Action Group: Aviation: Benefits Beyond Borders, Geneva, 2018.

[2] ICAO, https://www.icao.int/annual-report-2017/Pages/the-world-of-air-transport-in-2017.aspx (9.5.2019.)

[3] EUROCONTROL: Network Operations Report 2018, Edition number 1.0, 2019.

[4] European Commission: An Aviation Strategy for Europe, Brussels, 2015.

[5] Steiner, S.: Europski kontekst razvoja zračnog prometa, skripta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.

[6] Steiner, S.: Projekcija razvoja zračnog prometa u Europi, skripta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.

[7] Calleja Crespo, D., de Leon, P. M.: Achieving the Single European Sky, Kluwer Law International, The Netherlands, 2011.

[8] Steiner, S., Mihetec, T., Rezo, Z.: Resolution of Operational Constraints Imposed by Fragmentation of European Airspace, ZIRP 2019 International Conference, Opatija, 2019.

[9] European Commission, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/aviation-strategy/growth (16.5.2019.)

[10] Uredba (EZ) br. 549/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o utvrđivanju okvira za stvaranje jedinstvenog europskog neba

[11] Uredba (EZ) br. 550/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o pružanju usluga u zračnoj plovidbi u jedinstvenom europskom nebu

[12] Uredba (EZ) br. 551/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o organizaciji i upotrebi zračnog prostora u jedinstvenom europskom nebu

[13] Uredba (EZ) br. 552/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o interoperabilnosti Europske mreže za upravljanje zračnim prometom

[14] Skybrary, https://www.skybrary.aero/index.php/Single_European_Sky_(SES)_II (23.5.2019.)

[15] Uredba Komisije (EU) br. 691/2010 od 29. srpnja 2010. o utvrđivanju plana performansi za usluge u zračnoj plovidbi i mrežnih funkcija i izmjeni Uredbe (EZ) br. 2096/2005 o utvrđivanju zajedničkih zahtjeva za pružanje usluga u zračnoj plovidbi

[16] Skybrary, https://www.skybrary.aero/index.php/Regulation_691/2010_-_Performance_Scheme_for_Air_Navigation_Services_and_Network_Functions_in_Europe (22.5.2019.)

[17] Uredba Komisije (EU) br. 677/2011 od 7. srpnja 2011. o utvrđivanju detaljnih pravila za provedbu mrežnih funkcija za upravljanje zračnim prometom (ATM) i izmjeni Uredbe (EU) br. 691/2010
[18] EUROCONTROL, https://www.eurocontrol.int/articles/about-network-manager (22.5.2019)
[19] EASA, https://www.easa.europa.eu/the-agency/the-agency (22.5.2019.)
[20] European Commission, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar_en (23.5.2019.)
[21] SESAR JU, https://www.sesarju.eu/discover-sesar/history (23.5.2019.)
[22] European Commission, factsheet: SESAR 2020: developing the next generation of European Air Traffic Management, 2014.
[23] European Commission, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/single_european_sky/ses2plus_en (23.5.2019.)
[24] European Commission: Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016, Final Report, 2017.
[25] EUROCONTROL: European Aviation in 2040 – Challenges of Growth, Annex 4: Network Congestion, 2018.
[26] EUROCONTROL: European Aviation in 2040 – Challenges of Growth, Annex 2: Adapting Aviation to a Changing Climate, 2018.
[27] EASA: European Aviation Environmental Report 2019, 2019.
[28] European ATM Master Plan, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2015.
[29] European ATM Master Plan Level 3: Implementation View – Plan 2018, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.
[30] European ATM Master Plan Level 3: Implementation View – Progress Report 2018, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.
[31] eATM Portal, https://www.atmmasterplan.eu/depl/essip_objectives/monitoring (15.6.2019.)
[32] eATM Portal, https://www.atmmasterplan.eu/depl/fabs (20.6.2019.)
[33] eATM Portal, https://www.atmmasterplan.eu/depl/states (21.6.2019.)
[34] EUROCONTROL, https://www.eurocontrol.int/articles/functional-airspace-block-fab (24.6.2019.)
[35] FAB CE, https://www.fab-ce.eu/ (24.6.2019.)
[36] FAB CE, https://www.fab-ce.eu/about/initiative (24.6.2019.)
[37] FAB CE, https://www.fab-ce.eu/about/organisation (24.6.2019.)
[38] FAB CE, https://www.fab-ce.eu/about/objectives (24.6.2019.)
[39] FAB CE, https://www.fab-ce.eu/airspace/free-route (24.6.2019.)
[40] FAB CE, https://www.fab-ce.eu/about/projects (24.6.2019.)

[41] Performance Review Commission: Proposed EU-wide Performance Targets for the period 2012 – 2014, Brussels, 2010.
[42] Modić, A., Steiner, S., Mihetec, T.: Performance scheme implementation in Functional Airspace Block Central Europe, 22nd International Symposium on Electronics in Transport ISEP 2014, Ljubljana, 2014.
[43] EUROCONTROL, https://www.eurocontrol.int/prudata/dashboard/vis/ (25.6.2019.)
[44] Modić, A.: Mjerenje učinkovitosti pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
[45] Skybrary, https://www.skybrary.aero/index.php/Regulation_390/2013_-_Performance_Scheme_for_Air_Navigation_Services_and_Network_Functions (28.6.2019.)
[46] Performance Review Body: PRB advice to the Commission in the setting of Union-wide performance targets for RP2, Brussels, 2013.
[47] Performance Review Body: PRB Advice to the Commission in the setting of Union-wide performance targets for RP3, Brussels, 2018.
[48] ICAO: Doc 9750-AN/963: 2016 – 2030 Global Air Navigation Plan, Fifth Edition, 2016.
[49] Blažeković, K.: Područja unaprjeđenja sustava upravljanja zračnog prometa, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
[50] Steiner, S., Štimac, I., Melvan, M.: Towards to collaborative air traffic and airport management, 22nd International Symposium on Electronics in Transport ISEP 2014, Ljubljana, 2014.
[51] EUROCONTROL: Network Strategy Plan 2015 – 2019, 2014.
[52] EUROCONTROL: LSSIP 2018 – CROATIA Local Single Sky ImPlementation: Level 1 – Implementation Overview, 2019.
[53] Hrvatska kontrola zračne plovidbe, http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=321 (10.7.2019.)

Popis kratica

ACC	(engl. Area Control Center) oblasna kontrola zračnog prometa
ADS-B	(engl. Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) automatski zavisni sustav nadzora-emitiranja
AFTN	(engl. Aeronautical Fixed Telecommunication Network) aeronautička fiksna telekomunikacijska mreža
AMAN	(engl. Arrival Management) upravljanje dolascima
AMHS	(engl. Aeronautical Message Handling System) Sustav upravljanja aeronautičkim porukama
AOP	(engl. Airoport Operations Plan) Plan operacija zračne luke
ASM	(engl. Airspace Management) upravljanje zračnim prostorom
A-SMGCS	(engl. Advanced-Surface Movement Guidance and Control System) Napredni sustav za vođenje i kontrolu kretanja na površini
ATAG	(engl. Air Transport Action Group) Akcijska skupina za zračni promet
ATC	(engl. Air Traffic Control) kontrola zračnog prometa
ATFCM	(engl. Air traffic flow and capacity management) upravljanje protokom i kapacitetom zračnog prometa
ATFM	(engl. Air Traffic Flow Management) upravljanje protokom zračnog prometa
ATM	(engl. Air Traffic Management) upravljanje zračnim prometom
ATS	(engl. Air Traffic Services) operativne usluge u zračnom prometu
BDP	bruto domaći proizvod
CAEP	(engl. Committee on Aviation Environmental Protection) Odbor za zrakoplovnu zaštitu okoliša
CCO	(engl. Continuous Climb Operations) operacije kontinuiranog penjanja
CDO	(engl. Continuous Descent Operations) operacije kontinuiranog poniranja
CDM	(engl. Collaborative Decision Making) zajedničko donošenje odluka
CNS	(engl. Communication, Navigation and Surveillance) komunikacija, navigacija i nadzor
CO_2	ugljikov dioksid

D_p	masa NOx emisija
EASA	(engl. European Union Aviation Safety Agency) Europska agencija za sigurnost zračnog prometa
EoSM	(ebgl. Effectiveness of Safety Management) učinkovitost upravljanja sigurnošću
ESSIP	(engl. European Single Sky Implementation Plan) Plan implementacije jedinstvenog europskog neba
EUROCONTROL	(engl. The European Organisation for the Safety of Air Navigation) Europska agencija za sigurnost zračne plovidbe
F_{00}	potisak motora
FAB	(engl. Functional Airspace Block) funkcionalni blok zračnog prostora
FMS	(engl. Flight Management System) sustav za upravljanje letom
FRA	(engl. Free Route Airspace) zračni prostor slobodnih ruta
FUA	(engl. Flexible Use of Airspace) fleksibilna uporaba zračnog prostora
GBAS	(engl. Ground Based Augmentation System) zemaljski sustav za povećanje
GANP	(engl. Global Air Navigation Plan) Globalni navigacijski plan
HC	neizgoreni ugljikovodici
ICAO	(engl. International Civil Aviation Organization) Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo
IFR	(engl. Instrumental Flight Rules) instrumentalna pravila letenja
LARA	(engl. Local and sub-Regional ASM Support System) sustav za lokalnu i sub-regionalnu potporu ASM-u
L_{den}	prosječna godišnja razina buke tijekom dana, večeri i noći
L_{night}	prosječna godišnja razina buke tijekom noći
NM	(engl. Network Manager) Upravitelj mreže
NOx	dušični oksid
NOP	(engl. The Network Operations Plan) Plan mrežnog djelovanja
NSP	(engl. The Network Strategy Plan) Strateški plan mreže
PBN	(engl. Performance Based Navigation) navigacija temeljena na performansama

PM	određene čestice
PRB	(engl. Performance Review Body) Tijelo za praćenje učinkovitosti
RAT	(engl. Risk Analysis Tool) alat za analiziranje rizika
RNP	(engl. Required Navigation Performance) zahtijevane navigacijske performanse
RPK	(engl. revenue passenger kilometres) ostvareni putnički kilometri
SES	(engl. Single European Sky) Jedinstveno europsko nebo
SESAR	(engl. Single European Sky ATM Research) Program ATM modernizacije unutar SES-a
SESAR JU	(engl. SESAR Joint Undertaking) Zajedničko poduzeće SESAR
SMS	(engl. Safety Management System) Sustav upravljanja sigurnošću
SOx	sumporni oksidi
SSR	(engl. Secondary surveillance radar) sekundarni nadzorni radar
SWIM	(engl. System Wide Information Management) Sustav širokog upravljanja informacijama
USS	uzletno-sletna staza

Popis slika

Slika 1. Ciljevi SES-a……9

Slika 2. Izvođenje SESAR-a……14

Slika 3. Ekonomski čimbenici rasta zračnog prometa……16

Slika 4. Emisije dvomotornog mlaznog zrakoplova tijekom jednog sata……28

Slika 5. Granice razine buke na zračnoj luci……30

Slika 6. Ciljevi SESAR-a……32

Slika 7. Oznake 4 ključna područja unaprjeđenja ATM-a……33

Slika 8. Piramidalni prikaz razina ATM Master Plana……33

Slika 9. Funkcionalni blokovi zračnog prostora……54

Slika 10. Područje FAB CE-a……55

Slika 11. Produljenje rute……64

Popis tablica

Tablica 1. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje ATFCM-a……35

Tablica 2. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje planiranja mrežnih operacija……36

Tablica 3. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje napredne fleksibilne uporabe zračnog prostora……37

Tablica 4. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje kolaborativne zračne luke……38

Tablica 5. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje upravljanja površinom……..39

Tablica 6. Značajke koje treba uvesti za ostvarenje poboljšanja operacija u blizini USS-e……39

Tablica 7. Značajke koje treba implementirati za poboljšano razdvajanje kod dolazaka……..41

Tablica 8. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje PBN koncepta……42

Tablica 9. Značajke koje treba implementirati za ostvarenje FRA……42

Tablica 10. Značajke koje treba implementirati za omogućavanje SWIM-a……43

Tablica 11. Značajke koje treba implementirati za korištenje *Data Link-a*……..44

Tablica 12. Značajke koje treba implementirati za racionalizaciju CNS-a……45

Tablica 13. Status implementacije optimiziranih ATM mrežnih usluga……...46

Tablica 14. Status implementacije visokoučinkovitih operacija na zračnim lukama……47

Tablica 15. Status implementacije unaprijeđenih ATS usluga……48

Tablica 16. Status implementacije unaprjeđenja zrakoplovne infrastrukture……49

Tablica 17. Status implementacije optimiziranih ATM mrežnih usluga u Hrvatskoj……51

Tablica 18. Status implementacije visokoučinkovitih operacija na zračnim lukama u Hrvatskoj……52

Tablica 19. Status implementacije unaprijeđenih ATS usluga u Hrvatskoj……..52

Tablica 20. Status implementacije unaprjeđenja zrakoplovne infrastrukture u Hrvatskoj……..53

Popis grafikona

Grafikon 1. Ostvareni putnički kilometri……5

Grafikon 2. Ostvareni tonski kilometri……5

Grafikon 3. Udjeli zaposlenja u zrakoplovstvu u Europi……6

Grafikon 4. Rast zračnog prometa u 2018. godini……7

Grafikon 5. Rast prosječnog broja dnevnih letova tijekom godina……8

Grafikon 6. Odnos rasta BDP-a i zračnog prometa……17

Grafikon 7. Povezanost broja putovanja po stanovniku i BDP-a po stanovniku……18

Grafikon 8. Države s najvećim rastom i padom radno sposobnog stanovništva (milijuni)……19

Grafikon 9. Odnos prometne potražnje i kapaciteta na zračnoj luci……21

Grafikon 10. Razina zagušenosti 20 najprometnijih zračnih luka……22

Grafikon 11. Utjecaj klimatskih promjena na pojedine segmente zrakoplovstva……23

Grafikon 12. Stopa fatalnih nesreća putničkih zrakoplova na području Europe i drugih država……26

Grafikon 13. Emisije NOx motora u odnosu na CAEP limite……29

Grafikon 14. Broj stanovništva izložen L_{den} 55 dB……31

Grafikon 15. Učinkovitost upravljanja sigurnošću……61

Grafikon 16. Status implementacije kulture pravednosti u državama FAB CE-a (2014.)……63

Grafikon 17. Status implementacije kulture pravednosti pružatelja usluga FAB CE-a (2014.)……63

Grafikon 18. Učinkovitost horizontalnog leta……65

Grafikon 19. Prosječno kašnjenje po letu u državama FAB CE-a……66

Grafikon 20. Pojedini troškovi, jedinice naplate i jedinične cijene naplate FAB CE-a……68

Grafikon 21. Učinkovitost upravljanja sigurnošću FAB CE-a……70

Grafikon 22. Korištenje RAT metode FAB CE-a……71

Grafikon 23. Status implementacije kulture pravednosti u državama FAB CE-a (2018.)……72

Grafikon 24. Status implementacije kulture pravednosti pružatelja usluga FAB CE-a (2018.)……72

Grafikon 25. Horizontalna učinkovitost leta (2015. – 2018.)……73

Grafikon 26. Prosječno kašnjenje po letu FAB CE-a……74

Grafikon 27. Jedinični trošak na ruti FAB CE-a……75

Grafikon 28. Rast zračnog prometa u Hrvatskoj……82

Grafikon 29. Zračni promet po mjesecima u Hrvatskoj……83

Grafikon 30. Razina kašnjenja unutar Hrvatske……84

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 **Strategijske smjernice razvoja zračnog prometa u Europi**

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

U Zagrebu, 28.8.2019

Student/ica:

Antonia Gvozdina

(potpis)