

Implementacija bitnih operativnih promjena u sustavu ATM-a Jedinstvenog europskog neba

Kolić, Matej

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:119:663267>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet Prometnih Znanosti

ZAVRŠNI RAD

**IMPLEMENTACIJA BITNIH OPERATIVNIH PROMJENA U
SUSTAVU ATM-a JEDINSTVENOG EUROPSKOG NEBA**

**IMPLEMENTATION OF ESSENTIAL OPERATIONAL
CHANGES IN THE SINGLE EUROPEAN SKY ATM SYSTEM**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Biljana Juričić

Student: Matej Kolić

JMBAG: 0135257852

Zagreb, rujan 2022.

Zagreb, 6. svibnja 2022.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Upravljanje protokom zračnog prometa**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6791

Pristupnik: **Matej Kolić (0135257852)**
Studij: **Aeronautika**
Smjer: **Kontrola leta**

Zadatak: **Implementacija bitnih operativnih promjena u sustavu ATM-a Jedinog europskog neba**

Opis zadatka:

Uvodno navesti cilj i strukturu rada. Objasniti regulativu i ciljeve Jedinog europskog neba te objasniti važnost SESAR-a kao tehnološkog i istraživačkog stupa Jedinog europskog neba. Analizirati ATM Master plan 20202 te identificirati najvažnije smjernice i viziju razvoja ATM -a u budućnosti te bitne operativne promjene. Proučiti i opisati funkcije portala e-ATM te skupove i prikaz podataka. Izvlačenje podataka o planu i stanju implementacije bitnih operativnih promjena, scenarija primjene promjena i vezanih solucija. Usporediti i analizirati dobivene podatke. Dati zaključna razmatranja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

izv. prof. dr. sc. Biljana Juričić

Sažetak

Ovaj završni rad bavi se tematikom ATM sustava Jedininstvenog europskog neba te bitnim operativnim promjenama unutar ATM sustava. Razvoj civilnog zrakoplovstva u Europi bio je popraćen sa sve većom prometnom potražnjom koju tadašnji sustav nije mogao odraditi te se javila potreba za rekonstrukcijom cijelog sustava. Kako bi se taj problem dokinuo, donijela se inicijativa nazvana Jedininstveno europsko nebo koja nudi niz rješenja za sve veću prometnu potražnju u civilnom zrakoplovstvu Europe. SESAR i ATM Master Plan, kao dio Jedininstvenog europskog neba, razvijaju i implementiraju različita rješenja te daju vizije i smjernice razvoje civilnog zrakoplovstva Europe za budućnost. Rješenja koje proizlaze iz ovih projekata povećat će sigurnost, učinkovitost i ekspeditivnost zračnog prometa u Europi.

Ključne riječi: Jedininstveno europsko nebo, SESAR, ATM Master Plan

Summary

This thesis describes Single European Sky ATM system and essential operational changes within ATM system. Development of civil aviation in Europe was followed by increased traffic demand which the old system could not cope with so there was a need for reconstruction of the whole system. To resolve the problems, Single European Sky initiative was launched which offers a wide range of solutions for ever increasing traffic demand of civil aviation in Europe. SESAR and ATM Master Plan, as part of Single European Sky, are developing and implementing solutions and give guidelines for future development of civil aviation in Europe. Solutions which come from these projects increase the overall safety, efficiency and orderly flow of air traffic in Europe.

Key words: Single European Sky, SESAR, ATM Master Plan

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Jedinstveno europsko nebo i SESAR	3
2.1 Prvi regulatorni paket SES-a	4
2.1.1 Uredba (EZ) br. 549/2004	4
2.1.2 Uredba (EZ) br. 550/2004	5
2.1.3 Uredba (EZ) br. 551/2004	5
2.1.4 Uredba (EZ) br. 552/2004	6
2.2 Drugi regulatorni paket SES-a	7
2.2.1 Mjerenje učinkovitosti	8
2.2.2 KPI i IM po ključnim područjima učinkovitosti	9
2.2.3 Sigurnost (EASA)	10
2.2.4 Tehnologija (SESAR)	11
2.2.5 Zračne luke	12
2.3 SES 2+	12
3. ATM Master Plan	14
3.1 Vizija SESAR-a	14
3.2 Ciljevi Europskog ATM Master Plana	16
3.2.1 Kapacitet	16
3.2.2 Troškovna učinkovitost	17
3.2.3 Operativna učinkovitost	17
3.2.4 Utjecaj na okoliš	18
3.2.5 Sigurnost	18
3.2.6 Zaštita	18
3.3. Bitne operativne promjene	19
3.3.1 CNS infrastruktura i usluge	19
3.3.2 ATM povezana mreža	20
3.3.3 Digitalne AIM i MET usluge	21
3.3.4 U-space usluge	21
3.3.5 Virtualizacija pružanja usluga	22
3.3.6 Performanse zračnih luka i prostora TMA	23
3.3.7 Potpuno dinamičan i optimiziran zračni prostor	24
3.3.8 Operacija bazirane na putanji leta	25
3.3.9 Multimodalna mobilnost i integracija svih korisnika zračnog prostora	25

4. e-ATM portal	27
4.1 Razina 1 Izvršni pregled	27
4.1.1 Performanse	28
4.1.2 Operativni koncept	28
4.1.3 Tehnologija	28
4.1.4 Planiranje	29
4.1.5 Nadzor stanja implementacije	29
4.1.6 Standardi i regulativa.....	30
4.2 Razina 2 Pregled planiranja i arhitekture	30
4.2.1 Performanse	30
4.2.2 Operativni koncept	31
4.2.3 Usluge.....	31
4.2.4 Tehnologija	32
4.2.5 Planiranje	32
4.2.6 Standardi i regulativa.....	33
4.3 Razina 3 Pregled implementacija	33
4.3.1 Planiranje	33
4.3.2 Praćenje	33
5. Izvlačenje podataka o implementaciji bitnih operativnih promjena	35
5.1 Implementacijski ciljevi	36
5.2 Pregled po državama	37
5.3 Karta lokalne implementacije	38
5.4 Karta implementacije U-space usluga.....	39
6. Usporedba i analiza	40
7. Zaključak	44
Literatura	46
Popis slika	49

1. Uvod

Zračni promet Europe od 2004. godine doživljava niz promjena u sustavu upravljanja zračnim prometom kako bi se poboljšala sigurnost i učinkovitost istog. Kraj 20. stoljeća u pogledu Europskog zračnog prometa obilježen je sa velikim porastom broja letova. Kako je Europski zračni prostor jedan od najprometnijih zračnih prostora u cijelom svijetu, ovakav porast rezultirao je prenapučenošću i ostalim neučinkovitostima poput kašnjenja i velikih gubitaka zračnih prijevoznika. Pored toga, rascjepkanost europskog zračnog prostora zbog suvereniteta svake pojedine države generira neučinkovitosti. Ove neučinkovitosti su posljedica toga što svaka država ima svog pružatelja usluga koji ima svoje operativne zahtjeve i ograničenja. Ovakav sustav i princip rada smanjuje kapacitet zračnog prostora što posljedično dovodi do povećanja operativnih troškova, dužih putanja leta pri čemu se povećava emisija štetnih plinova te iznad svega potencijalno se utječe na samu sigurnost operacije leta.

Kako bi se dokinuli gore navedeni problemi, Europska komisija donijela je inicijativu “Jedinstveno europsko nebo”. Inicijativa sadrži određene mjere kako bi se riješili navedeni problemi ponajviše u području reorganizacije Europskog zračnog prostora te reorganizaciji načina i procedura pri pružanju usluga u zračnoj plovidbi. Implementacije mjera utjecat će na povećanje kapaciteta Europskog zračnog prostora, smanjenje utjecaja na okoliš, smanjenje operativnih troškova te ,kao najveći prioritet, povećanje sigurnosti. Za implementaciju ove inicijative potreban je cijeli niz tehnoloških rješenja koja će omogućiti ostvarenje krajnjeg cilja odnosno održiv i učinkovit Europski zračni prostor. Cilj ovog rada je opisati legislativni okvir inicijative te novitete koje on donosi. Također, u radu je opisan Europski ATM Master plan sa smjernicama i vizijom razvoja kao i bitne operativne promjene koje on donosi. e-ATM portal koji pruža informacije o cijelom sadržaju ATM Master plana je opisan prema skupovima i prikazu informacija. Rad je podijeljen u 6 cjelina:

- 1. Uvod
- 2. Jedinstveno Europsko nebo i SESAR
- 3. ATM Master plan
- 4. e-ATM portal
- 5. Izvlačenje podatka o implementaciji bitnih operativnih promjena
- 6. Usporedba i analiza
- 7. Zaključak

Druga cjelina sadrži regulatorni opis inicijative “Jedinstveno europsko nebo” te opis SESAR-a kao tehnološkog stupa Jedinstvenog europskog neba.

Treća cjelina odnosi se na ATM Master plan odnosno identificirane su smjernice i vizija razvoja Europskog zrakoplovstva u budućnosti. Također, ukratko su opisane bitne operativne promjene.

U četvrtoj cjelini opisan je cijeli e-ATM portal odnosno identificirani i opisani su skupovi podataka koji se u njemu nalaze te njihov prikaz.

Peta cjelina odnosi se na način na koji se podatci o planu i stanju implementacije bitnih operativnih promjena izvlače s e-ATM portala te na koji način se prikazuju i mogu koristiti u daljnjim radovima.

Šesta cjelina uspoređuje i analizira jedan od implementacijskih ciljeva navedenih na e-ATM portalu. Podatci korišteni su izvučeni s e-ATM portala na način koji je opisan u petoj cjelini.

2. Jedinstveno europsko nebo i SESAR

Stanje europskog zračnog prostora 80-ih i 90-ih godina prošlog stoljeća zahtijevalo je bitne promjene u sustavu zbog problema prezagušenosti europskog zračnog prostora i povećanje prometne potražnje odnosno povećanje broja letova u Europi. Rezultat takvog stanja bilo je povećanje vremena kašnjenja, financijskih gubitaka te ostalih negativnih učinaka. Podatci iz 1999. pokazuju da jedan od tri leta nije stigao na odredište na vrijeme s prosječnim vremenom kašnjenja 20 minuta [1]. Ovakvo stanje potaknulo je 1999. Europsku komisiju o donošenju inicijative “Jedinstveno europsko nebo” (engl. *Single European Sky – SES*), te je Europska komisija donijela zaključak da će rješavanje problema zagušenosti zračnog prostora zahtijevati mjere koje će riješiti navedene probleme u godinama što dolaze [2].

Jedan od problema europskog zračnog prostora je fragmentiranost odnosno rascjepkanost. Razlog fragmentiranosti zračnog prostora je taj što svaka država ima svog pružatelja usluga koji ima nadležnost samo nad zračnim prostorom svoje države odnosno ograničen je zbog suvereniteta ostalih država nad svojim zračnim prostorom. Jedan od ciljeva inicijative Jedinstveno europsko nebo je smanjiti tu fragmentiranost, postepeno, čime bi se osiguralo smanjenje kašnjenja i smanjenje financijskih troškova te još povećanje ukupnog standarda sigurnosti i operativne učinkovitosti [3]. Glavne ciljeve inicijative SES, koje je postavila Europska komisija, moguće je vidjeti na slici 1.



Slika 1. Glavni ciljevi SES-a

Izvor: [4]

2.1 Prvi regulatorni paket SES-a

2004. godine prihvaćen je prvi regulatorni paket mjera od strane Vijeća europske i Europskog parlamenta te iste te godine je započela implementacija SES-a. Paket je sadržavao 4 uredbe koje su se odnosile na poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti europskog zračnog prostora [5].

Uredbe iz prvog regulatornog paketa SES-a su [5]:

- Uredba (EZ) br. 549/2004 o utvrđivanju okvira za stvaranje jedinstvenog europskog neba,
- Uredba (EZ) br. 550/2004 o pružanju usluga u zračnoj plovidbi u jedinstvenom europskom nebu,
- Uredba (EZ) br. 551/2004 o organizaciji i upotrebi zračnog prostora u jedinstvenom europskom nebu,
- Uredba (EZ) br. 552/2004 o interoperabilnosti Europske mreže za upravljanje zračnim prometom.

2.1.1 Uredba (EZ) br. 549/2004

Uredba 549/2004 postavlja okvir za stvaranje Jedinstvenog europskog neba odnosno donosi osnovne odredbe za stvaranje SES-a te se sastoji od 14 članaka. Ova uredba je obvezujuća u cijelosti te se primjenjuje na sve članice [6].

S ciljem postizanja povećanja sigurnosnih standarada, povećanja učinkovitosti europskog zračnog prometa, smanjenja kašnjenja te optimalnog korištenja kapaciteta zračnog prostora javila se potreba za stvaranjem pravnog okvira SES-a a, to se postiglo uredbom 549/2004. Također, iz ove uredbe proizašle su 3 dodatne uredbe koje su opisane u daljnjem tekstu [6].

Ovom uredbom date su ovlasti državi članici da imenuje ili uspostavi jednu ili više institucija koje služe kao nacionalno nadzorno tijelo. Jedna od osobina nacionalnih nadzornih tijela je njihova neovisnost o pružatelju usluga koja se postiže različitim razdvajanjem od pružatelja usluga. Također, jedna od zadaća država članica je da osiguraju da se aktivnosti i rad nacionalnog nadzornog tijela provode objektivno i transparentno [6].

Kako bi se razmotrili svi interesi korisnika zračnog prostora, Uredba propisuje kreiranje Odbora za jedinstveno nebo koji pomaže Europskoj komisiji. Odbor se sastoji od po 2 člana iz svake države članice. Uredbom se također propisuje da Europska komisija treba uspostaviti savjetodavno tijelo industrije. Ovo tijelo se sastoji se od zrakoplovne industrije, pružatelja usluga, udruga korisnika zračnog prostora te predstavničkih tijela struke. Zadaća savjetodavnog tijela je davanje savjeta i naputaka Komisiji sa tehničkog stajališta [6].

EUROCONTROL-u dana su prava i ovlasti za razvoj i implementaciju provedbenih pravila kao i zadaće koje treba izvršiti unutar određenih rokova [6].

Zadnji dio ove uredbe odnosi se na sankcije, nadzor, praćenje i metode za ocjenu utjecaja te zaštitne mjere. Uredba propisuje uvođenje učinkovitih i razmjernih sankcija za kršenje ove

Uredbe. Pomoću nadzora, praćenja i metoda za ocjenu, Europska komisija dostavlja Europskom vijeću i parlamentu izvješće o provedbi aktivnosti propisanih ovom Uredbom. Kako bi se zaštitili važni interesi obrambene i sigurnosne politike države članice, Uredba ne sprječava državu članicu da poduzme mjere u svrhu zaštite istih. Posebna potreba za ovakvim mjerama očituje se pri [6]:

- nadziranju zračnog prostora koji nije u skladu sa ICAO propisima,
- ozbiljnim unutarnjim nemirima,
- izbijanju rata ili ozbiljnih međunarodnih tenzija,
- provedbi vojnih operacija i obuke,
- ispunjavanju međunarodnih obveza kako bi se očuvao mir i međunarodna sigurnost.

2.1.2 Uredba (EZ) br. 550/2004

Uredba 550/2004 odnosi se na pružanje usluga u zračnoj plovidbi u jedinstvenom europskom nebu. Donošenjem ove uredbe utvrđeni su zajednički zahtjevi za sigurno i učinkovito pružanje usluga u zračnoj plovidbi jedinstvenog europskog neba te se uredba primjenjuje na opći zračni promet (engl. *General Air Traffic* - GAT). Uredba se sastoji od 19 članaka koji su podijeljeni u 4 poglavlja [7].

Prvo poglavlje odnosi se na opće odredbe. Nacionalna nadzorna tijela moraju osigurati odgovarajući nadzor nad primjenom ove uredbe organizirajući odgovarajuće inspeksijske nadzore i preglede kako bi se osiguralo poštivanje uredbe u svrhu očuvanja sigurnog i učinkovitog rada pružatelja usluga. Također, nacionalna nadzorna tijela sklapaju ugovore o međusobnoj suradnji. Svrha tih ugovora je osiguranje nadzora i inspekcije pružatelja usluga koji ima valjanu svjedodžbu iz jedne države članice te pruža usluge zračne plovidbe unutra zračnog prostora druge države članice [7].

Drugo poglavlje odnosi se na pravila o pružanju usluga. U svrhu veće usklađenosti i sinkroniziranosti države članice postavljaju zajedničke zahtjeve u pružanju usluga u zračnoj plovidbi u svrhu povećanja kvalitete usluga, sigurnosti, financijske sposobnosti i ostalih elemenata. Nacionalna nadzorna tijela izdaju svjedodžbe pružateljima usluga u zračnoj plovidbi na temelju gore navedenih zajedničkih zahtjeva. Svjedodžbe se mogu izdavati za svaku pojedinačnu uslugu ili kao paket. U svjedodžbama, pored ovlasti, navedena su prava i obveze pružatelja usluga prema korisnicima. Također, pružatelji usluga iz jedne države članice smiju koristiti usluge drugih pružatelja usluga certificiranih u Zajednici [7].

Treće poglavlje odnosi se na sustav naknada. U ovom poglavlju opisano je da su pružatelji usluga dužni redovito podnositi izvješća o poslovanju jednom godišnje. Zadnje odnosno četvrto poglavlje odnosi se na povjerljivost i datum stupanja uredbe na snagu [7].

2.1.3 Uredba (EZ) br. 551/2004

Uredba 551/2004 odnosi se na organizaciju i upotrebu zračnog prostora u jedinstvenom europskom nebu. Cilj ove uredbe je podržati koncept defragmentiranog odnosno integriranog

operativnog zračnog prostora te uspostaviti zajedničke postupke kojima će se osigurati poboljšano korištenje i planiranje zračnog prostora u svrhu povećanja sigurnosti i učinkovitosti zračnog prometa u Europi. Uredba se sastoji od 10 članaka koji su podijeljeni u 4 poglavlja [8].

Prvo poglavlje općenito govori o uredbi i ciljevima koji su opisani u gornjem tekstu. Drugo poglavlje odnosi se na arhitekturu zračnog prostora. Razina leta 285 postavljena je kao granica između gornjeg i donjeg zračnog prostora. Također, doneseno je europsko područje letnih informacija u gornjem zračnom prostoru (engl. *European Upper Flight Information Region - EUIR*) koji je oblikovan na način da obuhvaća zračni prostor koji je pod odgovornošću država članica no može uključivati i zračni prostor trećih zemalja. Također, u ovom poglavlju opisana je promjena konfiguracije gornjeg zračnog prostora. U svrhu postizanja maksimalnih mogućnosti, maksimalne učinkovitosti te visoke razine sigurnosti gornji zračni prostor preoblikuje se u funkcionalne blokove zračnog prostora (engl. *Functional Airspace Block - FAB*). FAB-ovi omogućuju optimalno korištenje zračnog prostora pritom uzimajući u obzir tokove zračnog prometa, optimalno iskorištavanje tehničkih i ljudskih resursa, usklađenost gornjeg i donjeg zračnog prostora, neometan i fleksibilan prijenos odgovornosti za kontrolu zračnog prometa itd. Bitno je naglasiti da se FAB uspostavlja uz suglasnost svih država koje imaju odgovornost nad tim dijelom zračnog prostora ili suglasnost jedne države ako blok pokriva zračni prostor koji je u cijelosti pod odgovornošću te države. Ovo poglavlje sadrži zajednička načela i kriterije za oblikovanje ruta i sektora u svrhu osiguranja sigurnog, učinkovitog i ekološki prihvatljivog korištenja zračnog prostora [8].

Treće poglavlje odnosi se na fleksibilno korištenje zračnog prostora u jedinstvenom europskom nebu. Ovaj koncept naglašava da zračni prostor nije isključivo niti civilni niti vojni već zajednički resurs koji se fleksibilno koristi iz dana u dan. Države članice, uzimajući u obzir organizaciju vojnih potreba pod svojom odgovornošću, osiguravaju ujednačenu primjenu ovog koncepta u cilju olakšanja upravljanja zračnim prostorom i protokom zračnog prometa u SES-u. Kako bi se optimizirali i poboljšali postupci upravljanja protokom zračnog prometa te optimizirale sve raspoložive mogućnosti pri upravljanju zračnim prostorom donose se provedbena pravila. Pravila se odnose na sljedeća područja [8]:

- planiranje leta,
- korištenje raspoloživog kapaciteta zračnog prostora tijekom svih faza leta,
- korištenje zračnih ruta za opći zračni promet

Četvrto poglavlje odnosi se na revizije i stupanje na snagu.

2.1.4 Uredba (EZ) br. 552/2004

Uredba 552/2004 odnosi se na interoperabilnost Europske mreže za upravljanje zračnim prometom. Ova uredba za cilj ima postići interoperabilnost različitih sustava, sastavnih dijelova te odgovarajućih postupaka Europske mreže za upravljanje zračnim prometom (engl. *European Air Traffic Management Network – EATMN*) uz poštivanje međunarodnih pravila koja su na snazi. Uredba se sastoji od 12 članaka podijeljenih u 4 poglavlja [9].

Prvo poglavlje, kao i kod prijašnjih uredbi, govori o općim ciljevima koji su navedeni u tekstu gore. Drugo poglavlje odnosi se na bitne zahtjeve, provedbena pravila i specifikacije zajednice. Bitni zahtjevi trebaju biti ispunjeni od strane EATMN-a, njegovih sustava, sastavnih dijelova i pripadajućih postupaka. Ovi zahtjevi osiguravaju nesmetani rad, sigurnost, potporu novim operativnim konceptima, civilno-vojnu suradnju, utjecaj na okoliš itd. Kako bi se postiglo usklađeno postizanje ciljeva iznesenih ovom Uredbom donose se provedbena pravila za interoperabilnost. U njima je izneseno da svi sustavi, sastavni dijelovi i odgovarajući postupci tijekom cijelog njihovog radnog vijeka moraju biti u skladu s provedbenim pravilima. Kako bi se ispunili bitni zahtjevi za interoperabilnost definiraju se osnovni tehnički i operativni uvjeti. Ovi uvjeti predstavljeni su Specifikaciji Zajednice za različite sustave, sastavne dijelove i odgovarajuće postupke EATMN-a [9].

Treće poglavlje odnosi se na provjeru sukladnosti. Uz svaki sastavni dio mora biti priložena EZ izjava o sukladnosti ili prikladnosti za uporabu te isto vrijedi i za sustave. U slučaju da nacionalno nadzorno tijelo utvrdi da sastavni dio uz koji je priložena izjava o prikladnosti ili sustav uz koji je priložena izjava o potvrdi nije u skladu s zahtjevima i/ili provedbenim pravilima o interoperabilnosti ono podnosi mjere kako bi se ograničila uporaba ili zabranila uporaba istog [9].

Ovom uredbom EATMN-a je podijeljen na osam dijelova [9]:

- sustav i postupci za upravljanje zračnim prostorom,
- sustav i postupci za upravljanje protokom zračnog prometa,
- sustavi i postupci za pružanje usluga zračnog prometa, posebno sustavi za obradu letnih informacija, sustavi za obradu nadzornih podataka i korisnička sučelja,
- komunikacijski sustavi i postupci za komunikaciju zemlja-zemlja, zrak-zemlja i zrak-zrak,
- navigacijski sustavi i postupci,
- nadzorni sustavi i postupci,
- sustavi i postupci za usluge zrakoplovnog informiranja,
- sustavi i postupci za uporabu meteoroloških informacija.

Četvrto poglavlje sadrži revizije, prijelazne odredbe te stupanje na snagu.

2.2 Drugi regulatorni paket SES-a

Kako je već navedeno, prvi regulatorni paket SES-a donjeo je značajne promjene u povećanju sigurnosti i učinkovitosti zračnog prometa. Prema Prvom izvještaju o implementaciji SES-a zaključeno je da se sigurnost značajno ojačala, sigurnosni nadzor je odvojen od pružanja usluga te EUROCONTROL-ovi sigurnosni regulatorni zahtjevi (engl. *EUROCONTROL Safety Regulatory Requirements – ESARRs*) su pretočeni u pravo Europske Zajednice. No, prvi regulatorni paket nije pokazao željene rezultate u području ekonomskih i operativnih ciljeva. Javile su se poteškoće u korištenju FAB-ova zbog tehničkih i operativnih poteškoća no ponajviše zbog suvereniteta pojedinih država. Također, jedan od problema je bio taj što nisu dovoljno koristile alate SES-a u svrhu poboljšanja troškovne i operativne učinkovitosti u području pružanja usluga zračne plovidbe [10].

Zbog svega toga javila se potreba za drugim regulatornim paketom SES-a koji bi se bolje nosio sa zahtjevima za performanse i zahtjevima za okoliš. 2009. godine donesen je drugi regulatorni paket SES-a Uredbom (EZ) br. 1070/2009 od strane Vijeća Europe i Europskog parlamenta. Ovaj regulatorni paket donio je izmjene uredba (EZ) br. 549/2004, (EZ) br. 550/2004, (EZ) br. 551/2004 i (EZ) br. 552/2004 u svrhu poboljšanja izvedbe Europskog zrakoplovnog sustava. SES 2 je također donio niz provedbenih pravila, tehničkih normi te sigurnosnih pravila [11].

SES 2 je postavio svoje glavne ciljeve u 4 područja učinkovitosti: sigurnost, kapacitet, utjecaj na okoliš i troškovna učinkovitost. SES 2 zasniva se na okviru sastavljenom od sigurnosti (EASA), legislative (FAB, Upravitelj mreže, Plan mjerenja učinkovitosti), tehnologije (SESAR) i zračnih luka [12].

2.2.1 Mjerenje učinkovitosti

U svrhu podupiranja razvoja održivog zrakoplovnog sustava u Europi, SES 2 uvodi mjerenje učinkovitosti u 4 područja učinkovitosti kako bi se poboljšalo pružanje usluga u zračnoj plovidbi. Kako bi se mjerenje učinkovitosti izvelo u skladu sa svim pravilima i propisima Europska komisija donijela je Provedbenu uredbu (EU) br. 390/2013 koja određuje Plan mjerenja učinkovitosti. Ovom uredbom ustanovljeno je Tijelo za reviziju performansi (engl. *Performance Review Body* – PRB). Zadaća PRB-a je pomaganje u provedbi plana performansi. PRB se imenuje na određeni vremenski rok u skladu s referentnim razdobljima te zadaci PRB su:

- prikupljanje, ispitivanje, vrednovanje i pružanje podataka povezanih s performansama,
- definiranje novih ili prilagodba ključnih područja performansi, u skladu s onima utvrđenim u okviru performansi glavnog plana ATM-a,
- uspostavljanje ili revizija ciljeva performansi na razini cjelokupne Europske unije,
- praćenje, sustavno vrednovanje i revizija performansi mrežnih funkcija,
- pomaže nacionalnim nadzornima tijelima na nacionalnoj razini ili razini FAB-a u pitanjima učinkovitosti,
- vrednovanje postignutih ciljeva na kraju svakog referentnog razdoblja.

Uredbom je također određeno da na nacionalnoj razini ili razini FAB-a planovi mjerenja učinkovitosti su odgovornost nacionalnih nadzornih tijela. Također, nacionalna nadzorna tijela vrše nadzor performansi te praćenje planova i ciljeva performansi pritom obavljajući svoj posao objektivno, neovisno i transparentno [13].

U svrhu samog mjerenja učinkovitosti koriste se ključni pokazatelji učinkovitosti (engl. *Key performance indicator* – KPI) i indikatori za praćenje (engl. *Indicator for monitoring* – IM). KPI se definira kao indikator učinkovitosti koji se koristi u svrhu učinkovitosti postavljanja cilja i trebaju biti mjerljivi odnosno imati neku vrijednost. IM se definira kao pokazatelj koji se koristi u svrhu praćenja učinkovitosti, vrednovanja i mjerenja [14].

2.2.2 KPI i IM po ključnim područjima učinkovitosti

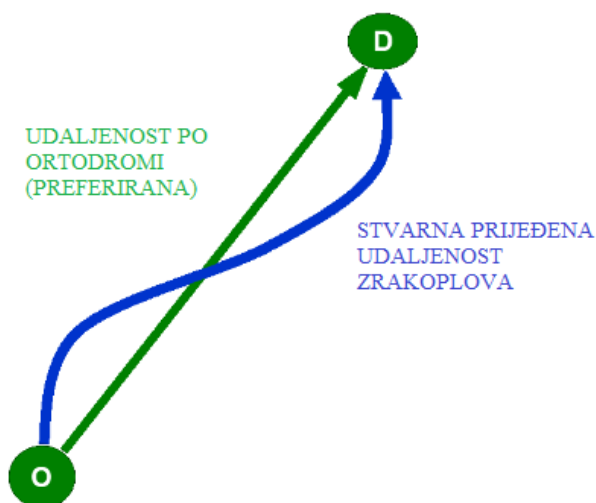
KPI-ovi na području sigurnosti mjere razinu učinkovitosti upravljanja sigurnošću u državama članicama tj. njihovim nacionalnim nadzornim tijelima i pružateljima usluga koji su certificirani za pružanje usluga.

Ovaj KPI mjeri razinu provedbe sljedećih ciljeva upravljanja [13]:

- politika i ciljevi sigurnosti,
- upravljanje sigurnosnim rizikom,
- osiguravanje sigurnosti,
- promicanje sigurnosti,
- politika sigurnosti.

IM-ovi na području sigurnosti pokazuju razinu primjene sustava za automatsko bilježenje sigurnosnih podataka, razinu izvješćivanja od strane država članica i pružatelja usluga u zračnoj plovidbi o događajima i stopu neodobrenih ulazaka na uzletno-sletnu stazu te stopu narušavanja minimalne separacijske norme [13].

Što se tiče KPI-ova na području okoliša, koristi se prosječna učinkovitost horizontalnog leta na ruti za stvarnu putanju (engl. *Horizontal Flight Efficiency* – HFE). Ovaj pokazatelj je omjer duljine rutnog dijela leta, izvan kružnice od 40 NM od aerodroma, dobivenog iz radarskih podataka i pripadajuće udaljenosti po velikoj kružnici zbrojeno za sve IFR letove koji se obavljaju unutar lokalnog zračnog prostora ili koji prolaze kroz njega [13]. Najjednostavnije rečeno, HFE je omjer stvarne udaljenosti koju prijeđe zrakoplov i najkraće moguće udaljenosti (ortodroma) između izvorišta i odredišta što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Prikaz HFE-a

Izvor: [15]

IM-ovi na području okoliša odnose se na dodatno vrijeme u fazi taksiranja pri uzlijetanju koji se definira kao razlika između stvarnog vremena taksiranja pri uzlijetanju i neometanog vremena koje se temelji na vremenima taksiranja pri uzlijetanju u razdobljima niskog prometa i dodatno vrijeme u terminalnom zračnom prostoru koji se gleda kao razlika vremena između prolaska kroz područje sekvencioniranja i mjerenja po dolascima i neometanog vremena prolaska kroz isto područje u razdoblju niskog prometa [13].

U pogledu kapaciteta, KPI-ovi mjere prosječne minute kašnjenja na ruti ATFM-a po letu i prosječne minute kašnjenja pri dolasku ATFM-a po letu. Prvi navedeni KPI izražava se kao razlika vremena između izračunatog vremena uzlijetanja koje je zatražio operator zrakoplova prema posljednjem predanom planu leta i dodijeljenog vremena uzlijetanja od strane jedinice ATFM-a. Drugi navedeni KPI izražava se kao prosjek nastalog kašnjenja pri dolasku ATFM-a za IFR letove u području pružanja aerodromskih i terminalnih usluga [13].

IM-ovi na području kapaciteta odnose se na poštovanje dodijeljenih slotova od strane ATFM-a te prosječne minute kašnjenja jedinice kontrole zračnog prometa prije uzlijetanja po letu uzrokovane ograničenjima na polijetanje na aerodromu polijetanja [13].

Utvrđeni jedinični trošak (engl. *Determined Unit Cost – DUC*) predstavlja KPI u području troškovne učinkovitosti. DUC je pokazatelj koji se izražava kao omjer utvrđenih troškova na ruti i predviđenog prometa u zoni naplate za rutne usluge. DUC se izražava u realnim vrijednostima te u nacionalnoj valuti. Također, postoji i DUC koji se računa na isti način kao i prethodno navedeni, ali ovaj se odnosi na terminalne usluge u zračnoj plovidbi [13].

2.2.3 Sigurnost (EASA)

Visoka razina sigurnosti je osnovni princip zrakoplovstva kako u cijelom svijetu tako i u Europi. Povećanjem zrakoplovne prometne potražnje u Europi te novim pravilima iznjedrenim u drugom regulatornom paketu SES-a javila se potreba za povećanjem sigurnosnih standarada u zračnom prometu. Također, zbog nejednakog primjenjivanja i poštivanja neobvezujućih sigurnosnih zračnih pravila postojale su razlike u primjeni sigurnosnih standarada država članica [12].

Već 2002. godine Europa je odlučila pronaći adekvatan odgovor na gore navedena sigurnosna pitanja osnivanjem jedinstvenog Europskog sigurnosnog entiteta Uredbom (EZ) br. 216/2008 odnosno Agencije Europske unije za sigurnost zračnog prometa (engl. *European Union Aviation Safety Agency – EASA*). 2008. godine Europska komisija predložila je povećanje ovlasti EASA-e na preostala sigurnosna područja aerodroma, ATM-a i usluga u zračnoj plovidbi (engl. *Air Navigation Services – ANS*). Uredbom (EZ) br. 1108/2009 izmjenjuje se Uredba (EZ) br. 216/2008 te se ovlasti EASA-e šire na aerodrome, ATM i ANS te se ukida direktiva 2006/23/EZ[11]. Uredba 1108/2009 odnosi se na [16]:

- aktivnosti vezane za projektiranje, proizvodnju, rad i održavanje zrakoplovnih proizvoda,
- ljudstvo koje je uključeno u aktivnosti vezane za projektiranje, proizvodnju, održavanje i rad zrakoplovnih proizvoda,

- ljudstvo i organizacije koje su uključene u upravljanje zrakoplova, projektiranje, održavanje i rad aerodroma

Uredba 1108/2009 također postavlja bitne zahtjeve za zračne luke koji se odnose na [16]:

- sveukupnu infrastrukturu, fizičke karakteristike i opremu zračne luke,
- rad i upravljanje zračnom lukom,
- okolicu zračne luke.

Bitni zahtjevi koji su postavljeni Uredbom 1108/2009 za ATM/ANS su sljedeći [16]:

- korištenje zračnog prostora
- usluge u koje spada AIS, MET, ATC, CNS, ATFM te projektiranje zračnog prostora,
- sustavi i komponente,
- osposobljavanje kontrolora zračnog prometa,
- pružatelji usluga i organizacije za osposobljavanje.

2.2.4 Tehnologija (SESAR)

Kao i kod sigurnosti, povećanjem prometne potražnje javila se potreba za novim tehnologijama koji će podupirati sve veću prometnu potražnju. Problem pred kojim se Europska zajednica našla je taj što su se koristili sustavi koji su po nekoliko desetljeća stari [17].

Kako bi se dokinulo tom problemu, 2004. godine započeo je projekt SESAR (engl. *Single European Sky ATM Research – SESAR*). Cilj SESAR-a je definirati, razviti i implementirati nove tehnologije koje će podupirati europski ATM sustav sljedećih 30 godina te je kao takav identificiran od strane Vijeća Europe 2005. godine kao jedan od tehnoloških stupova SES-a [17].

Projekt SESAR izvodi se u tri faze [17]:

- Faza definicije 2005-2008,
- Faza razvoja 2008-2013,
- Faza implementacije 2014-2020 i dalje.

Europski ATM Master plan je proizašao iz faze definicije koji predstavlja putokaz za modernizaciju europskog ATM sustava. Također u fazi definicije uspostavljene su različite tehnološke faze, prioriteti i rokovi. Faza definicije završila je 2008. godine te je te iste godine započela faza razvoja [18].

Faza razvoja započela je 2008 godine te se odnosi na razvoj novih tehnologija te sustava koji su definirani u Europskom Master planu. 2007. godine osnovano je SESAR Zajedničko poduzeće (engl. *SESAR Joint Undertaking – SESAR JU*) u svrhu upravljanja fazom razvoja [18]. U ovoj fazi proizvest će se nove generacije tehnologija i sustava koji će podupirati novi europski ATM sustav [3]. Faza razvoja završava 2013 te iste godine započinje faza implementacije.

Faza implementacije je zadnja faza u kojoj dolazi do implementacije tehnologija i sustava koje su definirane i razvijene u prethodne dvije faze. Ova faza bi trebala trajati sve dok se u

potpunosti ne implementiraju sva tehnološka rješenja koja će povećati učinkovitost europskog ATM sustava.

Kako je predviđeno da će do 2030. godine godišnji broj letova narast na 16.9 milijuna trenutačni ATM sustav je potrebno konstantno održavati i ažurirati novim tehnologijama i operativnim procedurama. Kako bi se to omogućilo, Europska komisija osnovala je program SESAR 2020. Cilj ovog programa je demonstracija održivosti tehnoloških i operativnih rješenja koja su već razvijena i implementirana. Pored toga SESAR 2020 bavi se istraživanjima u područjima integriranih zrakoplovnih operacija, povećanje kapaciteta na aerodromima, napredno upravljanje zračnim prostorom te optimiziranje učinkovitosti europske mreže. Benefiti koji se očekuju od programa SESAR su doprinos bržem ostvarivanju visokih ciljeva SES-a [19].

2.2.5 Zračne luke

Zračne luke čine jednu od vitalnih komponenti zrakoplovstva. Uočeno je da rastom prometne potražnje raste i broj operacija na zračnim lukama. Samim rastom broja operacija na zračnim lukama one postaju zagušene. Prema procjenama do 2025. Godine 60 europskih zračnih luka biti će prezagušeno dok 20 zračnih luka će biti prezasićeno od 8 do 10 sati dnevno. Ovakvo stanje generirat će dodatna neželjena kašnjenja koja će ostaviti neželjene posljedice na europsko zrakoplovstvo [20].

Trenutačnim trendom povećanja prometne potražnje uočeno je da ukoliko ne dođe do nekih značajnih promjena u kapacitetu i infrastrukturi zračne luke postojat će sve veći jaz između prometne potražnje i kapaciteta zračne luke. Kako je kapacitet zračne luke ujedno funkcija i kapaciteta uzletno-sletne staze, maksimalni broj operacija u jednom satu, i zemaljske infrastrukture, broj stajanki, terminala itd. U svrhu suočavanja s gore navedenim problemima Europska komisija razvila je sljedećih pet radnji [20]:

- bolje korištenje trenutačno raspoloživog kapaciteta,
- dosljedan pristup sigurnosnim radnjama zračne luke,
- promoviranje intermodalnosti odnosno bolje povezanosti zračne luke s ostalim granama prometa,
- povećanje kapaciteta zračne luke te planiranje nove infrastrukture,
- razvoj i implementacija novih tehnologija.

2.3 SES 2+

SES 2+ predstavlja ažuriranu verziju drugog regulatornog paketa SES-a. Potreba za ažuriranjem javila se iz razloga što je došlo do preklapanja u legislativi odnosno neke odredbe su se našle u nekoliko različitih dokumenata[21]. Također, ažuriranje drugog regulatornog paketa SES-a za cilj ima ubrzati implementaciju SES-a te otići korak dalje s primjenom ekonomskih regulacija s poboljšanjem u području neovisnog nadzora. SES 2+ utemeljen je na prethodna dva regulatorna paketa odnosno SES i SES II [22].

Ova nadopuna drugog regulatornog paketa SES-a usmjerena je na sedam sljedećih područja [21]:

- veća neovisnost nacionalnih nadzornih tijela,
- usredotočenost na korisnike,
- uvođenje pravila javne nabave u vidu pružatelja usluga,
- shema performansi i PRB,
- upravitelj mreže,
- EASA, EUROCONTROL i ostale institucije.

3. ATM Master Plan

Kako je već navedeno u tekstu, potrebno je unaprijediti europski ATM sustav novim tehnologijama i sustavima. U tu svrhu u drugom regulatornom paketu SES-a pokrenut je program SESAR kako bi definirao, razvio i implementirao nove tehnologije i sustave koji će poboljšati učinkovitost europskog ATM sustava. Iz SESAR-ove faze definicije proizašao je Europski ATM Master Plan. Europski ATM Master Plan dogovoreni je putokaz i alat za planiranje modernizacije europskog ATM sustava. U njemu su izneseni prioriteti i smjernice razvoja i primjene kako bi se postigli visoki ciljevi postavljeni SES-om [23].

Europski ATM Master Plan konstantno je ažuriran kroz snažnu zajedničku suradnju svih sudionika te do sada postoje 4 izdanja. Prvo izdanje ATM Master Plana je iz 2008. godine a, odobreno je 2009. godine te je postavilo temelje za razvoj i implementaciju SESAR-ovih aktivnosti. Drugo izdanje ATM Master Plana je iz 2012. godine te su u ovom izdanju identificirane bitne operativne promjene koje su ključne za implementaciju novog SESAR-ovog koncepta do 2030. godine. Treće izdanje ATM Master Plana je iz 2015. godine koje zblizava učinkovitost i tehnologiju te postavlja novi vremenski okvir do 2035. godine [24]. Posljednje izdanje ATM Master Plana je iz 2020. godine čiji je cilj postići visokoučinkovito europsko zrakoplovstvo do 2035. godine te također isporučiti SESAR rješenja i digitalno europsko nebo do 2040. godine [23].

Europski ATM Master Plan podijeljen je u sljedeće 3 razine [23]:

- Razina 1 odnosno Izvršni pregled,
- Razina 2 odnosno Pregled planiranja i arhitekture,
- Razina 3 odnosno Pregled implementacija.

Ovakva podjela omogućava sudionicima Master plana pristup informacijama na razini detalja koji su značajni za njihovo područje interesa. Razina 1 omogućava pristup sudionicima općim informacijama odnosno pristup informacijama o viziji SESAR-a, ambicijama u pogledu performansi, bitnim operativnim promjenama, planu implementacije, benefitima, potencijalnim rizicima i načinima ublažavanja tih rizika. Razine 2 i 3 pružaju detaljniji pogled na operativne promjene i s njima povezane aktivnosti te samim time više su orijentirane prema stručnjacima unutar skupine svih sudionika [23].

3.1 Vizija SESAR-a

Kako je već spomenuto, trenutačni europski ATM sustav neće moći podnijeti sve veću prometnu potražnju i izazove u zračnom prostoru Europe. Iz tog razloga SESAR ima viziju isporuke potpuno fleksibilnog sustava upravljanja zračnim prometom. Vizija se zasniva na operacijama baziranim na putanji zrakoplova što omogućuje let zrakoplova po preferiranim putanjama. Takav pristup pruža prijevoz putnika i dobara do svojih odredišta na vrijeme pritom maksimizirajući troškovnu učinkovitost. Kako bi se postigli gore navedeni benefiti, potrebna je digitalna transformacija postojećeg sustava koja se postiže povećanjem razine automatizacije i povezanosti [23].

Automatizacija, kao jedan od ključnih elemenata ATM Master Plana, predstavlja zamjenu ljudskog rada, učinka i djela s automatiziranim sustavom ili procedurom [25]. Automatizacija se dijeli na 6 razina. Kod prve 3 razine radnju mora pokrenuti ljudski operator dok kod posljednjih 3 radnji se može pokrenuti automatski [23].

6 razina automatizacije su sljedeće [23]:

- Razina 0 - pomoć pri prikupljanju, razmjeni i analizi informacija,
- Razina 1 - pomoć pri prikupljanju, razmjeni i analizi informacija te odabiru radnje za neke zadaće i funkcije,
- Razina 2 - pomoć pri prikupljanju, razmjeni i analizi informacija te odabiru radnje za povećani broj zadaća i funkcija povećavajući učinkovitost,
- Razina 3 – automatizacija može samostalno započeti radnje za neke zadaće i funkcije,
- Razina 4 – automatizacija može samostalno započeti radnje za većinu zadaća i funkcija,
- Razina 5 – automatizacija odrađuje sve zadaće i funkcije samostalno odnosno nema potrebe za ljudskim operatorom.

Ova SESAR-ova vizija biti će dostavljena u sljedeće četiri progresivne faze [23]:

- Faza A - suočavanje s poznatim kritičnim performansama sustava pomoću SESAR-ovih rješenja,
- Faza B - učinkovitije usluge i nova infrastruktura,
- Faza C – defragmentacija europskog zračnog prostora kroz virtualizaciju,
- Faza D – digitalno europsko nebo.

Faza A usmjerena je prema dijeljenju informacija i podataka kroz sustav SWIM (engl. *System-wide information management*) [23]. SWIM omogućava razmjenu i dijeljenje informacija i podataka povezanih sa ATM-om između kvalificiranih strana kroz interoperabilne usluge [26]. Također u ovoj fazi zajednički su se poduzele i implementirale određene mjere u svrhu zaštite ATM sustava i infrastrukture od cyber napada. Sa gore navedenim radnjama omogućilo se bolje dijeljenje i razmjena informacija i podataka između država ali, također i između sudionika ATM-a kao što su upravitelj mreže, zračni prijevoznici, zračne luke i vojska [23].

Faza B usmjerena je prema učinkovitijim uslugama i novoj infrastrukturi. U ovoj fazi razvijaju se otvoreni standardi za ATM sustav što će dovesti do veće povezanosti u operacijama i uslugama sudionika ATM-a. Ovakav pristup omogućit će bolju organizaciju i optimizaciju ATM potpornih usluga. Rezultat tog pristupa omogućit će prijelaz sa fizičke infrastrukture na virtualnu infrastrukturu koja je okarakterizirana većom razinom automatizacije i većom razinom razmjene podataka [23].

Faza C usmjerena je prema defragmentaciji europskog zračnog prostora. U ovoj fazi predviđa se integracija veće razine automatizacije i povezanosti što posljedično povećava produktivnost i dijeljenje podataka i informacija između sudionika. Također, zajedničko planiranje i donošenje odluka omogućit će upravljanje i optimiziranje letova u cjelini za razliku od trenutnog načina odnosno po segmentima putanje. Novim zemaljskim i zračnim sposobnostima biti će omogućeno upravljanje većim brojem operacija bespilotnih letjelica te će se operacijama bespilotnih letjelica upravljati kao rutinskim operacijama iako nisu u cjelini integrirane u ATM sustav [23].

Faza D predstavlja viziju SESAR-a odnosno digitalno europsko nebo. Do ove faze želi se postići integracija ATM-a i zrakoplovstva u jedan zajednički digitalni ekosustav koji je okarakteriziran visokom razinom povezanosti. Do aktivacije ove razine, ATM sustav će imati visoku razinu automatizacije sa minimalno razinom 4. Predviđenim rastom kompleksnosti zračnog prometa, umjetna inteligencija igrat će veliku ulogu u pružanju pomoći pilotima i kontrolorima leta u smanjenju radnog opterećenja. Poboljšanjem prognostičkih i analitičkih sposobnosti povezanih s prometnom potražnjom smanjit će se potencijalna uska grla te će kašnjenja biti svedena na minimum [23].

3.2 Ciljevi Europskog ATM Master Plana

SESAR, kao tehnološki stup SES-a, izravno doprinosi visokim ciljevima za zrakoplovstvo postavljenim u SES-u kroz isporuku i implementaciju svojih rješenja. Doprinos rješenja ključnim područjima učinkovitosti uvelike je ovisan o provedbi SESAR-ovih istraživačkih i razvojnih aktivnosti. Također, rezultate istraživačkih i razvojnih aktivnosti treba validirati u području primjene zbog različitih lokalnih okolnosti te raspoloživih kapaciteta da se te promjene uvedu u operativu [23].

Ciljevi izneseni u ATM Master Planu odnose se na sljedećih 6 područja [23]:

- kapacitet,
- troškovna učinkovitost,
- operativna učinkovitost,
- utjecaj na okoliš,
- sigurnost,
- zaštita.

3.2.1 Kapacitet

Jedan od smjerova razvoja europskog upravljanja zračnim prometom je kapacitet. Povećanje kapacitet, odnosi se na povećanje kapacitet na ruti i povećanje kapaciteta na zračnim lukama, omogućit će akomodaciju povećane prometne potražnje. Prema *Statfor's Challenges of growth* izvještaju 1.5 milijuna letova će stvarati kašnjenja odnosno 470000 putnika dnevno će kasniti za 1-2 sata. Uzimajući u obzir ove podatke, cilj je riješiti probleme poput sloma kapaciteta, smanjenja broja letova koji uzrokuju kašnjenja odnosno nezbrinutih letova te povećanje propusnosti cijele europske mreže kako bi se akomodirala povećana prometna potražnja. Mogućnost rasta europskog sustava ATM-a omogućit će smanjenje kašnjenja od strane usluge upravljanja protokom zračnog prometa (engl. *Air traffic flow management – ATFM*) te povećanje potencijala za korištenje ruta sa većom učinkovitošću na potrošnju goriva. Naravno, ovi ciljevi neće se postići sami od sebe već kroz razna SESAR-ova rješenja koja su razvijena ili su u fazi razvoja [23].

U području kašnjenja za zrakoplove u odlasku kašnjenje je iznosilo 9.5 min. SESAR-ova ambicija je smanjiti to kašnjenje na 6.5-8.5 minuta do 2035. godine što je apsolutno poboljšanje od 1-3 minute odnosno relativno poboljšanje od 10-30% [23].

2012. godine najprometnije zračne luke u Europi zbrojeno su odradile 4 milijuna IFR kretnji. Ambicija SESAR-a je povećati taj kapacitet na 4.2 - 4.4 milijuna IFR kretnji do 2035. godine. To je apsolutno poboljšanje kapaciteta od 0.2 do 0.4 milijuna IFR kretnji odnosno relativno poboljšanje od 5-10% [23].

Propusnost mreže za IFR letove 2012. godine iznosila je 9.7 milijuna letova odnosno 15.2 milijuna IFR sati leta. SESAR-ova ambicija je do 2035. godine povećati propusnost mreže na 15.7 milijuna IFR letova odnosno 26.7 milijuna IFR sati leta. U pogledu propusnosti mreže za IFR letove to je apsolutno poboljšanje od 6 milijuna IFR letova odnosno relativno poboljšanje od 60% [23].

3.2.2 Troškovna učinkovitost

Kako je navedeno među glavnim ciljevima SES-a potrebno je smanjiti troškove ATM-a za 50%. U tu svrhu SESAR pruža cijeli lepezu rješenja koja će povećati troškovnu učinkovitost te povećati produktivnost pružatelja usluga. 2012. godine ukupan trošak usluga za ECAC (engl. *European Civil Aviation Conference* – ECAC) područje iznosio je 9.28 milijardi eura za 9.71 milijuna letova odnosno trošak usluga za jedan let iznosio se 960 eura. SESAR-ova ambicija je do 2035. godine smanjiti trošak po letu za 290-380 eura po letu odnosno smanjenje od 30-40%. Ciljna vrijednost je smanjiti troškove po letu na iznos od 580-670 eura po letu. Ove vrijednosti postići će se kroz SESAR-ova rješenja te samo ostvarivanje ovih ciljeva ovisi o tome kako se SESAR-ova rješenja razvijaju i implementiraju u odnosu na povećanje prometne potražnje [23].

3.2.3 Operativna učinkovitost

Pored direktnih benefita koje donosi poboljšanje troškovne učinkovitosti, postoje također i posljedični benefiti na koje će ovo poboljšanje utjecati. SESAR svojim pristup indirektno poboljšava ekonomske faktore u pogledu operacija leta kroz smanjenje i bolje upravljanje kašnjenjem pri odlasku te učinkovitijim rutama. Također, na ovaj način utječe se na smanjenje potrošnje goriva, smanjenje dodatnog vremena leta te povećanje predvidljivosti [23].

Gorivo, koje se troši u svim fazama leta od vožnje po aerodromskim površinama, polijetanja, tijekom leta, slijetanja te ponovne vožnje po aerodromskim površinama nakon slijetanja, čini oko 30% operativnog troška zračnog prijevoznika [23]. SESAR-ov cilj je do 2035. godine smanjiti potrošnju goriva za 250 do 500 kg po letu što je 5 do 10% smanjenja u odnosu na brojke iz 2012. godine kada je prosječno potrošeno 5280 kg goriva po letu. No, ova ambicija je dosta izazovna za postići zbog prognoza vezanih za promjene kompozicija flote i prometnih pravaca. Jedan od primjera toga je povećanje maksimalne mase uzlijetanja te povećanje prosječne udaljenosti. U periodu od 2012. do 2018. godine maksimalna masa uzlijetanja za

ECAC područje povećala se sa 77 tona na 86 tona što je povećanje od 12% te se prosječna prijeđena udaljenost povećala sa 1120 km na 1210 km što je povećanje od 8%. Ova povećanja uzrokovala su da se prosječna potrošnja goriva po letu povećala sa 5280 kg na 5790 kg odnosno povećanje od 17% [23].

Gledajući kroz povijest i prognoziranu budućnost prosječna udaljenost između parova gradova se povećala te ambicija SESAR-a nije smanjiti prosječno vrijeme leta što se može vidjeti iz prognoziranog povećanja prosječnog vremena leta sa 111 minuta u 2012. godini na 116 minuta u 2035. Godini. SESAR-ov cilj je smanjiti dodatno vrijeme leta sa 8.2 minute u 2012. godini na 3.7-4.1 minutu u 2035. godini što je smanjenje od 50 do 55%. Ovo smanjenje primarno će se postići kroz smanjenje vremena vožnje po aerodromskim površinama te smanjenje vremena leta. Doprinosa smanjenju dodatnog vremena leta prilikom rutne faze najviše će ovisiti o uspješnoj implementaciji SESAR-ove vizije [23].

Kroz povećane sposobnosti predviđanja dolaznih letova smanjiti će se kašnjenje pri polasku aviona s zračne luke [23].

3.2.4 Utjecaj na okoliš

Smanjenje negativnog utjecaja na okoliš očituje se kroz smanjenje emisije CO₂ i smanjenje buke na zračnim lukama. Smanjenje emisije CO₂ izravno je povezano sa smanjenjem potrošnje goriva jer je CO₂ produkt izgaranja goriva te samim smanjenjem potrošnje odnosno izgaranja goriva smanjuje se emisija CO₂. Ambicija je smanjiti emisiju CO₂ sa 16.6 tona po letu na 15-15.8 tona po letu odnosno poboljšanje u smanjenju emisije za 5-10%. U odnosu na emisiju CO₂ koja je globalni problem, buka je problem koji se treba riješiti lokalno zbog različitih prometnih potražnja na svakoj zračnoj luci te same okolne geografije i naseljenosti oko svake zračne luke pojedinačno [23].

3.2.5 Sigurnost

Kako je već navedeno u prijašnjem tekstu, sigurnost je jedan o četiri visoka cilja SES-a te jedan od četiri ključna pokazatelja učinkovitosti. SESAR-ova ambicija je održavati postojeće standarde sigurnosti te ih povećati bez obzira na povećanje prometne potražnje. Cilj je osigurati da se broj nesreća povezan sa pružanjem usluga ATM-a svede na nulu odnosno da nema zrakoplovnih nesreća povezanih sa pružanjem usluga ATM-a što je poboljšanje od 100% [23].

3.2.6 Zaštita

Zračni prostor i ATM sustavi, posebno kontrola zračne plovidbe i CNS infrastruktura i zračne luke, kao i ATM podaci i informacije moraju biti prikladno zaštićeni od sigurnosnih prijetnji. U tu svrhu upravljanje sigurnosnim prijetnjama za cilj ima podupirati ATM zajednicu koja zahtjeva siguran, zaštićen, učinkovit i brz pristup sustavu i informacijama. Sustav ATM zahtjeva zaštitu kroz sigurnosne kontrole, mjere povećanja otpornosti te pružanje asistencije i

informacija u slučaju cyber napada. U pogledu cyber zaštite cilj je do 2035. godine postići sustav koji je u potpunosti otporan na ovakve vrste incidenata [23].

3.3. Bitne operativne promjene

Bitne operativne promjene predstavljaju 9 bitnih strukturalnih evolucija europskog ATM-a. Važnost ovih promjena očituje se u SESAR-ovoj viziji sve do i uključujući fazu C odnosno ove promjene omogućit će defragmentaciju europskog zračnog prostora kroz virtualizaciju te ostvarenje cilja SES-a u stvaranju održivog i učinkovitog europskog zrakoplovstva [23].

Bitne operativne promjene očituju se u sljedećih 9 područja [23]:

- CNS infrastruktura i usluge,
- ATM povezana mreža,
- digitalne AIM i MET usluge,
- U-space usluge,
- virtualizacija pružanja usluga,
- performanse zračnih luka i prostora TMA,
- potpuno dinamičan i optimiziran zračni prostor,
- operacije bazirane na putanjama leta,
- multimodalna mobilnost i integracija svih korisnika zračnog prostora.

3.3.1 CNS infrastruktura i usluge

Nacionalno vlasništvo nad CNS infrastrukturom kao i potreba za podrškom raznovrsno opremljenih korisnika zračnog prostora dovela je do neučinkovite raspodjele opreme u pogledu odnosa između potrebe za performansama i zračnog prometa. Stoga glavni izazov je optimizirati infrastrukturu racionalizirajući je kako na zemlji tako i u zraku. Nove tehnologije poduprte satelitima omogućit će Europi smanjenje godišnjeg operativnog troška kao i potrebe za daljnjim ulaganjem u CNS infrastrukturu te istovremene povećati učinkovitost. Samim razvojem ATM-a kroz virtualizaciju i nove koncepte omogućit će da se arhitektura cijelog sustava bazira na uslugama odnosno pružatelji CNS usluga i ANSP-ovi mogu biti dva različita entiteta. Odvajanjem pružanja usluga CNS-a od ATS-a i ATM-a pružit će europskom ATM sustavu veću fleksibilnost i otpornost. Također ova operativna promjena uvodu pristup baziran na performansama. Za razliku od trenutnog pristupa koji se bazira na sustavima i tehnologiji odnosno gdje su određeni sustavi i tehnologija propisani, pristup baziran na performansama propisuje određene performanse koje se moraju ispuniti unutar nekog okruženja [23].

Okosnica buduće infrastrukture integriranog CNS-a sačinjavati će se od nove Paneuropske mrežne usluge, globalnog satelitskog navigacijskog sustava i ADS-B-a (engl. *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast – ADS-B*). Pored nove tehnologije zadržat će se stariji sustavi poput DME-a(engl. *Distance Measuring Equipment – DME*) te ILS-a(engl. *Instrument*

Landing System – ILS) koji će biti racionalizirani kako bi pružali podršku i služili kao pomoćni sustavi [23].

SESAR-ova rješenja koja su u fazi implementacije a pomažu pri racionalizaciji CNS-a su [23]:

- ATS podatkovna veza preko satelitske komunikacije,
- nadzor pomoću ADS-B-a,
- odašiljač prilaznog pravca sa vertikalnim navođenjem,
- precizni prilazni koristeći GBAS (engl. *Ground base augmentation system* - GBAS).

Područja SESAR-ih razvojnih aktivnosti vezanih za evoluciju CNS usluga su [23]:

- integrirani CNS,
- usluge buduće komunikacijske infrastrukture okrenute pružanju digitalnih komunikacijskih usluga,
- zemaljska podatkovna veza buduće komunikacijske infrastrukture te A-PNT (engl. *Assured Positioning, Navigation and Timing* – A-PNT),
- buduća satelitska podatkovna veza klase performansi A.

3.3.2 ATM povezana mreža

Današnji europski ATM sustav nije standardiziran odnosno postoji veliki broj aplikacija unutar europskog ATM sustava koje su razvijene kroz vrijeme za specifičnu ulogu te se one održavaju na lokalnoj razini. Kako te aplikacije iziskuju određeni trošak održavanja te pritom ne daju optimalne performanse postoji jaka želja za standardiziranjem sučelja europskog ATM sustava. Kroz implementaciju mreže za zajedničko planiranje i donošenje odluka ATM povezana mreža omogućuje implementaciju operacija koje se baziraju na letovima i protoku prometa. Poboljšanjem upravitelja mreže odnosno ATFCM-a (engl. *Air Traffic Flow and Capacity Management* – ATFCM) i ASM-a (engl. *Airspace management* – ASM) omogućit će zajedničku mrežnu situacijsku svjesnost te napredne alate za balansiranje kapaciteta i prometne potražnje [23].

Zajedničko donošenje odluka unutar ATM-a omogućit će svim sudionicima sudjelovanjem u procesu donošenja odluka. Ovakav pristup omogućuje korisnicima pregovaranje određenih pojedinosti te sklapanje dogovora koji neće beneficirati samo jednoj strani već svim sudionicima te tako pridonositi većoj učinkovitosti cijele mreže [23].

U svrhu podupiranja ove operativne promjene SESAR je implementirao sljedeća rješenja [23]:

- inicijalni SWIM,
- izračunato vrijeme polijetanja kako bi se odredio TTA (engl. *Target time of arrival* – TTA) za ATFCM svrhe,
- zajednički portal mrežnih operacija,
- automatizirana podrška za procjenu kompleksnosti,
- napredne STAM (engl. *short-term ATFCM measures* – STAM) mjere.

Područja SESAR-ih razvojnih aktivnosti vezanih za ATM povezanu mrežu su [23]:

- dijeljenje kritičnih sigurnosnih informacija,
- napredno mrežno predviđanje prometa,
- optimiziranje mreže za više ATFCM mjera baziranih na vremenu,
- zajedničko mrežno upravljanje performansama,
- zajedničko digitalno upravljanje performansama zračnih luka,
- napredno zajedničko planiranje performansa zračne luke te nadziranje,
- zajednički okvir za upravljanje kašnjenjima pri dolasku,
- bolje zemaljsko dijeljenje informacija o vojnim aktivnostima,
- digitalno integrirano upravljanje mrežom te planiranje kontrole zračne plovidbe.

3.3.3 Digitalne AIM i MET usluge

Potpuni prelazak na operacije bazirane na putanji zrakoplova uvelike ovisi o dijeljenju relevantnih podataka i informacija o okruženju u kojem letovi operiraju. Ovo podrazumijeva dijeljenje aeronautičkih i meteoroloških informacija između svih sudionika koji su uključeni u operacije letova. Zbog zahtjeva za dinamičkim korištenjem zračnog prostora i ostalih ATM resursa u cilju osiguranja optimalnih performansi, mrežni pristup aeronautičkim i meteorološkim informacijama relevantnim za operacije letova morat će biti dostupan svugdje sa malim kašnjenjem u dobivanju informacija [23].

Kako bi se osiguralo dijeljenje gore navedenih informacija pritom poštujući kriterije dostupnosti, brzine, malog kašnjenja te optimalnih performansi, AIM (engl. *Aeronautical information management* – AIM) i MET (engl. *Meteorological information management* – MET) usluge će se digitalizirati. Digitalizacija omogućuje implementaciju usluga koje pružaju statičke i dinamičke aeronautičke i meteorološke informacije u digitalnom formatu koje će istovremeno moći koristiti ATM sustavi i ljudski operatori. Izlazni skupovi podataka o aeronautičkim i meteorološkim informacijama biti će u formatu koji je kompatibilan sa SWIM sustavom [23].

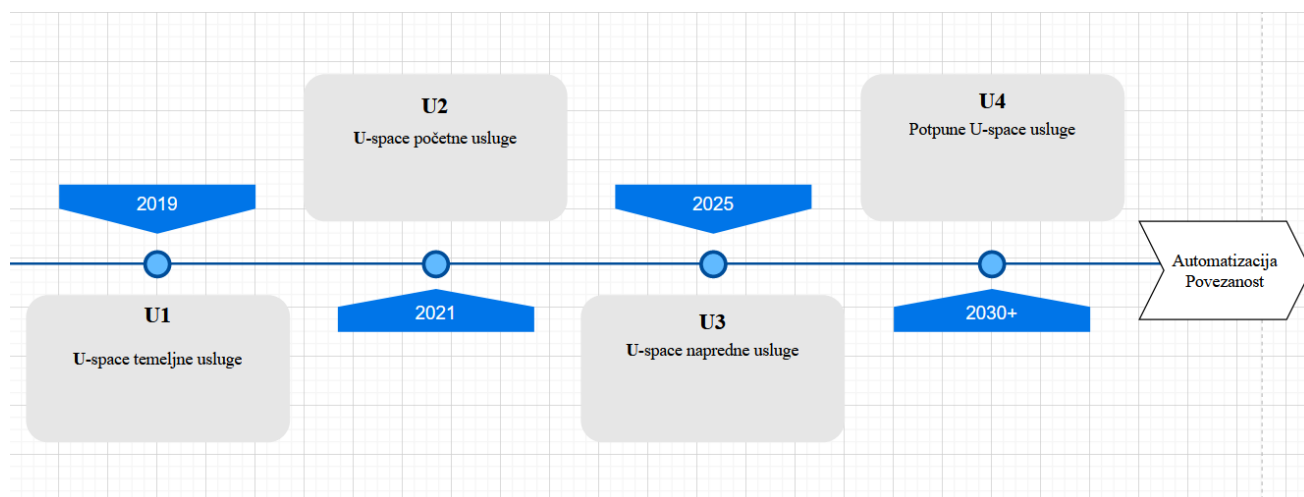
Kako bi podržao ovu operativnu promjenu, SESAR je razvio rješenje koje omogućava digitalno informiranje. Ovo rješenje uvelike poboljšava kvalitetu i korisnost aeronautičkih i meteoroloških informacija koje su relevantne za pilote i kontrolore leta tokom svih faza operacije zrakoplova kroz digitalne NOTAM-e (engl. *Notice to airmen* – NOTAM) i digitalne meteorološke informacije [23]

3.3.4 U-space usluge

Broj operacija sustava bespilotnih letjelica je u konstantnom porastu što potencijalno može rezultirati velikom ekonomskom rastu. Povećanim brojem operacija bespilotnih letjelica javlja se potreba za sustavom upravljanja prometom bespilotnih letjelica kako bi se operacije bespilotnih letjelica mogle odvijati na siguran i učinkovit način u svim vrstama zračnog

prostora. Zbog prijeko potrebnog zahtjeva za sigurnu integraciju bespilotnih letjelica u zračni prostor, Europa je razvila okvir za skup novih usluga koji će to omogućiti nazvan U-space [23].

U-space je skup novih usluga s pripadajućim procedurama koje će velikom broju bespilotnih letjelica omogućiti sigurno i učinkovito korištenje zračnog prostora. Usluge unutar U-space-a ovisne su o visokoj razini digitalizacije i automatizacije funkcija bilo u obliku opreme same bespilotne letjelice ili kao dio zemaljske opreme. Stoga, implementacija U-space-a ovisit će i o zračnim sposobnostima te prikladnoj zemaljskoj infrastrukturi. Slika 3 prikazuje faze razvoja i implementacije U-space-a kroz 4 faze. [23].



Slika 3. Prikaz U – space faza

Izvor: [23]

3.3.5 Virtualizacija pružanja usluga

Zbog tradicionalnog načina pružanja usluga u zračnoj plovidbi javila se potreba za virtualizacijom pružanja usluga zbog veće učinkovitosti. Trenutačni način pružanja usluga zasniva se na lokalnoj implementaciji potrebnih sposobnosti za pružanje usluga. Ovakav pristup je u prošlosti bio najizvediviji i najprikladniji kada su sustavi uvedeni u operativu prije više desetljeća. No, rastom prometne potražnje u Europi te sve većoj zagušenosti zračnog prostora, uočeno je da ovakvo rascjepkano pružanje usluga negativno utječe na troškovnu učinkovitost te onemogućava fleksibilnost sustava [23].

Razvojem moderne računalne tehnologije te modernih komunikacijskih sustava javio se cijeli niz rješenja koja pružaju bolje performanse te poboljšavaju troškovnu učinkovitost. Također, modernom tehnologijom omogućava se da sposobnosti za procesuiranje informacija u svrhu pružanja neke usluge ne moraju više biti u fizičkoj blizini prostora gdje se ta usluga pruža. Sposobnost za pružanje usluga sa udaljenog mjesta od velikog je značaja za sva operativna okruženja, od zračne luke pa sve do terminalne i rutne faze let. U TMA-ovima (engl. *Terminal Manoeuvring Area* –TMA) te rutnim fazama leta ovakav pristup omogućava virtualna središta

za upravljanje geografskim područjima pod uvjetom da se određene usluge zračne plovidbe tamo pružaju poglavito usluge CNS-a, MET-a te AIS-a. U pogledu zračnih luka, ovaj pristup omogućava pružanje usluga pomoću virtualnih kontrolnih tornjeva gdje pojedini kontrolni toranj može pružati usluge na jednoj ili više zračnih luka pritom fizički nalazivši se na udaljenoj lokaciji od tih zračnih luka [23].

U pogledu ove operativne promjene glavna SESAR-ova područja razvoja novih tehnologija orijentirana su prema sve više virtualnih kontrolnih tornjeva te interaktivnom sučelju između čovjeka i uređaja [23].

3.3.6 Performanse zračnih luka i prostora TMA

Kako je već navedeno u tekstu, europski zračni prostor doživljava trend povećanja prometne potražnje. Povećanje prometne potražnje povećava broj operacija letova na i oko zračnih luka. Korisnici zračnih luka te zračnog prostora oko zračnih luka već sada značajno doprinose kašnjenjima na razini cijele europske mreže. Ova kašnjenja najviše su rezultat lošeg strukturalnog kapaciteta zračnih luka i zračnog prostora oko zračnih luka što je posljedica operativnih problema, utjecaja na okoliš te nepogodnih vremenskih uvjeta. Stoga, potreba za kontinuiranim povećanjem kapaciteta zračnih luka te TMA-ova u svrhu povećanja sigurnosti operacija letova nikada nije bila toliko važna kao sada [23].

Cilj ove operativne promjene je povećanje kapaciteta zračnih luka te TMA-ova. Promjenama u operacijama zračnih luka te unutar TMA-ova omogućit će se održavanje operativnog kapaciteta pod zahtjevnim uvjetima, a uvođenje SESAR-ovih rješenja omogućit će povećanje operativnog kapaciteta pod normalnim uvjetima. Ove promjene uključuju poboljšanja u fazama planiranja i izvršenja operacija na zračnim lukama i zračnom oko zračnih luka te uključuje [23]:

- slaganje slijeda prometa,
- smanjenje sigurnosnog razmaka između zrakoplova,
- povećanje predvidljivosti zauzetosti uzletno-sletne staze,
- smanjenje zauzetosti uzletno-sletne staze,
- naprednije upravljanje voznim stazama.

U svrhu postizanja gore navedenih ciljeva, SESAR je krenuo s implementacijom sljedećih rješenja [23]:

- sigurnosne mreže na zračnim lukama,
- pomoć automatizacije kontroloru leta pri planiranju i rutiranju kretanja zrakoplova po aerodromskim površinama,
- upravitelj odlascima DMAN (engl. *Departure Manager* – DMAN),
- napredni TMA-ovi pomoću RNP-a (engl. *Required Navigation Performance* – RNP),
- proširenje upravitelja dolascima (engl. *Arrival Manager* – AMAN) na rutnu fazu leta,
- separacija bazirana na vremenu u finalnom prilazu.

Glavne SESAR-ove razvojne aktivnosti u pogledu ove operativne promjene su [23]:

- dinamički prošireni TMA-ovi u svrhu operacija kontinuiranog penjanja/spuštanja,
- poboljšanje upravljanja kretanjama po aerodromskim površinama kroz digitalnu evoluciju,
- smanjenje minimalne sigurnosne separacija u svrhu povećanja propusnosti uzletno-sletne staze,
- nova generacija AMAN-a,
- korištenje naprednih procedura GNSS-a (engl. *Global navigation satellite system* – GNSS) unutar TMA-ova.

3.3.7 Potpuno dinamičan i optimiziran zračni prostor

Trenutačni način rada u zračnom prostoru bazira se na podjelu zračnog prostora na sektore kojima se upravlja na nacionalnoj razini prema prognoziranoj prometnoj potražnji i raspoloživosti zračnog prostora. Upravljanje na nacionalnoj razini označava zapravo lokalno upravljanje kod kojeg optimizacija zračnog prostora brzo dosegne svoj maksimum te nije dostatan da se riješe kritični problemi europske mreže kao što je slom kapaciteta. U tu svrhu potrebno je fleksibilno organizirati i upravljati strukturama zračnog prostora odnosno potrebna je optimizacija bazirana na potrebama cijele mreže [23].

Cilj ove operativne promjene je približiti se operacijama baziranim na putanjama zrakoplova kroz poboljšanje zračnog prostora slobodnih ruta te njegovim procesima i sustavima. Zračni prostor slobodnih ruta dizajniran je tako da smanji promjene rute zrakoplova odnosno omogućava korisnicima let po njihovim preferiranim rutama. Prvi korak prema ovome će biti uvođenje prekogranične sektorizacije zračnog prostora popraćene dinamičnom konfiguracijom zračnog prostora. Sklapanje dogovora između što više država o korištenju i upravljanju njihovim zajedničkim zračnim prostorom baziranom na prometnoj potražnji, kako civilni tako i vojni korisnici, te neovisnom o državnim granicama je označeno kao temeljna promjena koja se mora implementirati. U pogledu dinamičnog upravljanja zračnim prostorom cilj je postići potpuno integrirani ASM, ATC i ATFCM [23].

Kako bi ciljevi ove operativne promjene zaživjeli SESAR je razvio te implementirao sljedeća dva rješenja [23].

- zračni prostor slobodnih ruta
- napredno fleksibilno korištenje zračnog prostora te upravljanje zračnim prostorom.

Ključne aktivnosti SESAR-a u području razvoja očituju se u [23]:

- kontroliranje zrakoplova od strane jednog kontrolora leta kroz jedan ili više geografskih sektora,
- poboljšanje kapaciteta civilnih i vojnih korisnika kroz povećanje fleksibilnosti zračnog prostora.

3.3.8 Operacija bazirane na putanji leta

Operacije bazirane na putanji leta je sveobuhvatan koncept SESAR-a koji ovisi o cijelom nizu rješenja koja moraju biti implementirana kako bi on zaživio. Veliki broj rješenja koja se odnose na ostale bitne operativne promjene direktno doprinose operacijama baziranim na putanji leta. Putanja leta predstavlja poslovnu potrebu korisnika za korištenjem zračnog prostora uzimajući u obzir ograničavajuće faktore ATM-a i zračnih luka. Usluge u zračnoj plovidbi pružaju se na nacionalnoj razini odnosno svaki pružatelj usluga zadržava podatke o letu kroz svoj prostor nadležnosti te u kojem je kontekstu zrakoplov operirao. Ovakav način rada jako ograničava cilj povećanja kapaciteta te suočavanje s zahtjevima povećanja sigurnosti, učinkovitosti i utjecaja na okoliš prilikom sve većeg povećanja prometne potražnje. Cilj je postići visoku razinu dijeljenja informacija o letu te korištenje automatiziranih alata za detekciju, analizu te razrješenje potencijalnih konflikata uz nadgledanje optimizirane putanje leta [23].

Rješenja koja su u fazi implementacije su [23]:

- početno dijeljenje informacija o putanji leta,
- napredni sigurnosni sustavi ponajviše u pogledu STCA-a (engl. *Short-term conflict alert* – STCA) u terminalnoj i rutnoj fazi leta.

Ključna područja SESAR-ovih razvojnih aktivnosti su [23]:

- povećanje kvalitete usluga separacije,
- revizija RBT-a (engl. *Reference business trajectory* –RBT) potpomognutim podatkovnom mrežom i većom razinom automatizacije,
- poboljšani vertikalni profili leta kroz automatizacijsku pomoć kontrolorima leta u izdavanju vertikalnih ograničenja u svrhu poboljšanja učinkovitosti.

3.3.9 Multimodalna mobilnost i integracija svih korisnika zračnog prostora

Razvojem novih načina prijevoza i novih tehnologija sve više putnika očekuje neometano prijevozno iskustvo pritom da je sigurno, jeftino i sa što manje kašnjenja. Implementacija koncepta multimodalne mobilnosti omogućit će da se intermodalnost podigne na višu razinu povezujući više načina prijevoza za putnike i robu. Kombinirani cestovni, željeznički, zračni i helikopterski promet kao i promet bespilotnih letjelica je prioritet ovog koncepta. Ovakav pristup mobilnosti omogućit će sigurniji i učinkovitiji promet sa manjim negativnim utjecajem na okoliš te suočavanjem s problemima poput kašnjenja, ispodprosječnog putničkog iskustva te zagušenja [23].

Pomoću GNSS tehnologije poboljšane sa SBAS (engl. *Satellite based augmentation system* – SBAS) sustavima identificirala se raspoloživost specifičnih IFR ruta. Poboljšana preciznost, dostupnost i pouzdanost GNSS signala omogućava rotokopterima pristup nižim IFR rutama [23].

Ključne SESAR-ove razvojne u pogledu ove operativne promjene su [23]:

- razvoj sustava za izbjegavanje sudara kod IFR bespilotnih letjelica,

- prilagodba IFR bespilotnih letjelica u zračni prostor klase od A do C
- integracija IFR bespilotnih letjelica u zračni prostor klase od A do C

4. e-ATM portal

e-ATM portal je internetska platforma koja omogućava integrirani pregled cijelog Europskog ATM sustava sa pripadnim tehnološkim i operativnim promjenama. Portal pruža pristup svim informacijama od kojih se sastoje 3 razine ATM Master plana. Postoje 2 verzije portala, javna i radna verzija. Pristup javnom okruženju e-ATM portala imaju svi te omogućava pristup informacijama u sve 3 razine ATM Master plana. Radno okruženje, za koje je potrebna registracija korisnika u EUROCONTROL-ov OneSky ekstranet, e-ATM portala omogućava pristup informacijama sadržanim u javnoj verziji portala te informacijama o Europskoj ATM arhitekturi (engl. *European ATM architecture* – EATMA). EATMA predstavlja zajednički arhitekturni okvir za SESAR 2020. Cilj EATMA je integrirati razvoj operativnog i tehničkog sadržaja ATM-a na dosljedan i povezan način. Integrirani prikaz promjena u ATM-u pruža zajedničku referencu za osmišljanje i razvoj budućih rješenja koja će poboljšati učinkovitost ATM sustava [27].

Slika 4 prikazuje teme pod kojima se može pronaći sav sadržaj SESAR 2020 programa. U daljnjem tekstu objašnjava se sadržaj svake pojedine teme kroz sve 3 razine ATM Master plana te funkcionalnosti koje omogućavaju lakšu navigaciju kroz sadržaj [28].



Slika 4. Prikaz tema e-ATM portala

Izvor: [28]

4.1 Razina 1 Izvršni pregled

Kako je već navedeno u tekstu, u izvršnom pregledu se kroz SESAR-ovu viziju identificiraju bitne operativne promjene koje su potrebne za postizanje ciljnih vrijednosti. Također, u izvršnom pregledu nalazi se putokaz za implementaciju odnosno kada i kako će se SESAR-ova vizija implementirati. Izvršni pregled omogućuje nam pretraživanje traženog sadržaja prema Master planu, sudionicima i operativnom okruženju [28].

4.1.1 Performanse

Pod ovom temom nalaze se iznesene ambicije za performanse Europskog zrakoplovstva koje se očekuju da će se postići do 2035. godine. Ambicije za performanse podijeljene su u 6 ključnih područja učinkovitosti koja su već navedena i opisana u prijašnjem tekstu. Portal ovih 6 ključnih područja učinkovitosti kao i njihove ciljne vrijednosti prikazuje tablično na slikovit način [28].

4.1.2 Operativni koncept

Pod ovom temom nalazi se 9 bitnih operativnih promjena koje će potaknuti strukturalnu evoluciju Europskog ATM sustava koja je potrebna za postizanje SESAR-ove vizije te cilja SES za postizanjem održivog i učinkovitijeg Europskog zračnog prometa. Portal za svaku od 9 operativnih promjena daje tablični prikaz rješenja koja su vezana za svaku pojedinu bitnu operativnu promjenu kao što je prikazano na slici 5 za operacije bazirane na putanji leta. Tablica pruža informacije o stanju rješenja, njihovim imenima, kodnim brojevima te ključnoj značajci rješenja. Klikom na ime rješenja otvara se stranica na kojoj se nalaze dodatne informacije o rješenju [28].

PCP	Chapters 4 and 5 Deployment Scenario/Solution	Solution code	Names of Solutions and activities	Key Feature	MP Vision phase	Following from Solution	Solution name
1. In deployment phase: Key SESAR Solution							
✓	Initial trajectory information sharing (4D)	#115	Extended Projected Profile (EPP) availability on ground		B	Not Applicable	Not Applicable
		P.J. 18-06a	Air Traffic Control (ATC) Planned Trajectory Performance Improvement		C	Not Applicable	Not Applicable
		P.J. 18-06b	Tactical end Network Manager (NM) Trajectory performance Improvement		B	Not Applicable	Not Applicable
Enhanced safety nets		#60	Enhanced Short Term Conflict Alert (STCA) for Terminal Manoeuvring Areas (TMAs)		A	Not Applicable	Not Applicable
		#69	Enhanced STCA with down-linked parameters		B	Not Applicable	Not Applicable

Slika 5. Prikaz rješenja vezanih za bitnu operativnu promjenu

Izvor: [28]

4.1.3 Tehnologija

Pod ovom temom nalaze se vremenski okviri za implementaciju novih tehnoloških rješenja koja će omogućiti bitne operativne promjene. Informacije su prikazane na slikovit način te se sastoje od osnovnih infrastrukturnih tehnologija koje su grupirane prema njihovim osnovnim zadaćama. Te grupe su sljedeće [28]:

- dogovori oko putanje te razmjena odobrenja,

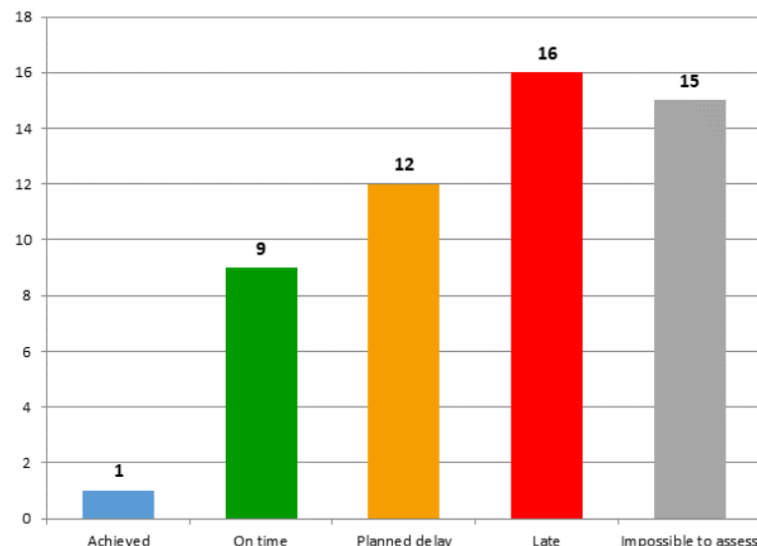
- pozicija zrakoplova, podatci o zrakoplovu te identifikacija,
- pozicija zrakoplova te navođenje za pristup zračnoj luci.

4.1.4 Planiranje

Ova tema sadrži informacije o putokazima svakog pojedinog sudionika Master plana odnosno pružatelji usluga, korisnici zračnog prostora, operatori zračnih luka te upravitelj mreže. Putokazi prikazuju vremenske okvire u kojima bi tehnološka rješenja koja podupiru bitne operativne promjene trebala postići operativnu sposobnost. Pored putokaza, u ovoj temi nalaze se scenariji primjene za rješenja koja su označena kao zrela(mature) ili koja se približavaju zrelosti. Informacije o scenarijima primjene prikazane su tablično te klikom na pojedini scenarij primjene otvaraju se dodatne informacije o tom scenariju primjene. Posljednji skup informacija pod ovom temom odnosi se na ICAO (engl. *International Civil Aviation Organization* – ICAO) blokove [28]. Cilj ICAO blokova je postići globalnu harmonizaciju i standardizaciju novih tehnologija u svrhu povećanja sigurnosti, kapaciteta te učinkovitosti globalnog zračnog prometa [29].

4.1.5 Nadzor stanja implementacije

Ova tema prikazuje podatke o stanju implementacije razine 3 Europskog ATM Master plana. Slika 6 prikazuje posljednje informacije o stanju ciljeva implementacije. Prema tim informacijama 1 cilj implementacije je postignut, 9 ih je unutar vremenskog okvira, 12 imaju predviđeno kašnjenje, 16 ih kasni te za njih 15 je nemoguće predvidjeti kašnjenje [28].



Slika 6. Stanje ciljeva implementacije

Izvor: [28]

4.1.6 Standardi i regulativa

Ova tema odnosi se na promjenu standarda i regulative kako bi se podržale bitne operativne promjene. Informacije su prikazane u dijagramu koji predstavlja potrebu za harmonizacijom bitnih operativnih promjena odnosno ističe uočenu potrebu za aktivnostima vezanim za promjenu standarda i regulative [28].

4.2 Razina 2 Pregled planiranja i arhitekture

Razina 2 pruža ekspertni pogled iz više perspektiva na promjene koje su planirane. Kako je u razini 1 pogled na performanse, operacije, tehnologiju, planiranje te standarde dosta bazan odnosno sadrži samo opće informacije, razina 2 pruža puno detaljniji pogled uz dodatne informacije o uslugama. Kao i prijašnja razina, ova razina sadrži informacije grupirane u 6 tema koje su obrađene u daljnjem tekstu [28].

4.2.1 Performanse

Pod ovom temom iznesen je model sposobnosti ATM-a. Slika 7 prikazuje sposobnosti ATM-a koje su grupirane prema područjima njihove primjene. Klikom na pojedinu sposobnost otvaraju se informacije vezane za realizaciju te sposobnosti kao i operativne aktivnosti, usluge te ljudske i tehničke resurse koji doprinose toj sposobnosti [28].

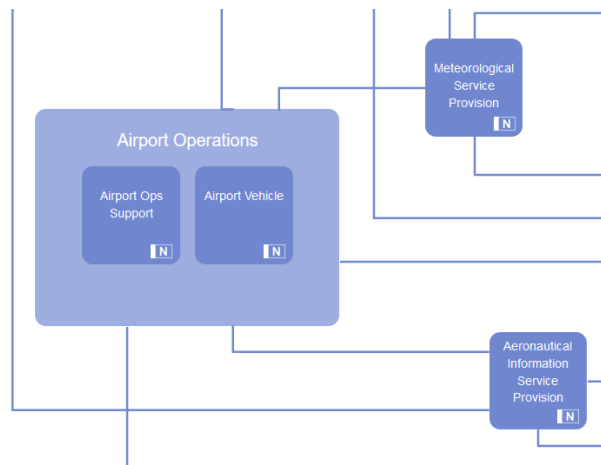


Slika 7. Prikaz ATM sposobnosti prema području primjene

Izvor: [28]

4.2.2 Operativni koncept

U razini 2 pod ovom temom nalaze se grupirane operativne aktivnosti koje su potrebne za rad ATM-a. Slika 8 prikazuje operativne aktivnosti koje su grupirane u čvorove koji su međusobno povezani. Otvaranjem jednog od čvorova prikazat će se aktivnosti koje taj čvor pruža te potrebne ljudske i tehničke resurse [28].

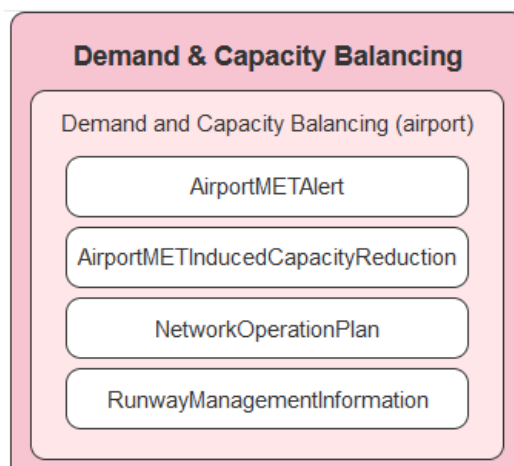


Slika 8. Prikaz dijela čvorova

Izvor: [28]

4.2.3 Usluge

Pod ovom temom opisane su usluge unutar Europske ATM arhitekture. Način prikaza i organizacija informacija vezanih za usluge ATM arhitekture je isti kao i način prikaza modela sposobnosti ATM-a kao što je prikazano slikom 9. Otvaranjem jedne od usluga prikazuju se dodatne informacije o sposobnostima koje ta usluga želi postići te koji resursi je pružaju i koriste [28].



Slika 9. Prikaz usluga prema području primjene

Izvor: [28]

4.2.4 Tehnologija

U razini 2 pod temom tehnologije nalaze se dvije podteme. Prva se odnosi na pregled arhitekturnog sustava. Arhitekturni sustav prikazuje informacije u dva dijagrama. Prvi dijagram se odnosi na vanjsku povezanost Europskog ATM sustava dok se drugi dijagram odnosi na unutarnju povezanost između konfiguracija sposobnosti koje se koriste kao referenca u Europskoj ATM arhitekturi. Druga podtema odnosi se na pregled tehničkih sustava te sadrži informacije o svim tehničkim sustavima koji se koriste u Europskoj ATM arhitekturi. Također, u ovoj podtemi informacije su prikazane u obliku dijagrama te otvaranjem jednog od sustava prikazuju se dodatne informacije o tom sustavu [28].

4.2.5 Planiranje

Sadržaj ove teme odnosi se na SESAR solucije, utjecaj solucija, korake operativnih poboljšanja, omogućitelje tehnologije te analiza utjecaja omogućitelja tehnologija [28].

Pod tema vezana za SESAR-ove solucije sadrži izlazne proizvode SESAR-ovog programa razvoja i inovacije koji su povezani sa operativnim poboljšanjima. U ovom dijelu portal pomoću napredne tražilice omogućuje pretraživanje SESAR-ovih solucija. Tražilica omogućuje dodatne informacije o SESAR-ovoj soluciji te analizu solucije odnosno povezanost sa ostalim elementima ATM sustava i utjecaj na njih [28].

Kao i kod SESAR-ovih solucija, pretraživanje koraka operativnih poboljšanja, omogućitelja tehnologije te utjecaja omogućitelja tehnologije omogućeno je kroz naprednu tražilicu. Funkcionalnosti tražilice su iste odnosno pruža dodatne informacije o traženom sadržaju te analizu utjecaja i povezanosti traženog sadržaja sa ostalim elementima ATM sustava [28].

4.2.6 Standardi i regulativa

Kao i na razini 1, ova pod tema odnosi se na specifikacije koje se koriste kao vodilja i kao ograničenje za ATM arhitekturu. U odnosu na razinu 1 koja pruža samo pregled standarada i regulative te potrebe za njima, razina 2 pomoću tražilice omogućuje pretraživanje sadržaja. Također, omogućuje dodatne informacije o traženom sadržaju te pomoću dijagrama na ilustrativan način prikazuje povezanost sa ostalim proizvodima i ostalim standardima [28].

4.3 Razina 3 Pregled implementacija

Kroz razinu 3 omogućen je pregled napretka od SESAR-ovih istraživačkih i razvojnih aktivnosti sve do aktivnosti koje uključuju implementaciju solucija te njihovo nadziranje na razini Europe. Također, prikazuje godišnji Europski ciklus planiranja i implementacije na lokalnoj razini kao i prikaz povezanosti različitih elemenata te njihov utjecaj na stvaranje ciljeva implementacije [2].

4.3.1 Planiranje

Portal pomoću tražilice omogućuje pretraživanje elemenata zajedničkog pilot projekta (engl. *Pilot Common Project – PCP*). PCP je pilot inicijativa za implementaciju ATM funkcionalnosti, čija su osnova SESAR solucije, na usklađen i sinkroniziran način. PCP služi kao testna podloga za mehanizme vladanja i poticanja SESAR-ovog okvira za implementaciju [30]. Elementi PCP-a predstavljaju ATM funkcionalnosti i pod-funkcionalnosti te se pomoću tražilice na portalu mogu pretraživati dodatne informacije o njima kao i njihova povezanost sa ciljevima implementacije, SESAR solucijama, ICAO blok modulima, koracima operativnog poboljšanja i ostalim PCP elementima [28].

Pored PCP elemenata, portal također omogućuje pretraživanje informacija o ciljevima implementacija i ICAO blok modulima kroz naprednu tražilicu koja pored informacija o traženom sadržaju pruža i informacije o povezanosti traženog sadržaja sa ostalim elementima [28].

4.3.2 Praćenje

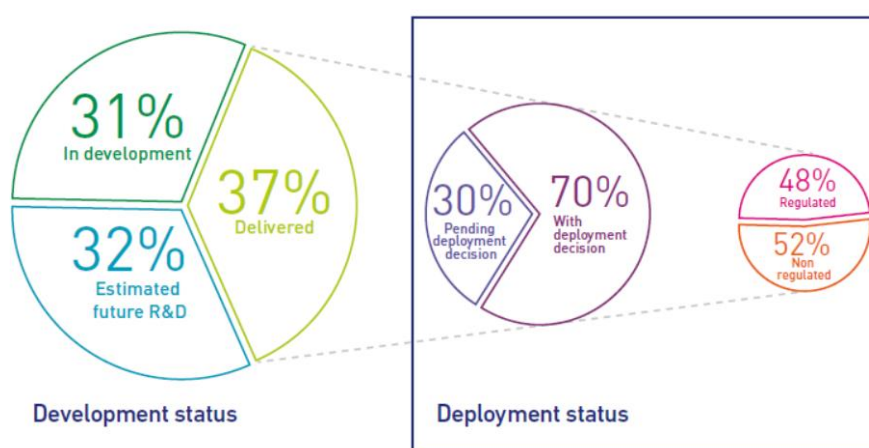
U ovoj pod temi portal omogućuje praćenje ciljeva implementacije na nekoliko načina. Prvi način, kao što je već viđeno do sada, koristi se tražilicom. Upisivanjem ključnog pojma tražilica daje informacije o stanju cilja implementacije odnosno postotku završenosti, predviđenom datumu završetka te u koliko država je implementacije završena. Drugi način prikaza je pomoću interaktivne karte te grafikona. Odabirom određenog cilja implementacije karta na interaktivni način (bojama) prikazuje stanje implementacije odabranog cilja. Pomoću karte

također se može pratiti stanje implementacije U-space usluga na isti način kako je opisano u gornjem tekstu [28].

5. Izvlačenje podataka o implementaciji bitnih operativnih promjena

U gore navedenom tekstu, e-ATM portal je opisan generalno odnosno navedene su samo vrste podataka koje se mogu pronaći u sve tri razine ATM Master plana. Kako je e-ATM portal kompleksan produkt sa puno informacija i podataka, naredni tekst opisat će način na koji se ti podatci mogu izvlačiti te koristiti odnosno kako se mogu izvlačiti podatci o planu i stanju implementacije bitnih operativnih promjena.

Otvaranjem e-ATM portala, prvi pregled koji je ponuđen je Izvršni pregled. U Izvršnom pregledu u pod dijelu Praćenje nalaze se podatci o generalnom statusu implementacijskih ciljeva za sve bitne operativne promjene kako je prikazano na slici 10 [28].

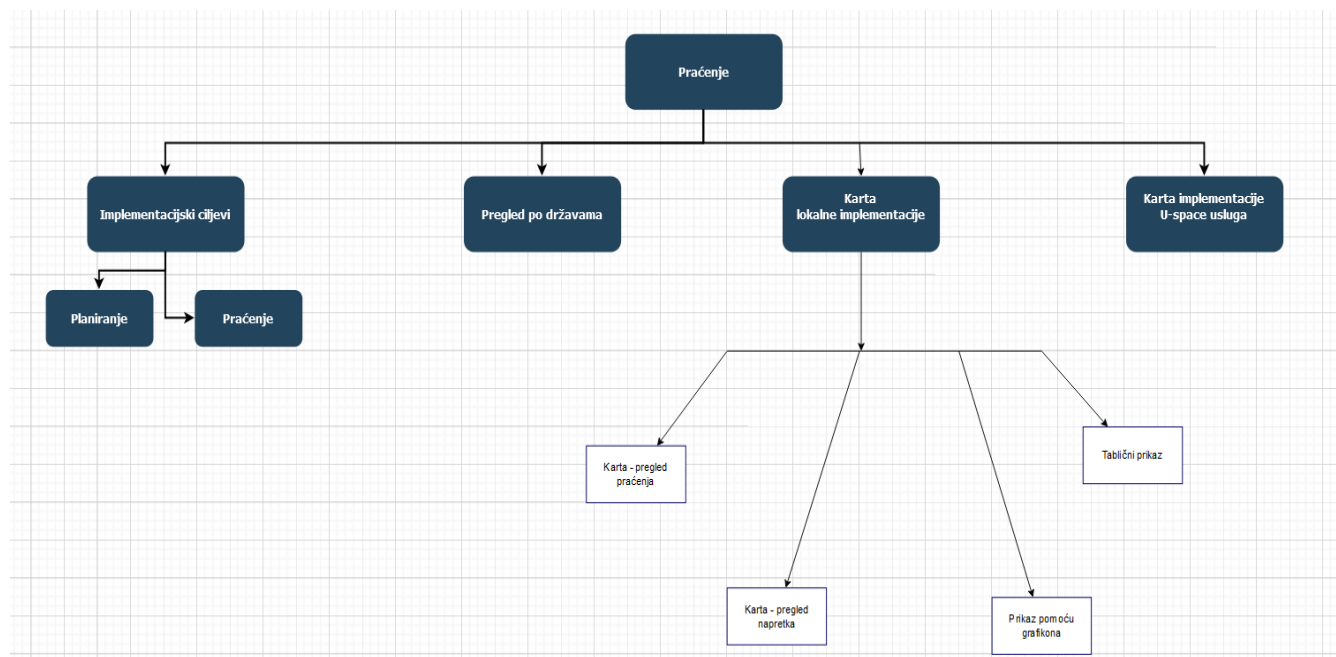


Slika 10. Prikaz stanja implementacije svih ciljeva implementacije

Izvor: [28]

e-ATM portal pomoću grafikona na slici 10 prikazuje postotke implementacijskih ciljeva koji su u fazi razvoja (engl. *in development*), fazi budućeg istraživanja i razvoja (engl. *estimated future R&D*) te oni koji su dostavljeni (engl. *delivered*). Implementacijski ciljevi koji su dostavljeni e-ATM portal automatski povezuje s njihovim daljnjim stanjem odnosno srednji grafikon prikazuje postotak implementacijskih ciljeva koji su u fazi čekanja odluke o postavljanju (engl. *pending deployment decision*) te postotak implementacijskih ciljeva koji već imaju donjetu odluku o postavljanju. Nadalje, treći grafikon na slici 10 prikazuje postotak implementacijskih ciljeva koji imaju zakonsku obvezu implementacije (engl. *regulated*) te postotak ciljeva koji nemaju zakonsku obvezu (engl. *non regulated*). Pored ovih podataka, u Izvršnom pregledu također se mogu pronaći podatci o broju ciljeva koji su postignuti (engl. *achieved*), na vrijeme (engl. *on time*), koji imaju planirano kašnjenje (engl. *planned delay*), koji kasne (engl. *late*) te kojima je nemoguće procijeniti napredak (engl. *impossible to assess*) [28]. Kako ovaj pregled ne nudi detaljne podatke o planu i stanju implementacije bitnih operativnih promjena, potrebno se prebaciti na Pregled implementacije (engl. *Deployment view*).

U dijelu Pregled implementacije nalaze se svi detaljni podatci vezani za implementacijske ciljeve bitnih operativnih promjena. Kako je cijeli portal opširan i kompleksan, Pregled implementacije predstavljen je dijagramom na slici 11 te će u daljnjem tekstu svi dijelovi dijagrama biti objašnjeni.



Slika 11. Dijagram odjeljka Praćenje e-ATM portala

Izvor: [28]

5.1 Implementacijski ciljevi

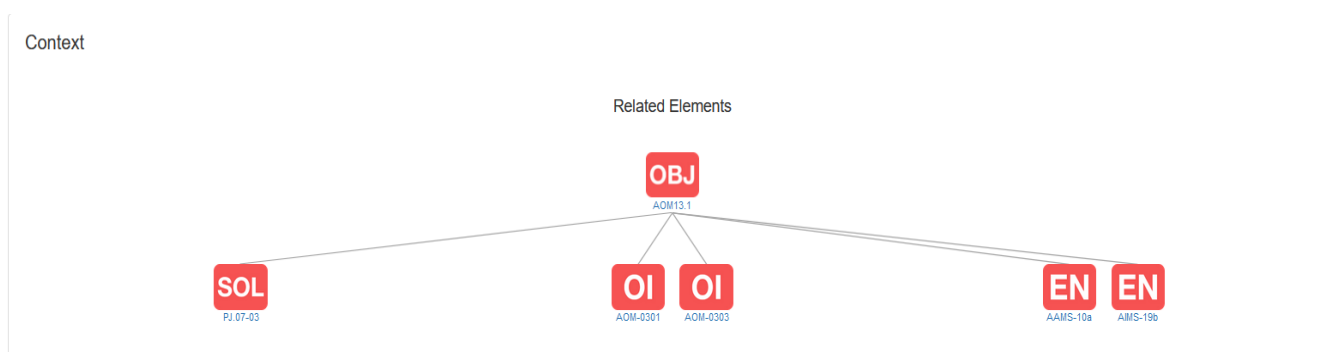
U ovom dijelu e-ATM portal omogućava dva pregleda implementacijski ciljeva. Prvi pregled je pregled praćenja. Pregled praćenja omogućuje pristup podacima o implementacijskom cilju kao što su planirani datum završetka (engl. *Finish date*), napredak implementacije (engl. *Implementation progress*), broj država/zračnih luka koje su završile implementaciju (engl. *States/Airports completed*) te predviđeni datum završetka (engl. *Estimated achievement*) kao što je prikazano na slici 12 za neke ciljeve implementacije [28].

▲ Code	◆ Title	◆ Finish Date	◆ Implementation Progress	◆ States/Airports Completed	◆ Estimated achievement	Download Progress Report	Map
AOM13.1	Harmonise Operational Air Traffic (OAT) and General Air Traffic (GAT) Handling	31-12-2018	80%	22/36 (61%)	31-12-2022		
AOM19.4	Management of Predefined Airspace Configurations	31-12-2022	38%	9/35 (26%)	31-12-2026		
AOM19.5	ASM and A-FUA	31-12-2022	54%	4/37 (11%)	31-12-2025		
AOM21.1	Direct Routing	31-12-2017	97%	23/24 (96%)	Achieved		
AOM21.2	Initial Free Route Airspace	31-12-2022	82%	32/42 (76%)	31-12-2022		

Slika 12. Prikaz podataka ciljeva implementacije

Izvor: [28]

Također, pored gore navedenog oblika, isti podatci se mogu preuzeti u PDF obliku kao što se vidi na slici 12 u dijelu preuzimanje izvještaja napretka (engl. *download progress report*). Otvaranjem jednog od implementacijskih ciljeva otvara se stranica s dodatnim podacima o tom implementacijskom cilju. Prvi skup podataka prikazan na slici 13 odnosi se na povezanost tog cilja implementacije s elementima poput SESAR-ovih rješenja, koracima operativnog poboljšanja, tehnološkim poboljšanjima, ljudskim čimbenicima, scenarijima primjene promjena te ostalim elementima koji ovise od cilja do cilja. Otvaranjem jednog od elemenata prikazuju se podatci o tom elementu kao i njegova daljnja povezanost s drugim elementima ATM Master plana. Drugi skup podataka odnosi se na radnje koje sudionici trebaju poduzeti, s pripadajućim vremenskim okvirima, kako bi se implementacijski cilj u potpunosti izvršio [28]



Slika 13. Prikaz povezanosti ciljeva implementacije s ostalim elementima ATM Master plana

Izvor: [28]

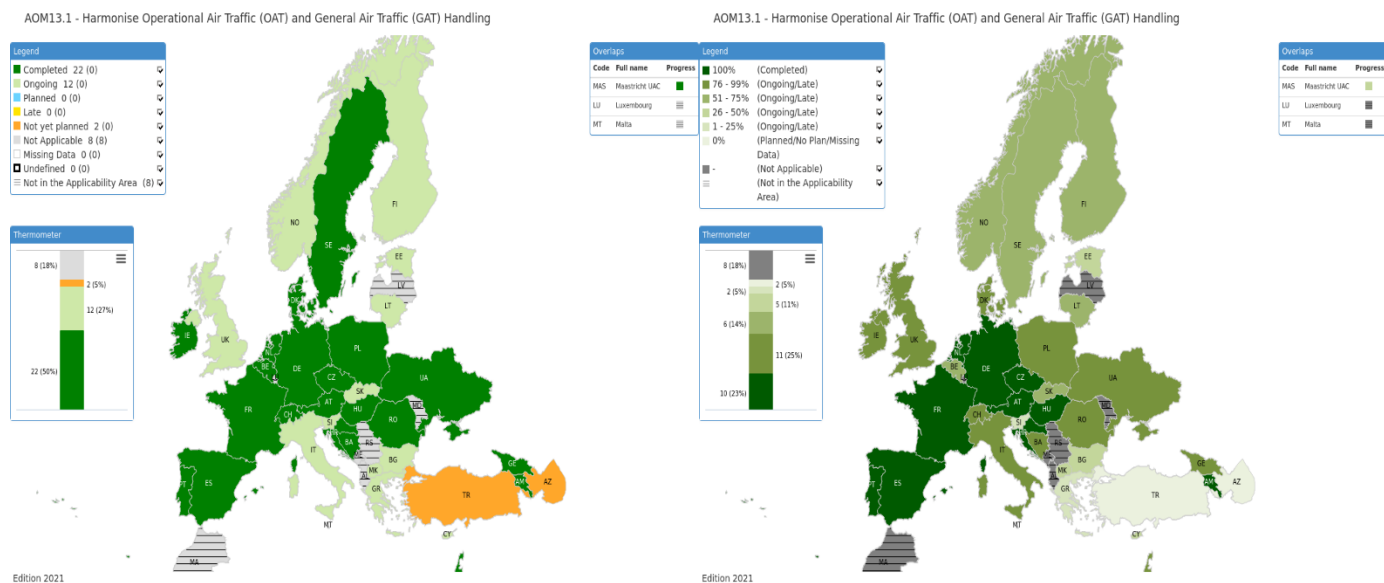
Drugi pregled odnosno pregled planiranja sadrži iste podatke o implementacijskim ciljevima kao i pregled praćenja s time da nedostaju podatci o napretku. Stoga, pregledavanje i izvlačenje podataka iz ovog pregleda je potpuno isto kao i kod pregleda praćenja [28].

5.2 Pregled po državama

U ovom pod dijelu e-ATM portal omogućava pregled podataka po pojedinim državama. Odabirom tražene države iz padajućeg izbornika prikazuju se podatci unutar grafikona u HTML obliku o ukupnom napretku države/sudionika te ukupnoj evoluciji napretka ciljeva implementacije. U ovom dijelu portal ne nudi mogućnosti pregleda podataka napretka i evolucije napretka svakog pojedinog cilja implementacije po državi te ne omogućava nikakvo preuzimanje podataka. Ti podatci dostupni su u sljedećem dijelu gdje će i biti opisani [28].

5.3 Karta lokalne implementacije

Ovaj dio e-ATM portala sadrži tri interaktivna te jedan tablični prikaz podataka. Prva dva prikaza odnose se na interaktivnu kartu Europe na kojoj se može vidjeti status odabranog implementacijskog cilja za odabranu godinu kako je prikazano na slici 14 na kojoj se konkretno nalazi implementacijski cilj harmoniziranja operativnog i općeg zračnog prometa. Lijeva karta prikazuje status implementacijskog cilja za sve države koje sudjeluju dok desna karta prikazuje postotak napretka za sve države koje sudjeluju. Klikom na pojedinu državu prikazuju se informacije o postotku napretka svih sudionika unutar te države kao i ukupan napredak te države koji se temelji na postotcima napretka sudionika unutar te države. Također, karte je moguće preuzeti u PNG formatu te ih koristiti u daljnjem radu i istraživanju [28].



Slika 14. Prikaz statusa i napretka cilja implementacije u Europi

Izvor: [28]

Boje na lijevoj karti označavaju status implementacijskog cilja pa tako tamno zelena označava države koje su potpuno implementirale cilj, svijetlo zelena označava države koje su još u procesu implementacije, svijetlo plava označava države koje planiraju implementirati taj cilj, žuta označava države koje kasne s implementacijom, narančasta označava države koje još ne planiraju implementirati cilj, siva označava države koje nisu podobne za taj implementacijski cilj te države koje su šrafirane nisu u području podobnom za taj implementacijski cilj. Desna karta prati isti princip, države označene tamno zelenom bojom imaju postotak napretka 100 % dok države s svjetlijim nijansama imaju manji postotak napretka [28].

Treći interaktivni prikaz podataka odnosi se na grafikon. Odabirom traženog implementacijskog cilja e-ATM portal prikazuje podatke o napretku odabranog cilja implementacije. Prelaskom miša preko određenih dijelova grafikona prikazuju se države

ovisno u kojoj fazi implementacije se nalaze. Također, portal nudi opciju pregleda napretka po odabranim sudionicima te na isti način ih svrstava u grafikone odnosno prema fazi implementacije u kojoj se oni nalaze. Kao i kod prva dva prikaza podataka, grafikone je moguće preuzeti u PNG formatu odnosno kao sliku što znatno smanjuje potreban rad za obradu podataka jer se isti ne moraju ručno unositi u grafikone prilikom vlastite obrade podataka [28].

Posljednji način omogućava tablični prikaz istih podataka navedenih u prijašnjem tekstu. Podatke je moguće preuzeti u Excel formatu kao što je vidljivo na slici 15 te ih koristiti za daljnje istraživanje i rad [28].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	AOM13.1 - Harmonise Operational Air Traffic (OAT) and General Air Traffic (GAT) Handling											
2												
3	Objective:	AOM13.1 - Harmonise Operational Air Traffic (OAT) and General Air Traffic (GAT) Handling										
4	Edition:	Edition 2021										
5	Geographical scope:	All LSSIP Reporting States / Airports										
6	Main ANSPs Only:	No										
7	Military Only:	No										
8	Civil Only:	No										
9	FABs:	All										
10												
	Country Code	Country Name	Obj. Number	Obj. Title	From	By	Class	Overall Progress	L1 Comments	L1 Impl. Date	L1 Percentage	Applicability Area
11												
12	AL	Albania	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Not Applicable	For the time b	-	0	No
13	AM	Armenia	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	There are est	31/12/2018	100	Yes
14	AT	Austria	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	Full implemen	01/04/2021	100	Yes
15	AZ	Azerbaijan	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Not yet planne	Amendment o	-	0	Yes
16	BA	Bosnia and Hk	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	-	31/12/2021	83	Yes
17	BE	Belgium	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	Refer to REG,	01/03/2020	75	Yes
18	BG	Bulgaria	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Ongoing	The applicabili	31/12/2025	36	Yes
19	CH	Switzerland	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	Harmonizator	01/04/2012	83	Yes
20	CY	Cyprus	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Ongoing	The airspace i	31/12/2022	43	Yes
21	CZ	Czech Republ	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	Completed as	31/12/2014	100	Yes
22	DE	Germany	AOM13.1	Harmonise Op	01/01/2012	31/12/2018	ECAC+	Completed	The handling c	31/12/2013	100	Yes

Slika 15. Tablični prikaz podataka vezanih za odabrani implementacijski cilj u Excel formatu

Izvor: [28]

5.4 Karta implementacije U-space usluga

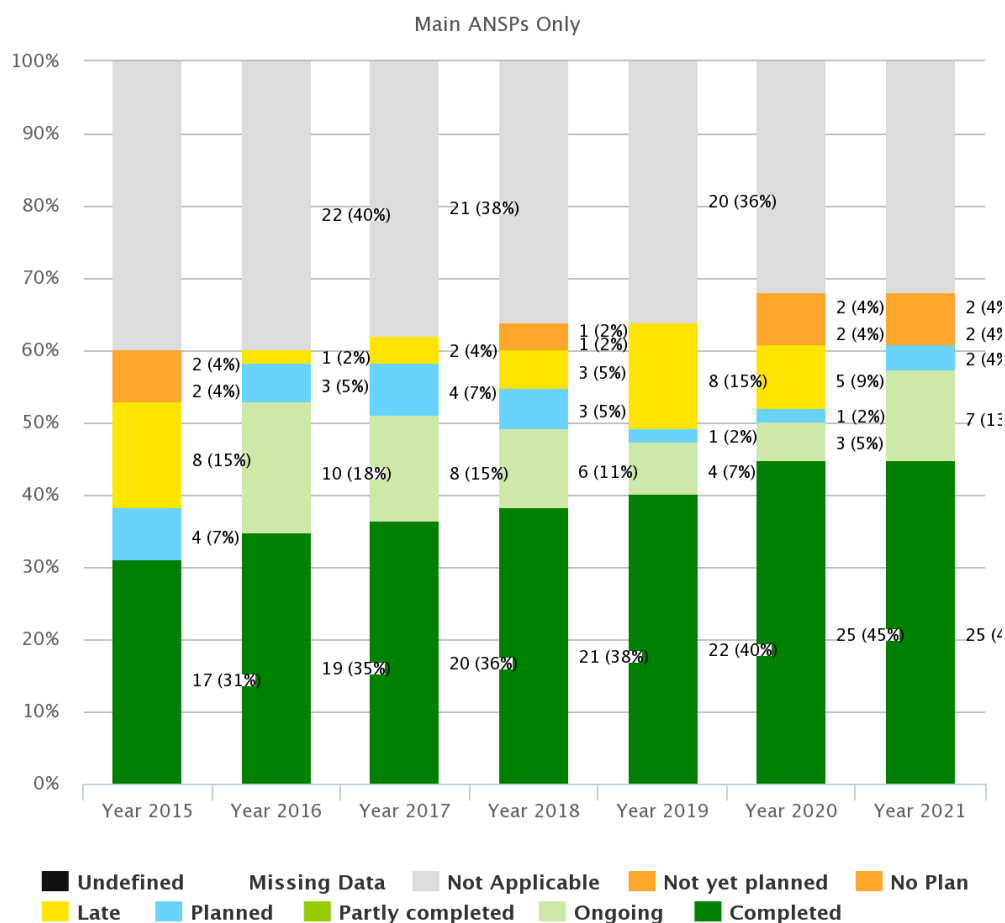
Korištenje podataka u ovom dijelu e-ATM portala prati isti princip kao i kod prikaza i korištenja podataka kod karte lokalne implementacije. Postoje dvije interaktivne karte koje prikazuju stanje implementacije usluga i projekata povezanih s U-space uslugama. Nedostatak ovih karata je taj što se ne mogu preuzimati za razliku od prijašnjeg dijela. Također postoje i dva tablična prikaza podataka jedan za usluge te drugi za projekte. Tablice se mogu preuzimati u Excel obliku kao i kod prijašnjeg dijela [28].a

6. Usporedba i analiza

Prijašnji tekst opisuje i objašnjava način kako se podaci mogu izvlačiti i koristiti s e-ATM portala. U sljedećem tekstu biti će analiziran jedan implementacijski cilj s podacima izvučenim s e-ATM portala na način kako je već objašnjeno.

Implementacijski cilj koji će biti obrađen u ovom radu su AMAN (engl. *Arrival Manager*) alati i procedure. Zadaća ovog implementacijskog cilja je uvesti osnovne alate AMAN-a u svrhu poboljšanja sekvencioniranja te praćenja dolaznih zrakoplova unutar odabranog prostora TMA i zračne luke. AMAN alati su dizajnirani na način da imaju interakciju s nizom sustava. Interakcija sa sustavima poput sustava za procesuiranje podataka o letu (engl. *Flight data processing system* – FDPS) te interakcija sa sustavom za procesuiranje nadzornih podataka (engl. *Surveillance data processing system* – SDPS) omogućava dobivanje planiranog vremena za svaki pojedini let. Kako planirano vrijeme u koje će zrakoplov biti na USS-i može biti isto za dva ili više zrakoplova, AMAN generira nova potrebna vremena za svaki zrakoplov koja se moraju primijeniti kako bi se stvorila ili održala sekvenca slijetanja jer AMAN ima određenu stopu slijetanja ili separaciju koju mora zadovoljiti. Također, AMAN kontrolorima zračnog prometa informacije o novim potrebnim vremenima daje u obliku vremena za izgubiti (engl. *Time to lose* –TTL) ili vremena za dobiti (engl. *Time to gain* – TTG). Zadaća kontrolora zračnog prometa je postići ova vremena primjenjujući prikladnu metodu koja može biti u obliku radarskog vektoriranja, produživanja putanje leta, procedurom čekanja ili promjenama postavki brzine. Kako bi se ovaj implementacijski cilj postigao, SESAR je razvio rješenje AMAN i slijevna točka pod referentnim brojem 108 [28]. Trenutačni način rada u prilaznoj kontroli leta bazira se tehnikama “otvorene petlje” kako bi sekvencionirali i razdvojili dolazni promet. Ove tehnike podrazumijevaju korištenje taktičkih vektora poput smjera, brzine i visine, kako je već navedeno u tekstu, u svrhu slaganja dolaznog prometa u pravac za završni prilaz ILS-a (engl. *Instrument landing system*). Slijevna točka (engl. *Point merge*) je inovativna metoda razvijena od strane EUROCONTROL-a. Metoda koristi tehniku zatvorene petlje u kojoj se svi zrakoplovi sjedinjuju u jednoj predefiniciranoj točki. Slijevna točka bazira se na strukturi rute koja je naznačena u PMS-u (engl. *Point merge system* – PMS). Sam izgled ove metode unutar prostora TMA prikazan je na slici 16 gdje se može vidjeti točka sjedinjenja označena crnom bojom te krakovi sekvencioniranja koji su predstavljeni rozim i plavim točkama koje su ekvidistantne od točke sjedinjenja. Krakovi za sekvencioniranje služe za skraćivanje ili produživanje putanje leta dolaznog volumena prometa ovisno o tome trebaju li pojedini letovi izgubiti vrijeme ili dobiti vrijeme. Prednosti ovog rješenja očituju se u boljem općem predviđanju prometa te smanjenju radnog opterećenja kontrolora leta jer se radarsko vektoriranje, koje može biti izuzetno kompleksno i može stvarati visoko radno opterećenje, zamjenjuje s učinkovitijim i jednostavnijim mehanizmom za sinkronizaciju prometa [31].

ATC07.1 – AMAN Tools and Procedures



Slika 18. Prikaz evolucije napretka implementacijskog cilja koji se odnosi na AMAN alate i procedure

Izvor: [28]

Izbijanjem pandemije uzrokovane COVID-19 virusom, napredak za zračne luke LKPR – Prag, LROP - Bukurešt te EGCC – Manchester se skoro u potpunosti zaustavio. S druge strane, zračne luke poput LYBE – Beograd, LIRF – Rim Fiumicino, LIMC – Milan Malpensa, LPPT – Lisabon te EVRA – Riga napredak implementacije se odvija prema planu s planiranim završetkom implementacije do kraja 2022. godine [28]. Usporedbom ukupnog napretka ovog implementacijskog cilja za 2021. godinu u odnosu na prijašnje godine može se uočiti pozitivan rast sve do izbijanja pandemije uzrokovane COVID-19 virusom zbog koje su države financijska sredstva preusmjerili u gospodarski oporavak u 2020. i 2021. godini. Prema podacima s grafikona na slici 18, od 2015. do 2020. godine prosječno je jedna zračna luka u potpunosti završila implementaciju ovog cilja dok druga je pokazivala napredak od 60 %. Od 2020. godine napredak stagnira te se daljnji planirani napredak očekuje krajem 2022. godine [28].

7. Zaključak

Porast zračnog prometa kako u svijetu tako i u Europi praćen je određenim problemima. Europa, kao jedno od značajnih svjetskih geografskih područja za zrakoplovstvo, svojim povećanim volumenom prometa je također iskusila te probleme. Problemi se ponajviše očituju u prekapacitiranošću zračnog prostora što za sobom donosi negativne posljedice kao što su ekonomski gubitci, kašnjenja, smanjena operativna učinkovitost, negativan utjecaj na okoliš itd. Kako bi se dokinuli navedeni problemi Europska komisija je donijela inicijativu “Jedinstveno europsko nebo”. Cilj inicijative je postići održiv i efikasan zračni promet u Europi. Prvi korak je bio donošenje Prvog regulatornog paketa koji je postavio same temelje inicijative. Kroz godine, regulatorni paket se ažurirao i mijenjao kako bi se optimizirala ključna područja učinkovitosti.

Jedan od ključnih produkata drugog regulatornog paketa inicijative “Jedinstveno europsko nebo” je projekt SESAR. Ovaj projekt pokrenut je kako bi se definirale, razvile i implementirale nove tehnologije koje će podupirati europski sustav upravljanja zračnim prometom i sve veću prometnu potražnju te je zbog toga SESAR identificiran kao jedan od temeljnih stupova inicijative “Jedinstveno europsko nebo”. Ključni produkt SESAR-a, koji je proizašao iz njegove faze definicije, je ATM Master plan. ATM Master plan služi kao dogovoreni putokaz i alat za modernizaciju europskog sustava upravljanja zračnim prometom. U njemu su izneseni svi ciljevi koje je potrebno implementirati kako bi se postigli glavni ciljevi inicijative “Jedinstveno europsko nebo” sa pripadajućim tehnološkim rješenjima. Također, unutar ATM Master plana iznesena je SESAR-ova vizija o isporuci potpuno fleksibilnog i održivog europskog sustava upravljanja zračnim prometom. Kako se ta vizija zasniva na operacijama baziranim na putanji leta, visoke razine automatizacije i digitalizacije su imperativ. Pored toga, u ATM Master planu navedeno je 9 bitnih operativnih promjena. Bitne operativne promjene predstavljaju 9 strukturalnih evolucija europskog sustava upravljanja zračnim prometom koje će doprinijeti defragmentaciji europskog zračnog prostora te stvaranju efikasnog i održivog europskog zračnog prometa.

Kako je ATM Master plan opsežan dokument sa 3 razine pregleda, SESAR je razvio e-ATM portal. Portal je internetska platforma koja omogućava integrirani pregled cijelog ATM Master plan kroz sve 3 njegove razine ovisno o količini informacija kojima se želi pristupiti. Informacije unutar portala prikazane su na interaktivan način pomoću tablica, grafikona, mentalnih mapa te karata. Nedostatak portala očituje se pri pokušaju pristupa informacijama o europskoj ATM arhitekturi jer za te informacije potrebna je registracija u EUROCONTROL-ov OneSky ektranet što može potrajati nekoliko dana od slanja zahtjeva za registraciju do validacije.

Kako bi se pratio plan i stanje implementacijskih ciljeva unutar svake pojedine bitne operativne promjene, e-ATM portal pruža nekoliko oblika pregleda podataka o planu i stanju. Grafikoni sadrže generalne podatke o stanju implementacije te ne nude nikakve dodatne informacije poput stanja implementacije sudionika unutar pojedine države. S druge strane, karte i tablice sadrže više informacija koje se mogu iskoristiti pri analizi i daljnjem radu s tim podacima. Svi oblici prikaza informacija mogu se preuzeti u PDF, Excel ili PNG formatu ovisno o obliku prikaza informacija što znatno smanjuje potreban rad pri izvlačenju i analizi podataka što se može uočiti u posljednjem dijelu rada gdje su podatci s e-ATM portala prikazani na jasan način.

Nedostatak portala, pored onog navedenog u prijašnjem tekstu, očituje su njegovoj kompleksnosti i velikoj količini informacija. Traženjem određenih informacija ili podataka, korisnik može provesti veliku količinu vremena tražeći određenu informaciju ili podatak zbog velike količine istih. No, taj nedostatak se ne može izbjeći zbog velike količine podataka koji su povezani s inicijativom “Jedinstveno europsko nebo” te je, uzevši u obzir ovaj nedostatak, e-ATM portal izveden na izuzetno dobar i interaktivan način.

Literatura

- [1] Europska komisija. Communication from the Commission to the council and the European parliament - The creation of the single European sky. Brussels; 1999. Preuzeto s: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:51999DC0614> [Pristupljeno: 17. lipnja 2022.]
- [2] Bolic, T. Ravenhill, P. SESAR: The Past, Present, and Future of European Air Traffic Management Research. *Engineering*. 2021; 7(4): 448-451. Preuzeto s: <https://www.engineering.org.cn/en/10.1016/j.eng.2020.08.023> [Pristupljeno: 17. lipnja 2022.]
- [3] Modić A. *Mjerenje učinkovitosti pružatelja usluga u zračnoj plovidbi*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2013. Preuzeto s: <https://www.bib.irb.hr/684464> [Pristupljeno: 17. lipnja 2022.]
- [4] SESAR Joint Undertaking. *Single European Sky: About*. Preuzeto s: <https://www.sesarju.eu/background-ses> [Pristupljeno: 17. lipnja 2022.]
- [5] European Commission. *Single European Sky*. Preuzeto s: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/single-european-sky_en [Pristupljeno: 17. lipnja 2022.]
- [6] Europski parlament i Vijeće Europske Unije. *Uredba (EZ) br. 549/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o utvrđivanju okvira za stvaranje jedinstvenog europskog neba*. Izdanje: 2. Brussels; 2009.
- [7] Europski parlament i Vijeće Europske Unije. *Uredba (EZ) br. 550/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o pružanju usluga u zračnoj plovidbi u jedinstvenom europskom nebu*. Izdanje: 2. Brussels; 2009.
- [8] Europski parlament i Vijeće Europske Unije. *Uredba (EZ) br. 551/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o organizaciji i korištenju zračnog prostora u jedinstvenom europskom nebu*. Izdanje: 2. Brussels; 2009.
- [9] Europski parlament i Vijeće Europske Unije. *Uredba (EZ) br. 552/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 10. ožujka 2004. o interoperabilnosti Europske mreže za upravljanje zračnim prometom*. Izdanje: 2. Brussels; 2009.
- [10] SKYbrary. First Report on the Implementation of Single Sky Legislation. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/first-report-implementation-single-sky-legislation> [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]
- [11] SKYbrary. Regulation 1070/2009 – Improving the Performance of European Aviation System. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/regulation-10702009-improving-performance-european-aviation-system> [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]
- [12] SKYbrary. Single European Sky (SES) II. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/single-european-sky-ses-ii> [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]

- [13] Europska komisija. *Provedbena uredba Komisije (EU) br. 390/2013 od 3. svibnja 2013. o utvrđivanju plana performansi za usluge u zračnoj plovidbi i mrežne funkcije*. Izdanje: 2. Brussels; 2020.
- [14] Nastavni materijali iz predmeta Upravljanje protokom zračnog prometa.
- [15] Eurocontrol. *Performance Indicator – Horizontal Flight Efficiency Introduction*. Preuzeto s: <https://ansperformance.eu/methodology/horizontal-flight-efficiency-pi/> [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]
- [16] Europski parlament i Vijeće Europske Unije. *Uredba (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*. Izdanje: 1. Brussels; 2009.
- [17] SKYbrary. SESAR. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/sesar> [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]
- [18] Nastavni materijali iz predmeta Upravljanje protokom zračnog prometa.
- [19] Europska komisija. *SESAR 2020: developing the next generation of European Air Traffic Management*; 2014. Preuzeto s: https://www.sesarju.eu/sites/default/files/-factsheet_SESAR-final-web.pdf [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]
- [20] Europska komisija. *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - an action plan for airport capacity, efficiency and safety in Europe*. Izdanje: 1. Brussels; 2007.
- [21] European Commission. *Single European Sky II*. Preuzeto s: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/single-european-sky/single-european-sky-ii_en [Pristupljeno: 28. lipnja 2022.]
- [22] European Cockpit Association. *The FUTURE of FLYING in a Single European Sky*; 2015. Preuzeto s: https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/the_future_of_flying_in_a_ses_15_0411_online_f.pdf [Pristupljeno: 5. srpnja 2022.]
- [23] SESAR Joint Undertaking. *ATM Master Plan*. Publications Office of the European Union; 2020. Preuzeto s: <https://www.atmmasterplan.eu/> [Pristupljeno: 12. srpnja 2022.]
- [24] SESAR Joint Undertaking. *European ATM Master Plan*. Preuzeto s: <https://www.sesarju.eu/masterplan> [Pristupljeno: 12. srpnja 2022.]
- [25] Struna – Hrvatsko strukovno nazivlje. *automatizacija*. Preuzeto s: <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=4745> [Pristupljeno: 12. srpnja 2022.]
- [26] Eurocontrol. *System-wide information management*. Preuzeto s: <https://www.eurocontrol.int/concept/system-wide-information-management> [Pristupljeno: 12. srpnja 2022.]

- [27] SESAR. *EUROPEAN ATM ARCHITECTURE (EATMA)*; 2018. Preuzeto s: https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/projects/EATMA_WAC-Factsheet-online.pdf [Pristupljeno: 12. srpnja 2022.]
- [28] eATM Portal. Preuzeto s: <https://www.atmmasterplan.eu/> [Pristupljeno: 25. srpnja 2022.]
- [29] International Civil Aviation Organisation. *Aviation System Block Upgrade (ASBU) Implementation Monitoring Report*. Preuzeto s: [https://www.icao.int/EURNAT/Pages/Aviation-System-Block-Upgrade-\(ASBU\)-Implementation-Monitoring-Report-.aspx](https://www.icao.int/EURNAT/Pages/Aviation-System-Block-Upgrade-(ASBU)-Implementation-Monitoring-Report-.aspx) [Pristupljeno: 8. kolovoza 2022.]
- [30] Europska komisija. COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2021/116 of 1 February 2021 on the establishment of the Common Project One supporting the implementation of the European Air Traffic Management Master Plan provided for in Regulation (EC) No 550/2004 of the European Parliament and of the Council, amending Commission Implementing Regulation (EU) No 409/2013 and repealing Commission Implementing Regulation (EU) No 716/2014. Brussels; 2021.
- [31] SESAR Joint Undertaking. *Step 1 AMAN + Point Merge in E-TMA – SPR*; 2011. Preuzeto s: https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/solution/Sol1108%205%20AMAN%2BPoint%20Merge_SPR.pdf [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]

Popis slika

Slika 1. Glavni ciljevi SES-a	3
Slika 2. Prikaz HFE-a	9
Slika 3. Prikaz U – space faza.....	22
Slika 4. Prikaz tema e-ATM portala	27
Slika 5. Prikaz rješenja vezanih za bitnu operativnu promjenu	28
Slika 6. Stanje ciljeva implementacije	29
Slika 7. Prikaz ATM sposobnosti prema području primjene	30
Slika 8. Prikaz dijela čvorova	31
Slika 9. Prikaz usluga prema području primjene	32
Slika 10. Prikaz stanja implementacije svih ciljeva implementacije	35
Slika 11. Dijagram odjeljka Praćenje e-ATM portala	36
Slika 12. Prikaz podataka ciljeva implementacije	36
Slika 13. Prikaz povezanosti ciljeva implementacije s ostalim elementima ATM Master plana	37
Slika 14. Prikaz statusa i napretka cilja implementacije u Europi	38
Slika 15. Tablični prikaz podataka vezanih za odabrani implementacijski cilj u Excel formatu	39
Slika 16. Prikaz metode sjedinjenja točaka.....	41
Slika 17. Prikaz stanja implementacijskog cilja koji se odnosi na AMAN alate i procedure..	42
Slika 18. Prikaz evolucije napretka implementacijskog cilja koji se odnosi na AMAN alate i procedure.....	43

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ završni rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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 završnog/diplomskog rada pod naslovom Implementacija bitnih operativnih promjena u sustavu ATM-a Jedinstvenog europskog neba u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 30. 8. 2022.

MATEJ KOLIĆ
(ime i prezime, potpis)

