



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI ÉS JÁRMŰMÉRNÖKI KAR
KÖZLEKEDÉS- ÉS JÁRMŰIRÁNYÍTÁSI TANSZÉK

Tanszéki beszámoló

A SESAR program és az AUTOPACE projekt áttekintése

Póta Bence

Konzulens: Dr. Szabó Géza

2020

Tartalom

Bevezetés	3
SESAR program általános bemutatása	4
AUTOPACE projekt	9
Felhasznált Irodalom	20

Bevezetés

A légitársaságok napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő iparága. A Wright testvérek első repülése óta eltelt kicsit több mint 115 évben a légitársaságok a legbiztonságosabb közlekedési formává nőtte ki magát. A 2018-as évben az IATA (International Air Transport Association - Nemzetközi Légitársasági Szövetség) adatai szerint globálisan 4,3 milliárd utas szállt repülőre világszerte.

Ennek a hihetetlen nagy és folyamatosan növekvő forgalomnak a kezelését végzik világszerte a légitársasági irányító szervezetek. Ehhez szükségük van képzett légitársasági irányítókra és műszaki támogató eszközökre. A technikai fejlettség ellenére ebben a közlekedési ágazatban a forgalom irányítása teljes mértékben a humán operátorra hárul. Ez azt jelenti, hogy az infrastruktúra maximálisan segíti az irányítók munkáját, azonban teljes mértékben az irányító felelőssége a repülőgépek közötti elkülönítési minimumok biztosítása.

Az utóbbi időben, még a koronavírus járvány előtt a forgalom akkora volt Európában, hogy a körzeti irányító szervezetek a kapacitásaik határán működtek, ami sokszor késéseket okozott. A válság után nagy valószínűséggel a forgalom néhány éven belül fog csak visszaállni a járvány előtti szintre, majd később további növekedés is elképzelhető.

Az európai légitársaságok problémáinak megoldására, illetve az iparág megújítása érdekében az Európai Tanács létrehozta a SESAR projektet. A SESAR célja, hogy az európai ATM rendszerek korszerűsítése és összehangolása révén javítsa a légitársasági szolgáltatás (ATM) teljesítményét.

SESAR program általános bemutatása

Az egységes európai égbolt ATM kutatási (SESAR) projektet 2004-ben indították el, mint az egységes európai égbolt (SES-Single European Sky) technológiai pillérét. Szerepe az, hogy meghatározza, fejlessze és telepítse az ATM teljesítményének növeléséhez és az európai intelligens légi közlekedési rendszer kiépítéséhez szükséges rendszereket. A SESAR közös vállalkozást (SESAR Joint Undertaking) 2007-ben alapították köz- és magán tőke bevonásával, amely felel az európai légiforgalmi szolgáltatási rendszer (ATM) korszerűsítéséért, az ATM-re vonatkozó valamennyi kutatási és innovációs erőfeszítés összehangolásával és összpontosításával az EU-ban. A SESAR közös vállalkozást (SJU) a 2007. február 27-i 219/2007 / EK tanácsi rendelettel (a 1361/2008 / EK tanácsi rendelettel (SJU rendelet) módosítva) hozták létre és legutóbb az Európai Tanács 721/2014 / rendeletével módosították. [1]

Ahogy az előző bekezdésben említettem a SESAR közös vállalkozást az Európai Tanács 219/2007/EK rendeletben hozták létre. Annak érdekében, hogy a SESAR program lényegét és létrehozásának indokoltságát érteni lehessen, szeretnék idézni néhány bekezdést a rendelet bevezető szövegéből, ezek a következők:

- „Az európai légiforgalmi szolgáltatás korszerűsítésére irányuló projekt (a SESAR-projekt) az egységes európai égbolt technológiai eleme. Célja, hogy 2020-ra a Közösség számára a légi közlekedés biztonságos és környezetbarát fejlesztését lehetővé tevő hatékony légiforgalmi irányítási infrastruktúra alakuljon ki, teljes mértékben felhasználva az olyan programok, mint a GALILEO technológiai vívmányait.
- A Közösségnek az Eurocontrolhoz való csatlakozását követően a Bizottság és az Eurocontrol az egységes európai égbolt megvalósítása, valamint a légiforgalmi irányítás területén a kutatási és fejlesztési tevékenységek vonatkozásában együttműködési keretmegállapodást írt alá
- A SESAR-projekt arra hivatott, hogy a Közösségben korábban szórványosan és össze nem hangoltan folytatott kutatási és fejlesztési tevékenységeket egyesítse és koordinálja, beleértve a Közösségnek a Szerződés 299. cikke (2) bekezdésében említett legtávolabbi, legmesszebb fekvő régióit is.
- Kutatási és fejlesztési tevékenységek párhuzamos folytatásának elkerülése érdekében a SESAR-projekt összességében nem növeli meg a légtérfelhasználók kutatási és fejlesztési erőfeszítésekhez való hozzájárulásának mértékét.
- A SESAR-projekt három szakaszból áll: meghatározási szakasz, kiépítési szakasz és üzemeltetési szakasz
- A SESAR-projekt meghatározási szakaszának célja, hogy definiálja a különböző technológiai lépéseket, a korszerűsítést célzó programok prioritásait és az operatív végrehajtási terveket. A programot a Közösség és az Európai Szervezet a Légi Közlekedés Biztonságáért (Eurocontrol) szervezet társfinanszírozza.

- A meghatározási szakasz 2005 októberében kezdődött, és azt az Eurocontrol felelőssége mellett nyilvános versenytárgyalás során kiválasztott vállalkozások konzorciuma hajtja végre. E szakasz 2008-ig tart, és az európai légiszolgáltatási főtervet eredményezi majd. Ez a terv határozza meg a célfogalmak végrehajtására vonatkozó munkaprogramot, beleértve a különböző üzemeltetési stratégiákat is.
- A meghatározási szakaszt a kiépítési szakasz követi majd (2008–2013), amely új eszközöket, rendszereket vagy szabványokat fejleszt ki, ami biztosítani fogja a konvergenciát egy teljes mértékben interoperábilis európai légiforgalmi szolgáltatási rendszer felé.
- A kiépítési szakasz az üzemeltetési szakasszá (2014–2020) változik, amely az új légiforgalmi szolgáltatási infrastruktúra nagyszabású létrehozását és végrehajtását jelenti. Az infrastruktúra teljes mértékben harmonizált és interoperábilis összetevőkből áll, ami garantálja a magas színvonalú légiközlekedési tevékenységeket Európában.
- A közös vállalkozás fő feladata a SESAR-projekt kutatási, fejlesztési és hitelesítési tevékenységeinek irányítása a köz- és magánszektor általi, tagjaitól származó finanszírozás összekapcsolásával és külső szakmai források – különösen az Eurocontrol tapasztalatának és szakértelmének – felhasználásával.
- Az iparág jelentős részvétele a SESAR-projekt alapvető eleme. Ezért alapvető fontosságú, hogy a SESAR-projekt kiépítési szakaszában az állami költségvetést az iparág hozzájárulásai egészítsék ki
- A közös vállalkozás non-profit jogi személy, amely forrásainak összességét egy európai érdekű, közszféra által irányított kutatási projekt irányításának szenteli. Két alapító tagja a tagállamaik nevében eljáró nemzetközi szervezet. Ezt a jogi személyt tehát a lehető legnagyobb mértékben fel kellene menteni a fogadó állam adói alól.” [2]

A rendelet mellékletének 21. cikkében a felelősség kérdését is tisztázza a dokumentum:

- „A közös vállalkozás a kötelezettségei teljesítéséért kizárólagos felelősséggel tartozik
- A közös vállalkozás szerződéses felelősségére nézve a vonatkozó szerződési rendelkezések és az adott szerződésre alkalmazandó jog az irányadó.” [2]

A rendeletet kétszer módosították, először 2008-ban, majd ezt követően 2014-ben, amikor a SESAR időtartamát 2024-ig meghosszabbították. A 2014-es rendelet a következő célokat határozta meg a program meghosszabbításával párhuzamosan:

- „Az egységes európai égbolt légiforgalmi szolgáltatási kutatási és fejlesztési projekt (SESAR-projekt) az európai légiforgalmi szolgáltatás (ATM) korszerűsítésére irányul, és egyben az egységes európai égbolt technológiai pillére. Célja, hogy 2030-ig a légi közlekedés biztonságos és környezetbarát fejlesztését lehetővé tevő hatékony légiforgalmi irányítási infrastruktúrát alakítson ki az Unióban.
- A SESAR-projekt három, egymással összefüggő, folyamatosan kibontakozó együttműködési folyamatból épül fel: a tartalom és a prioritások meghatározásából, a

SESAR-koncepció új technológiai rendszereinek, rendszerlemeinek és operatív eljárásainak kialakításából, valamint az egységes európai égbolt teljesítménycéljainak elérését szolgáló új generációs ATM-rendszerek kiépítésére vonatkozó tervekből.

- A közös vállalkozás 2024. december 31-én megszűnik. Az Európai Parlament és a Tanács 1291/2013/EU rendeletével létrehozott» Horizont 2020 «kutatási és innovációs keretprogram (2014–2020) (a továbbiakban: »Horizont 2020« keretprogram) időtartamának figyelembevétele érdekében a közös vállalkozás keretében meghirdetett pályázati felhívásokat legkésőbb 2020. december 31-ig közzé kell tenni. Kellően indokolt esetekben 2021. december 31-ig ki lehet írni pályázati felhívásokat.» [3]

Az SES fő célkitűzései a következők:

- az európai légtér átalakítása a légi forgalmi áramlatok függvényében
- további kapacitás létrehozása
- a légiforgalmi szolgáltatási rendszer általános hatékonyságának növelése.

E célok teljesítése érdekében az Európai Bizottság a következő magas szintű célokat tűzte ki:

- Háromszoros kapacitásnövelést tesz lehetővé, amely csökkenti a késedelmeket mind a földön, mind a levegőben
- Növelje a biztonságot 10-szeresére
- 10%-kal csökkenti a repülések környezetre gyakorolt hatásait
- ATM-szolgáltatásokat kell biztosítani a légtérfelhasználók számára legalább 50% -kal kevesebb költséggel [4]

A SESAR program egyik nagyon fontos dokumentuma az úgynevezett ATM főterv (ATM Master Plan). Erre többször hivatkozik a közös vállalkozást létrehozó rendelet is:

- „A közös vállalkozás 8 évvel a SESAR-projekt meghatározási szakaszának eredményeképpen létrejövő európai légiszolgáltatási főterv (az ATM főterv) Tanács általi jóváhagyását követően szűnik meg. Ilyen jóváhagyásról a Bizottság javaslata alapján a Tanács határoz.
- Az ATM főtervet közölni kell az Európai Parlamenttel.
- A közös vállalkozás hatályát, irányítását, finanszírozását és időtartamát adott esetben a Tanács vizsgálja felül a Bizottságtól érkező javaslat alapján, a projekt és az ATM főterv alakulásának megfelelően, figyelembe véve a 7. cikkben említett értékelést.
- A közös vállalkozásnak működőképesnek kell lennie legkésőbb akkor, amikor az ATM főtervet a közös vállalkozáshoz eljuttatták.» [2]

Az európai ATM főterv az elfogadott ütemterv, amely az ATM kutatási és fejlesztési tevékenységeit összekapcsolja a telepítési foratókönyvekkel a SES teljesítménycélok elérése érdekében. Az európai ATM-főterv kezdeti változata, amely a SESAR-projekt meghatározási folyamatának első szakaszából származik, képezi a SESAR-projekt fejlesztési és telepítési

tevékenységeinek alapját. Ezt a kezdeti főtervet a Tanács 2009. március 30-án hagyta jóvá. Az ATM-főterv első fontos frissítése, amelyet 2012-ben hagytak jóvá, meghatározza azokat az „alapvető operatív változtatásokat”, amelyeket végre kell hajtani az új SESAR-konceptió 2030-ig történő teljes bevezetéséhez. A második fontos frissítés, amelyet 2015. december 15-én hagytak jóvá, pontosítja a teljesítményt és a technológiát egyesítő jövőképet 2035-ig. Hivatkozik a SESAR 2020 kutatási és innovációs programra és a kísérleti közös projekt legfontosabb jellemzőire. Az ember szerepe és a változásmenedzsment megközelítés lett kiemelve miközben két ATM-re ható konkrét téma kerül bevezetésre: a kiberbiztonság és a drónok. Ez elősegíti a katonaság átfogóbb bevonását. [5]

Az ATM-főterv egy fejlődő dokumentum. Az ATM főtervének minden frissítése újraaktiválja a meghatározási folyamatot, amely az új ATM rendszerek követelményeit hozzáigazítja a fejlődő SES teljesítménycélokhoz és a működési funkcionalitáshoz, és e követelményeket beépíti a következő SESAR folyamatokba.(kutatás, fejlesztés és üzemeltetés) [5]

Ahogy az előzőekben felleveztem a SESAR egy nagy projekt, ami a légiközlekedés minden szegmensét érinti, és sok kisebb projektet is tartalmaz. A SESAR kutatási projektek négy kulesterülettel foglalkoznak, nevezetesen:

- Repülőtér működtetése
- Hálózat működtetése
- Légi forgalmi szolgáltatások
- Technológiai lehetőségek.

A kutatási projekteket szintén három részre osztják:

- Feltáró kutatás
- Ipari kutatás
- Érvényesítés és nagyon nagyszabású demonstrációk. [6]

Ezek közül a projektek közül szeretnék néhányat felsorolni és bemutatni röviden:

- MASTER PLAN MAINTENANCE: A projekt célja az európai ATM-főterv (végrehajtás, tervezés és architektúra, megvalósítás) és az ahhoz kapcsolódó portál fenntartása, frissítése és összehangolása. A projekt összefogja a SESAR 2020 tagjainak hozzájárulásait, biztosítva ezzel a léginavigációs szolgáltatók, a repülőterek, a légi és földi ipar, valamint a hálózatkezelő által megkövetelt széles ATM reprezentativitást; melyek mindegyike érdekelt az ATM jövőbeli fejlesztésében [7]
- ADVANCED INTEGRATED RPAS AVIONICS SAFETY SUITE (AIRPASS): A drónszolgáltatások iránti igény folyamatosan növekszik, és jelentős gazdasági növekedéssel és társadalmi haszonnal járhat. Ennek a lehetőségnek a kiaknázása érdekében a nyilatkozat „sürgős fellépésre szólít fel a légtér dimenziója vonatkozásában, különös tekintettel az U-space koncepciójának fejlesztésére”. A U-space (az amerikai

pilóta nélküli forgalomirányítás európai verziója) új szolgáltatások és speciális eljárások összessége, amelyek célja a nagyszámú drón számára a biztonságos, hatékony és biztonságos belépés a légtérbe. Ez lehetővé teszi a magas szintű automatizálás melletti komplex drónműveleteket minden típusú működési környezetben, ideértve a városi területeket is. Az U-space működési koncepciójának meghatározása és érvényesítése érdekében számos projektet definiáltak, és egyikük az AIRPASS. [8]

- **NOVEL TOOLS TO EVALUATE ATM SYSTEMS COUPLING UNDER FUTURE DEPLOYMENT SCENARIOS – DOMINO:** Az európai ATM-rendszer fejlődik. Architektúrájának megváltoztatása olyan potenciális hatásokat idéz elő, amelyek túlmutatnak a helyi alkalmazáson. A SESAR kezdeményezések révén bevezetett módosítások, valamint a szélesebb körű technológiai és irányelvi változtatások eredményeként létrejött független alrendszerek hatással lehetnek egymásra, a magas szintű összekapcsolódás miatt. Ezen túlmenően ezen alrendszerek összekapcsolása különféle érdekelt felek között eltérő lehet, mivel a terjedési hatások a hálózaton nem feltétlenül azonosak az egyes érdekelt felek szempontjából. A Domino új központi és okozati mutatókat határoz meg, amelyeket kifejezetten az ATM-hez terveztek. [9]
- **HUMAN PERFORMANCE NEUROMETRICS TOOLBOX FOR HIGHLY AUTOMATED SYSTEMS DESIGN – STRESS:** A STRESS megvizsgálta a fokozott automatizálás felé való elmozdulás emberi teljesítménnyel kapcsolatos kérdéseit, előnyeit és hatásait. Ez a légiforgalmi irányító rendszerek új generációjára vonatkozik, amely várhatóan (részben) önállóan fog döntéseket hozni és feladatokat végrehajtani, amelyeket jelenleg a légiforgalmi irányítók végeznek. A légiforgalmi irányító továbbra is felelős a rendszer biztonságos üzemeltetéséért, de szerepük az aktív irányítói szereptől, a felügyelő szerep felé tolódik el. A téma feldolgozása során a STRESS a jövőbeli emberi teljesítmény burkológörbe (HPE) konfigurációjára összpontosított. A várható jövőbeli irányítói szerep alapján a STRESS az éberséget, a figyelmet, a mentális terhelést, a feladatok kognitív kontrolljának típusát és a stresszt választotta és vizsgálta releváns emberi tényezőkként, és mindegyikükönél kifejlesztette a neurofiziológiai mutatókat. [10]
- **ADVANCED PREDICTION MODELS FOR FLEXIBLE TRAJECTORY-BASED OPERATIONS – ADAPT:** A projekt stratégiai modelleket javasol a forgalmi igények mennyiségének, rugalmasságának és összetettségének előrejelzésére, figyelembe véve mind az egyes járatokat, mind a hálózati infrastruktúrát (azaz a szektorokat és a repülőtereket). A cél a korai repülési információk megosztásának lehetővé tétele a lehetséges hálózati szűk keresztmetszetek és az összes járat rugalmasságának azonosítása érdekében. Taktikai szinten azt kell értékelnünk, hogy a stratégiaileg megbecsült indulás előtti és az útvonalon történő repülés rugalmassága milyen mértékben enyhíti a tényleges hálózati torlódásokat. [11]

AUTOPACE projekt

Az AUTOPACE megvizsgálta azokat a készségeket és képzési stratégiákat, amelyek szükségesek lesznek az automatizálással kapcsolatos kihívások kezeléséhez és az irányítók munkájának lehetővé tételéhez. A projekt először meghatározta a névleges és a névlegestől eltérő helyzeteket a 2050-re várható legvalószínűbb jövőbeli működési forgatókönyvek szerint. Ezután kidolgozott egy pszichológiai modellt annak érdekében, hogy jobban megértsük az emberi viselkedés és az automatizálás kölcsönhatásait. [12] A névleges és a névlegestől eltérő (például automatizálási hibák) körülményeket azonosította és leírta a projekt. A tanulmány konkrét követelményeitől kezdve, amelyek középpontjában az automatizálási szempontok és a 2050-es időhorizont áll, az ATC szempontjából, a dokumentum leírja a három fázist, amelyet követtek az AUTOPACE forgatókönyvek összegyűjtésére:

1. 2035. évi AUTOPACE ConOPS (Concept of Operations) meghatározása;
2. 2050-es AUTOPACE ConOps (Concept of Operations) meghatározás;
3. AUTOPACE forgatókönyvek azonosítása és leírása. [13]

Az AUTOPACE ConOps leírása három fő részben található, amelyek a műveletek és az eljárások, a rendszerek és a személyzet változásait elemzik. A jövőbeni automatizálási forgatókönyveket az automatizálási funkciók fejlesztése, és ennek következtében a személyzet szerepének és felelősségének változása alapján határozzák meg. Meghatározták és leírták a nem névleges helyzeteket. A rendszerhibákat relevánsnak tekintik az irányító teljesítményének befolyásolása és a funkciók hiánya miatt. [13]

2035 AUTOPACE ConOps

Működési környezet és eljárások

Forgalmi karakterisztika

Ezt a szakaszt az EUROCONTROL előrejelzésének megfelelően írták le. Négy forgalmi igény-előrejelzést fogalmaztak meg, figyelembe véve a forgalmi környezet eltérő alakulását:

- **A előrejelzés:** Globális növekedés (technológiai növekedés): Erős gazdasági növekedés az egyre globalizálódó világban olyan technológiával, amelyet sikeresen alkalmaznak a fenntarthatósági kihívások, például a környezet vagy az erőforrások rendelkezésre állásának hatásainak enyhítésére
- **C előrejelzés:** Szabályozott növekedés: Mérsékelt gazdasági növekedés, a szabályozással összehangolva a környezeti, társadalmi és gazdasági igényeket a növekvő globális fenntarthatósági aggályok kezelése érdekében. Ezt a forgalmi előrejelzést úgy alakították ki, mint a négy közül a "legvalószínűbb", a legjobban követve a jelenlegi tendenciákat.

- **C' előrejelzés:** Boldog „lokalizmus”: ezt az előrejelzést a jövőbeni alternatív út felkutatására vezetik be. Az európai gazdaságok egyre törekenyebbé válásával, a növekvő költségnyomással, a szigorúbb környezeti korlátokkal, az európai légi utazás alkalmazkodni fog az új globális környezethez, de egy befelé néző perspektívával, mely azt jelenti, hogy kevésbé lenne globalizált, nagyobb lenne az Európai Unión belüli kereskedelem. Ezen felül az Európán kívülre irányuló szabadidős utazások lassú növekedése várható, az EU-n belüli utazások mellett. Több pont-pont forgalom várható Európán belül. Ez nem azt jelenti, hogy Európa nem növekszik, vagy nem alkalmazkodik az új technológiákhoz és az innovációhoz, de a lokális forgalom a hangsúlyos. Habár ez az előrejelzés többnyire a C előrejelzésen alapul (amint a neve is jelzi), más előrejelzések egyes aspektusait is átveszi, például a D előrejelzés magasabb üzemanyagárait vagy alacsony számú üzleti repülő forgalmat.
- **D előrejelzés:** Töredezett világ: A régiók közötti növekvő feszültségek világa, több biztonsági fenyegetéssel, magasabb üzemanyagárrakkal, csökkent kereskedelmi és közlekedési integrációval, és a gyengébb gazdaságok hatásaival. [13]

A dokumentum az előbb említett négy előrejelzéssel számol alapvetően. A legvalószínűbb a C (szabályozott növekedés) előrejelzés 2035-re, ami 14,4 millió járattal számol, ez a szám 20% -kal több, mint 2012-ben. Ez esetben az átlagos éves növekedés 1,8%, vagy körülbelül a 2008-ig tartó 40 évben megfigyelt arány fele. [13]

A légi forgalom növekedését korlátozza a repülőtereken rendelkezésre álló kapacitás; A EUROCONTROL STATFOR hosszú távú előrejelzése a repülőterek által bejelentett kapacitási terveken alapul és ez alapján arra a következtetésre jut, hogy a legvalószínűbb előrejelzés (C előrejelzés) szerint, körülbelül 1,9 millió járatot (ami a kereslet 12% -át teszi ki) nem fognak fogadni 2035-ben. [13]

Ráadásul több hosszú távú (long haul) utazás várható; az utazásonkénti átlagos távolság 2019 és 2035 között körülbelül 8%-kal növekszik az európai indulások esetében. [13]

Forgalom összetétele

Figyelve a forgalom eloszlását és annak fejlődését a légitársaságok üzleti modelljeinek szegmentálása révén az Airbus azt várja, hogy az olcsó légitársaságok (LCC) továbbra is növelik a rövid távú forgalom globális piaci részesedésüket. Területileg egyes rövid távú piacokon, például Nyugat-Európán belül várhatóan nagyobb lesz az alacsony költségű piaci jelenlét. Európában az olcsó légitársaságok forgalma eléri a teljes forgalom több mint 40%-át (csaknem 50%-ot, ha csak Nyugat-Európát vesszük figyelembe). Az európai alacsony költségű modellt a szabadidős utazók nagyon nagy piaca tartja fent. Ezt képviselik mind a jól bevált nyugati, mind az újabb kelet-európai olcsó légitársaságok. [13]

A flottát tekintve az európai flotta több mint 20% -a 15 évesnél idősebb, és ezek nagy részét 2020 előtt tervezik lecserélni. Ez a növekedési várakozásokkal együtt 5950 új átadást

eredményez, a több mint 100 ülőhelyű utasszállító repülőgépek esetén. A szállítások közül várhatóan 1421 két folyosós és nagyon nagy repülőgép (VLA) fedezi a nagyobb repülőgépek igényét, és 4529 egyfolyosós repülőgép átadásával jár, ami odavezet, hogy hagyományos légitársaságok fogják üzemeltetni a teljes flotta 50%-át 2030-ig, és az olcsó légitársaságok az egyfolyosós gépekre fókuszálnak, ami az európai flotta 29%-át fogja kitenni addigra.[13]

Forgalmi áramlatok

A forgalmi áramlatokat úgy definiálják, mint amelyek az 13. ábrán felsorolt forgalmi régiók egyikébe vagy onnan érkeznek. Minden forgalmi régió számos forgalmi zónából áll (= államok). Ami Európát illeti, két régióra oszlik: ESRA és Egyéb Európa. Áramlati szempontok alapján az ESRA egy Észak-nyugati régióra, amely telített légiforgalmi piacokból áll, a Kanári-szigetektől Törökországig terjedő mediterrán régióra, amely jelentős turisztikai elemmel rendelkezik, és egy keleti régióra oszlik. Az „Egyéb Európa” régió (azaz nem az ESRA) magában foglalja az ESRA határa mentén fekvő államokat, Grönlandtól az Urálig és Azerbajdzsánig terjed.[13]



1. ábra: A forgalmi statisztikákban használt forgalmi régiók térképe

(forrás: EUROCONTROL, Challenges of Growth 2013, Task 4: European Air Traffic in 2035, June 2013)

A dokumentum felvázol forgalmi előrejelzéseket, de ezek különböző számításokon alapulnak, és ennél fogva mindig van bennük egy bizonytalansági faktor.

Körzeti légtér szervezése és menedzsmentje

Légtér osztályok

Az ellenőrzött és a nem ellenőrzött légtér osztályozására vonatkozó jelenlegi Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO) követelményei továbbra is érvényesek annak meghatározására, mely légiforgalmi szolgáltatásokat kell nyújtani egy adott légtérben. Ezenkívül a SESAR az irányított és nem irányított légtér megfogalmazást használja. Meg kell jegyezni, hogy ezt a megfogalmazást a SESAR kezdeti üzemeltetési koncepciójának meghatározási szakaszában vezették be, anélkül, hogy különbséget tett volna a mai ellenőrzött (A, B, C, D, E) és a nem ellenőrzött légtér (F, G) között. Ezért mostantól az irányított vagy ellenőrzött légtér fogalmát a dokumentumban ekvivalensen fogják használni (ugyanaz a megjegyzés vonatkozik a nem irányított és a nem ellenőrzött légtérre is).[13]

A légtérosztályok osztályozása néhány kulcsfogalomtól függ:

- **Repülési szabályok:** A légi járművek vizuális repülési szabályok (VFR) vagy műszeres repülési szabályok (IFR) szerint üzemelhetnek. Van egy közbenső forma, a Speciális Vizuális Repülési Szabályok (SVFR).
- **Elkülönítés:** Egy adott minimális távolság fenntartása a légi jármű és egy másik légi jármű vagy a terep között az ütközések elkerülése érdekében, általában annak segítségével, hogy a repülőgépeknek meghatározott szinten vagy sávban kell repülni, meghatározott útvonalakon vagy bizonyos irányokban, vagy a repülőgép sebességének szabályozásával.
- **Engedély:** Az ATC által a légi jármű számára megadott engedély a repülési engedélyben foglalt bizonyos feltételek mellett történő továbblépésre.
- **Forgalmi információk:** Az ATC által nyújtott információk a repülést veszélyeztető más légi járművek helyzetéről és szándékáról, ha azok ismertek. [13]

Az útvonalak kapacitásigénye a körzeti légtér kategorizálásában is jellemző:

- Nagyon nagy kapacitás (VHC): Útvonalon több mint 300 mozgás egy forgalmas órában
- Nagy kapacitás (HC): Útvonalon 200 és 300 közötti mozgás egy forgalmas órában
- Közepes kapacitás (MC): Útvonalon 50 és 200 közötti mozgás egy forgalmas órában
- Alacsony kapacitás (LC): Útvonalon kevesebb, mint 50 mozgás egy forgalmas órában [13]

Körzeti légtér szervezése

Az ATM optimalizálása céljából az európai légtérrel kontinuumnak kell tekinteni, és nem korlátozható nemzeti vagy funkcionális légtérblokk (FAB) határokkal vagy FIR határokkal, és nem feltétlenül kötelező a megosztás szintje a magas és az alacsony légtér között. A légtérfelhasználók minden igényét méltányosság alapján kell megvizsgálni, és a légtér erőforrásainak a lehető legnagyobb mértékben figyelembe kell venniük a felhasználó igényeit.

A légtér szervezése és annak menedzselése a legjobb „légtérkonfigurációkat” kínálja az üzleti és a küldetés által előnyben részesített trajektória igényekhez igazítva, figyelembe véve a veszélyzónákat, miközben biztosítja az ATM-szolgáltatások magas szintű biztonságát, és kellőképpen figyelembe veszi az egyes államok biztonsági és védelmi igényeit. [13]

Free route légtér karakterisztika

A free route koncepció megfelel egy légtérfelhasználó azon képességének, hogy az útvonalat a saját igényei szerint meghatározott szegmensek szerint megtervezze / újratervezze. A felhasználó által definiált szegmens egy nagy kör szegmense, amely összeköti a két felhasználó által meghatározott vagy közzétett útvonalpont bármelyik kombinációját. 2035-ben a Free route koncepciót kiterjesztik a magas és a nagyon magas komplexitású légterekre is, és továbbra is az összes repülési szakaszra vonatkoznak (azaz emelkedés, repülés és leszállás), amelyek nagyobb hatással vannak az átmenetre a kibővített TMA területtel.

A free route légtér egy oldalirányban és függőlegesen meghatározott légtér, amely lehetővé teszi a szabad útvonal lerepülését a be- és kilépési funkciókkal együtt. Ezen légtérben a járatok továbbra is a légiforgalmi irányítás hatáskörébe tartoznak.

A felhasználó által előnyben részesített útvonal (UPR), amit a tervezési fázisban határoz meg a felhasználó, kifejezi az ő üzleti és küldetési szándékait. Az UPR a repülés teljes levegőben töltött szakaszát írja le. A légtérfelhasználók szabadon meghatározhatják az útvonalukat, figyelembe véve a már meghatározott és megosztott korlátozásokat. A Free Route Airspace létrehozásához helyi és regionális szinten kiegészítő infrastruktúrára van szükség.[13]

Flexible use of airspace (FUA)-Rugalmas légtérhasználat

A légtér speciális rugalmas felhasználásának (AFUA) koncepcióját és a küldetési trajektória (MT) alkalmazását úgy tervezték, hogy lehetővé tegyék a katonai missziók és képzések elvégzését a kért igények szerint. A légtér kiosztása, figyelembe véve a polgári és katonai felhasználók igényeit (AFUA koncepció), folyamatos tevékenység, amelyet CDM (collaborative decision making)-folyamaton keresztül hajtanak végre a polgári / katonai légtérmegosztás optimális megoldásának kidolgozása és kollektív megállapodás elérése érdekében. Ez a teljes integráció lehetővé teszi a légtérkonfigurációk legoptimálisabb alkalmazását minden szinten, biztosítva a különböző teljesítménycélok lehető legjobb egyensúlyát. Az üzleti vagy küldetési trajektóriát hatékonyabban kell kidolgozni az általános tervezési tevékenységek / szolgáltatás szempontjából. Az automatizált folyamatokat földi és légi szegmensben hajtják végre annak érdekében, hogy a megosztott küldetési pálya (SMT) leírása és a referencia küldetési pálya (RMT) végrehajtása következetes legyen. [13]

Kétféle folyamat lép működésbe:

- Automatizált légtér-elosztási folyamat a tervezési fázisok során végzett automatikus együttműködési döntéshozatali folyamatok révén (SBT / SMT).
- Automatizált légtérállapot- / megjelenítési folyamatok a repülés végrehajtása során (RMT)

Ezért az optimalizált kereslet- és kapacitás-kiegyensúlyozó (DCB) folyamatok révén egyensúlyozzák ki az ATM-erőforrásokat a kereslettel szemben annak érdekében, hogy:

- Optimalizált és folyamatos legyen a hálózati működési terv (NOP) folyamat (tervezés / végrehajtás) és adatbevitel
- A legpontosabb pályainformációk és
- Új légtér-struktúrák és légtér-foglalási eljárások a jobb polgári-katonai és katonai-katonai együttműködés támogatására. [13]

Működési módszer

A fő működési csomagok, amelyek a működési koncepcióval foglalkoznak, a következők:

- 4D trajektória menedzsment
- Konfliktuskezelési és elkülönítési módok
- Légi biztonsági hálók
- Forgalom szinkronizálás
- A kereslet és a kapacitás kiegyensúlyozása a körzeti légtérben [13]

4D Trajectory Management

A cél egy trajektóriára épülő ATM-rendszer, amelyben a felhasználók a 4D-s pályainformációk és a meghatározott üzleti / küldetési prioritások révén optimalizálják üzleti és küldetési pályáikat a hálózaton.

A pálya - a légtérfelhasználó üzleti / küldetési szándékait reprezentálja; valamint az ATM és a repülőtéri korlátozások integrálása - minden egyes repüléshez kidolgozásra és elfogadásra kerül, egy olyan pálya, amely a felhasználó számára is elfogadható, a légiforgalmi irányító szolgálat és a repülőtér pedig hozzájárul. A trajektória alapú műveletek, amelyek minden típusú repülést befogadnak, biztosítják, hogy a légtérfelhasználó a szándékához közeli repülési pályáját repülje. Bizonyos helyzetekben azonban teljes mértékben elismerik annak szükségességét, hogy bizonyos repüléseket és tevékenységeket meghatározott légtéren belül irányítsanak. Állóhelytől állóhelyig terjedő 4D pálya menedzsment a tervezéstől a repülés utáni időszakig a légijármű-pályák szisztematikus megosztása révén jön létre az ATM-folyamat különböző résztvevői között. Ez a 4D pálya menedzsment koncepció lehetővé teszi a légtér jellemzőinek dinamikus beállítását az előrejelzett igény kielégítése érdekében, az üzleti / küldetési pályák minimális torzításaival. A repülést ennek segítségével zökkenőmentesen lehet kezelni közel az optimális profilhoz. Ideális esetben a pálya korlátozások nélküli profilt képvisel, vagyis folyamatos emelkedést és süllyedést, közvetlen útvonalat vagy utazómagasságra való emelkedést. [13]

Konfliktuskezelési és elkülönítési módok

Az RBT / RMT egy „precíziós pálya”, amely magában foglalhatja a teljesítmény alapú navigációt (RNP), amely az előre meghatározott vagy a felhasználó által előnyben részesített útvonalakhoz vagy az útvonalak egy részéhez kapcsolódik. A szétválasztás biztosításának fogalma

mindig tartalmazza a SESAR 1. lépés (2024) elemeit, amelyek mindegyike megfelel az ICAO elkülönítési szolgáltatási alkotóelemének, ugyanakkor tükrözi a SESAR trajektória menedzselte környezetét. Ennek ellenére az elkülönítés biztosítása összetettebb, figyelembe véve az operatív környezetet, beleértve a szabad útvonal választás kiterjesztését nagy komplexitású területekre, fejlett folyamatos emelkedési és süllyedési eljárásokkal. Az elkülönítési minimumot minden egyes elkülönítési mód esetében meg kell erősíteni és jóvá kell hagyni. A biztonsági hálók függetlensége az elkülönítési minimumokkal szemben továbbra is alapvető követelmény, és ezt a várhatóan csökkentett elkülönítési minimumok miatt komplexebb környezetben kell garantálni. Alacsony komplexitású útvonal repülési környezetben egy bizonyos repülési szint felett, a helyi szervezettől és az alkalmazandó munkamódszerektől függően nem földrajzi „repülés-központú ATS” koncepció alkalmazható. Egy repülés ugyanazon légiforgalmi irányító irányítása alatt marad a kijelölt légtérben az egész útvonalon, vagy az útvonal szegmensének jelentős részén. Az elkülönítési felelősség tekintetében meg kell határozni az elkülönítő szerepét. Az elkülönítőt az elkülönítésért felelős ügynökként definiálják, és lehet a légtérfelhasználó (pilóta) vagy az ANSP (irányító). Minden esetben az elkülönítésért felelős személyt meg kell jelölni az elkülönítés megkezdése előtt. Az irányított légtérben az előre meghatározott elkülönítésért felelős a légiforgalmi irányító szolgálat. Az önálló elkülönítés azonban elfogadott kritériumok szerint megengedett (ASAS alkalmazások). Az elkülönítés szerepe átruházható a légtérfelhasználóra, meghatározott szabályok (pl. Jóváhagyott repülőgép-felszerelés és pilóta képesítése) alapján, meghatározott határokon belül (időben, távolságban vagy egy, vagy több repülőgép vonatkozásában). [13]

Felelősség

Az AUTOPACE projekt két különböző automatizáltsági szintű scenáriót határoz meg. Az első egy magas automatizáltsági fokú scenárió, a második egy közepes automatizáltsági fokú scenárió. A projekt eredményeit tartalmazó dokumentumban egy táblázatban összefoglalták, hogy az egyes scenáriók esetén milyen feladatokat lát el a légiforgalmi irányító és az automata rendszer.

A scenáriótól függően az egyes szereplők, ATC rendszer és a légiforgalmi irányító felelősség megosztása nagyban különbözik. Ennek oka az, hogy az automatizálás fokának növekedésével az ATC-rendszer fejlettebb, és több feladatot képes végrehajtani, illetve több felelősséget tud vállalni. Az ATC rendszer által elvégzett magasabb szintű műveletek a légiforgalmi irányító terhelésének csökkentését vonják maga után, de ő továbbra is a rendszer viselkedésének felügyelője marad.

Ha ez az automatizálás nem eléggé fejlett, akkor a rendszer nem lenne képes bizonyos műveleteket végrehajtani, és a légiforgalmi irányítónak kellene ezeket elvégeznie. Azonban 2050-ben várhatóan a rendszerek képesek lesznek olyan megoldásokat kínálni, amelyek közül csak ki kell választania a megfelelőt a rendszer által nyújtott információk alapján. Tekintettel erre három ígét határoztak meg annak érdekében, hogy a hogy a légiforgalmi irányító felelőssége, az ATC rendszer és a légiforgalmi irányító között a különféle forgatókönyvekben hogyan oszlik meg. [13]

Az ATC rendszer esetében ezek az igék (lásd az alábbi 1. táblázatot):

- **Végrehajt:** Az ATC rendszer elemzi a helyzetet, dönt és a rendelkezésre álló információk alapján önmagában dönt a legmegfelelőbb megoldás megvalósításáról.
- **Javasol:** Az ATC-rendszer a légiforgalmi irányítónak végrehajtandó lépéseket javasol
- **Támogat:** Szükség esetén az ATC rendszer támogatja a légiforgalmi irányító döntéseit azáltal, hogy megadja neki a szükséges információkat. [13]

Másrészt a légiforgalmi irányítóra vonatkozó igék: (lásd az alábbi 1. táblázatot):

- **Végrehajt:** A légiforgalmi irányító elemzi a helyzetet, dönt és végrehajtja a legmegfelelőbb megoldást az ATC rendszer által javasolt megoldások közül, az ATC eszközökből származó információk alapján.
- **Jóváhagy:** Miután az ATC-rendszer megoldást javasolt a konfliktus feloldására, a légiforgalmi irányítónak jóvá kell hagynia azt a végrehajtáshoz.
- **Monitoroz:** Amikor az ATC rendszer hajtja végre a fő taktikai feladatokat, az irányítónak figyelemmel kell kísérnie viselkedését a rendszer hibáinak megelőzése érdekében. [13]

Felelősség	Légiforgalmi irányító rendszer		Légiforgalmi irányító	
	Szenárió 1	Szenárió 2	Szenárió 1	Szenárió 2
Repülőgépek közötti konfliktus kockázatának azonosítása	Végrehajt	Végrehajt	Monitoroz	Monitoroz
Repülési információkat ad az összes ismert járatnak	Végrehajt	Végrehajt	Monitoroz	Monitoroz
Információkat nyújt megfigyelt, de nem ismert járatokról, amelyek hatással lehetnek az ismert járatokra	Végrehajt	Végrehajt	Monitoroz	Monitoroz
SIGMET információkat továbbít a pilóták számára, amelyek befolyásolhatják a repülés útvonalát	Végrehajt	Végrehajt	Monitoroz	Monitoroz
Riasztó szolgáltatást (ALRS) biztosít az összes ismert repülés számára, a következő három szakasz szerint (INCERFA, ALERFA, DETRESFA)	Végrehajt	Végrehajt	Monitoroz	Monitoroz

A SESAR program és az AUTOPACE projekt áttekintése
Tanszéki beszámoló

Felelősség	Légiforgalmi irányító rendszer		Légiforgalmi irányító	
	Szcenárió 1	Szcenárió 2	Szcenárió 1	Szcenárió 2
Konfliktusok korai felismerése és megoldása, ha ez operatív előnyökkel jár (akár földi, akár légi oldalon)	Végrehajt	Javasol	Monitoroz	Jóváhagy
Repülési tervek/RBT-k/RMT-k ellenőrzése a felelősségi területén az esetleges konfliktusokkal és komplexitási problémákkal kapcsolatban	Végrehajt	Végrehajtja	Monitoroz	Monitoroz
Konfliktusmentes repülési útvonal megtervezése a felelősségi területén	Végrehajt	Végrehajtja	Monitoroz	Monitoroz
Az elkülönítés biztosítása az ellenőrzött repülések között	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajtja
Megfelelő elkülönítés alkalmazása minden ellenőrzött induló járat esetén a felelősségi területén	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajtja
Meghatározott irányok, sebességek és repülési szintek hozzárendelése a járatokhoz	Végrehajt	Javasol	Monitoroz	Jóváhagy
Útvonal újratervezése a nem megszokott és veszélyes időjárás által érintett területek elkerülése érdekében	Végrehajt	Javasol	Monitoroz	Jóváhagy
Sorrend biztosítása az ellenőrzött repülések között	Végrehajt	Javasol	Monitoroz	Jóváhagy
Adatok bevitele a repülési adatfeldolgozó rendszerbe a taktikai útvonal módosításával, illetve a repülési szint módosításával kapcsolatban stb.	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajtja

A SESAR program és az AUTOPACE projekt áttekintése
Tanszéki beszámoló

Felelősség	Légiforgalmi irányító rendszer		Légiforgalmi irányító	
	Szcenárió 1	Szcenárió 2	Szcenárió 1	Szcenárió 2
A repülőgép irányításának átadása a megfelelő irányítónak/rendszernek, amikor nincs forgalom a fennhatósága alá tartozó területen	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Koordináció a szomszédos irányítókkal / rendszerekkel (kilépési és belépési feltételekről)	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Határproblémák megoldása újra koordinációval	Végrehajt	Javasol	Monitoroz	Jóváhagy
Megoldási stratégiák végrehajtása úgy, hogy az érintett légiforgalmi irányító vagy légiforgalmi irányító rendszer adatkapcsolaton keresztül kommunikálja a repülési pálya változásait a repülőgépnek	Végrehajtja	Javasol	Monitoroz	Jóváhagy
Repülési pálya taktikai változásainak bevitele a repülési adatfeldolgozó rendszerbe	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
A supervisorral vagy a helyi irányítókkal együttműködve határozza meg a komplexitást feloldó intézkedések szükségességét túlterhelési helyzetek előrejelzése esetén	Javasol	Támogat	Jóváhagy	Végrehajt
Adatkapcsolaton keresztül kommunikál a pilótákkal	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Várakozási utasítás kiadása	Javasol	Támogat	Jóváhagy	Végrehajt
Figyelemmel kíséri a járatokat a repülési terv / RBT / RMT betartásának szempontjából	Végrehajtja	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Figyelemmel kíséri a levegő helyzetét	Végrehajtja	Támogat	Monitoroz	Végrehajt

A SESAR program és az AUTOPACE projekt áttekintése
Tanszéki beszámoló

Felelősség	Légiforgalmi irányító rendszer		Légiforgalmi irányító	
	Szenárió 1	Szenárió 2	Szenárió 1	Szenárió 2
Figyelemmel kíséri az időjárási körülményeket	Végrehajtja	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Figyelemmel kíséri a légtér állapotára vonatkozó információkat, pl. korlátozott légtér aktiválása, Kommunikáció a pilótákkal adatkapcsolaton keresztül	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Figyelemmel kíséri a repülőgép felszerelésének állapotát a rendszer által biztosított módon	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt
Koordinálja a szomszédos irányító központokkal / szektorokkal a légtér vagy repülőgép irányításának átruházását	Végrehajt	Támogat	Monitoroz	Végrehajt

1. táblázat: Az 1. és a 2. Szenárió felelősségi körének elosztása névleges körülmények között

(Forrás: AUTOPACE, Future Automation Scenarios, D2.1, 00.02.00)

Felhasznált Irodalom

- [1] History, <https://www.sesarju.eu/discover-sesar/history> (letöltve: 2020. április 7.)
- [2] A TANÁCS 219/2007/EK RENDELETE, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0219&from=HU> (letöltve: 2020. április 10.)
- [3] A TANÁCS 721/2014/EU RENDELETE, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0721&from=HU> (letöltve: 2020. április 13.)
- [4] Single European Sky, <https://www.sesarju.eu/background-ses> (letöltve: 2020. április 7.)
- [5] What is the European ATM Master plan?,
https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar/european_atm_en (letöltve: 2020. április 20.)
- [6] ONGOING PROJECTS, <https://www.sesarju.eu/activities-projects> (letöltve: 2020. április 7.)
- [7] MASTER PLAN MAINTENANCE, <https://www.sesarju.eu/projects/ample> (letöltve: 2020. április 19.)
- [8] ADVANCED INTEGRATED RPAS AVIONICS SAFETY SUITE (AIRPASS)
<https://www.sesarju.eu/node/3327> (letöltve: 2020. április 9.)
- [9] NOVEL TOOLS TO EVALUATE ATM SYSTEMS COUPLING UNDER FUTURE DEPLOYMENT SCENARIOS – DOMINO <https://www.sesarju.eu/index.php/node/3110> (letöltve: 2020. április 9.)
- [10] HUMAN PERFORMANCE NEUROMETRICS TOOLBOX FOR HIGHLY AUTOMATED SYSTEMS DESIGN – STRESS <https://www.sesarju.eu/projects/stress> (letöltve: 2020. április 14.)
- [11] ADVANCED PREDICTION MODELS FOR FLEXIBLE TRAJECTORY-BASED OPERATIONS – ADAPT <https://www.sesarju.eu/index.php/node/3106> (letöltve: 2020. április 14.)
- [12] FACILITATING THE AUTOMATION PACE – AUTOPACE <https://www.sesarju.eu/projects/autopace> (letöltve: 2020. április 4.)
- [13] AUTOPACE, Future Automation Scenarios, D2.1, 00.02.00, 2016 október 13.