

Doktori (PhD) értekezés

Somosi Vilmos

2022

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA

SOMOSI VILMOS

**Távoli (remote) léginavigációs szolgáltatások
kialakításának és alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata
a polgári és állami célú légiközlekedésben**

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:

Dr. Palik Mátyás PhD

- 2022 -

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	7
A témaválasztás indokolása, aktualitása	7
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA	14
Kutatási célkitűzések	16
Kutatási hipotézisek megfogalmazása	19
Kutatási módszerek	19
Releváns szakirodalom áttekintése	20
Az értekezés felépítése	23
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	25
1. JELENLEGI (KONVENCIONÁLIS) LÉGINAVIGÁCIÓS KÖRNYEZET BEMUTATÁSA	26
1.1 Léginavigációs szolgáltatások jogszabályi háttere	26
1.1.1 GLOBÁLIS KITEKINTÉS	26
1.1.2 EURÓPAI HELYZETKÉP	27
1.1.3 HAZAI JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET	41
1.2 Léginavigációs szolgálat helye és szerepe a védelmi és nemzetgazdasági rendszerben	44
1.3 Léginavigációs szolgáltatások és funkciók rendszere	51
1.3.1 LÉGINAVIGÁCIÓS SZOLGÁLTATÁSOK (ANS)	53
1.3.2 KOMMUNIKÁCIÓ, LÉGINAVIGÁCIÓ, LÉGTÉRFELDERÍTÉS (CNS)	56
1.3.3 LÉGIFORGALOM-SZERVEZÉS (ATM)	63
1.3.4 LÉGIFORGALMI SZOLGÁLTATÁSOK (ATS).....	70
1.4 Monolitikus infrastruktúra általános jellemzői	77
1.5 Polgári-katonai együttműködés	80
1.6 Összegzés	85
2. HELYFÜGGETLENÍTETT ÉS VIRTUÁLIS SZOLGÁLTATÁSOK KONCEPCIÓI	88
2.1 Előzmények, háttér	88
2.2 Konzolidációt szorgalmazó koncepciók	89
2.2.1 AZ EAAS HIPOTÉZISEINEK ÉRTÉKELÉSE	90
2.2.2 AZ EAAS MEGÁLLAPÍTÁSAINAK ÉS JAVASLATAINAK ÉRTÉKELÉSE	92
2.3 Az európai légtér töredezettségének kérdései	97
2.4 Összegzés	100

3. LÉGIFORGALMI SZOLGÁLTATÁSOK DELEGÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA	102
3.1 Bevezetés	102
3.2 A légiforgalmi irányítói szolgáltatás delegálásának vizsgálata	103
3.2.1 ATS DELEGÁCIÓ INTEGRÁLT SZOLGÁLTATÁSSAL VERTIKÁLIS ÉS HORIZONTÁLIS LÉGTÉRMEGOSZTÁSBAN.....	103
3.2.2 ATS DELEGÁLÁS SZOMSZÉDOS IRÁNYÍTÓI EGYSÉGEK KÖZÖTT.....	105
3.2.3 LÉGVÉDELMI IRÁNYÍTÓ SZOLGÁLTATOK KÖZÖTTI FELELŐSSÉG ÁTADÁS-ÁTVÉTEL	117
3.2.4 ATS DELEGÁCIÓ NEM SZOMSZÉDOS IRÁNYÍTÓ EGYSÉGEK KÖZÖTT.....	121
3.2.5 SEKTORFÜGGETLEN LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÁSI MODELL	125
3.3 Polgári-katonai együttműködés szükségessége	128
3.4 Összegzés	130
4. LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÓI MUNKAÁLLOMÁSOK DISZLOKÁCIÓJA	132
4.1 Munkaállomások elhelyezkedése.....	132
4.2 Munkaállomások áttelepítésének jellemzése.....	133
4.2.1 ÁTTELEPÜLÉS ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI	133
4.2.2 A DISZLOKÁCIÓ ESETEI, SZEMPONTJAI	134
4.3 Összegzés	153
5. VIRTUÁLIS KÖZPONTOK	156
5.1 Átjárhatósági követelmények.....	156
5.2 Konvencionális és virtuális modellek összehasonlítása	158
5.3 Virtuális központ kezdeményezések.....	162
5.3.1 MULTILATERÁLIS TECHNOLÓGIAI SZÖVETSÉG	162
5.3.2 BILATERÁLIS DINAMIKUS LÉGTÉRGAZDÁLKODÁS	164
5.3.3 NEMZETI RENDSZERINTEGRÁCIÓ.....	164
5.3.4 MULTILATERÁLIS ADATFELDOLGOZÓI SZOLGÁLTATÁS.....	169
5.3.5 TÁVOLI ADATFELDOLGOZÁSI KÉPESSÉG	169
5.4 Szolgáltatási környezet sérülékenysége.....	177
5.5 Nem adatalapú teljesítménycsökkenés kockázatainak kezelése.....	179
5.6 Az adatok és információk jelentősége	182
5.7 Távoli szolgáltatások elemzésének szükségessége.....	183
5.8 Virtuális ATM adatfeldolgozó központok hálózati kitettségének elemzése.185	
5.9 Összegzés	192

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK	195
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	197
KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA	200
A TÉMAKÖRBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM.....	201
IRODALOMJEGYZÉK	203
FÜGGELÉK.....	220
1. számú függelék: Rövidítések jegyzéke	220
2. számú függelék: Ábrák jegyzéke.....	226
3. számú Függelék: Kapcsolódó NATO STANAGEK.....	230

*„Nem vagyunk zsenik,
de tudatos, szorgalmas, kitartó munkával
zseniális dolgokra vagyunk képesek.”*

(Édesapámtól)

BEVEZETÉS

A témaválasztás indokolása, aktualitása

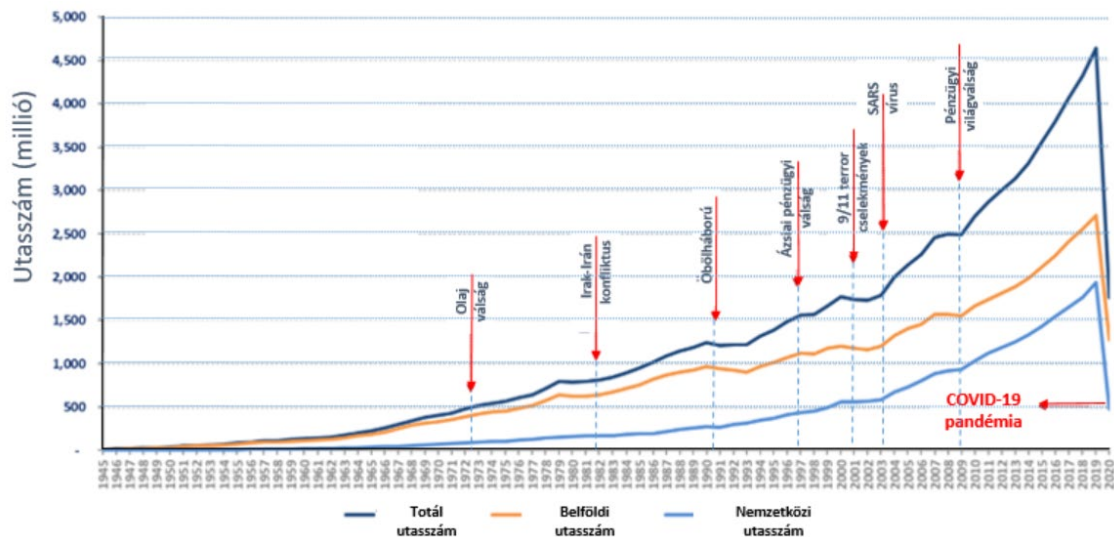
Az elmúlt fél évszázad alatt a fokozatosan növekvő légiforgalom kezelését az ENSZ szakosított intézménye, a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (International Civil Aviation Organisation - ICAO) tagállamainak léginavigációs szolgáltatói¹ (Air Navigation Service Provider - ANSP) önálló infrastruktúra-fejlesztésekkel igyekeztek megoldani az illetékességi körükbe tartozó felelősségi légterükben és a nemzetközi légiforgalmat kiszolgáló repülőtereiken. Ezzel párhuzamosan, a katonai fél is folyamatosan, önállóan és a kor geopolitikai berendezkedése szerinti szövetségi rendszerben szintén fejlesztette a légtérellenőrzési és légvédelmi képességeit, amelyek jelentős mértékű energiát összpontosítottak a szuverén légtérben zajló légimozgások korai felderítésére és azonosítására, valamint a szükségszerű beavatkozások eredményes végrehajtására.

A világgazdasági növekedéssel összhangban napjainkra a polgári légiközlekedés már olyan mértékűre duzzadt, amely korlátozottan, sőt, számos területen semmiképp sem kezelhető egyéni szinten (azaz az államok önálló intézkedéseivel)². Helyette már egyre inkább a rendszerszintű problémamegoldás, légiforgalmi-hálózati szemlélet [1], illetve globális – térségünk vonatkozásában pán-európai és európai uniós – szabványosítás [2] hozhat megoldást a problémák kezelésére.

A rendszerszintű szemlélet alkalmazásának szükségességét nem csak a 2010-2019 időszakban fokozódó légiforgalmi növekedés, de a légiközlekedési iparágban a COVID-19 világjárvány okozta drasztikus veszteségeinek felszámolása is erősíti (1. ábra). Az anyagi károk nem csak a légifuvarozóknál, de láncreakcióban a szektor összes szereplőjénél (repülőterek, útvonaldíjakból működő léginavigációs szolgáltatók, logisztikai szereplők, légi jármű üzemeltetők és karbantartók stb.) is jelentkeztek, és az iparág, szemléletesebben a forgalom regenerálódását pedig sokszor a helyi (nemzeti) egyéni helyzetkezelések és intézkedések is lassítják.

¹ Olyan szervezet, amely a légi jármű repülés közbeni vagy annak manőverezési területén történő irányításának szolgáltatását nyújtja, és amely e felelősségre jogosult. (EUROCONTROL EATM Fogalomtár)

² E folyamatot még az egyes megtorpanást és visszaesést jelentő válság-események sem tudtak érdemben befolyásolni, egészen a COVID-19 pandémia 2020 elejétől fokozódó és globális világjárvánnyá kiterjedő időszakáig

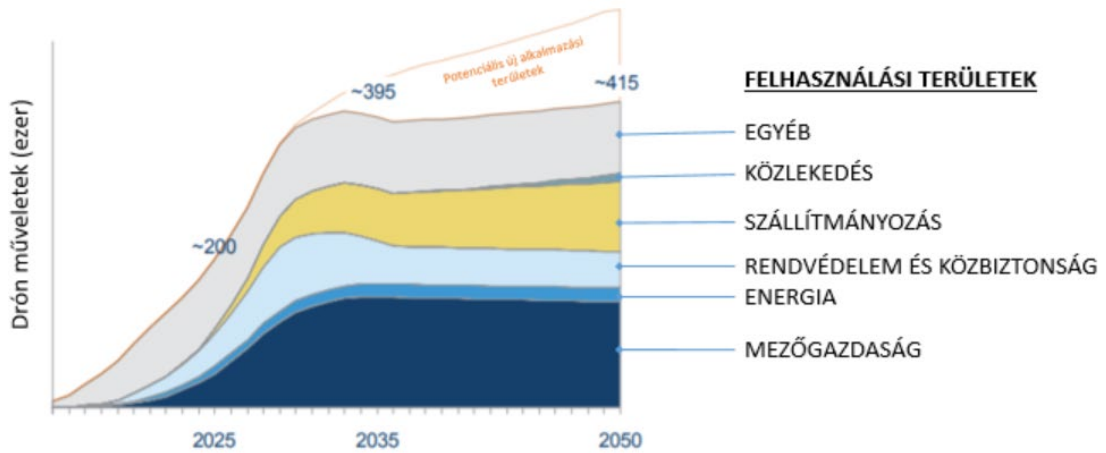


1. ábra: Légiközlekedési utasforgalom alakulása 1945-2020 között
(Készítette a szerző. Forrás: ICAO alapján)

A fokozódó helyzetkezelési kényszerhez könnyen értetődő megoldásként jelentkeznek azok az adatkommunikációs és adatfeldolgozási, illetve navigációs és forgalom-szervezési technológiák, amelyek 21. századi fejlettségi szintje önmagukban is hordozza a légiközlekedési iparág és a légitársasági szolgáltatások reform-lehetőségeit. A technológiai modernizációs potenciál és a fent említett probléma-kezelési szükséglet találkozásának következményei azonban már nem annyira egyértelműek, az elvárt hatások pedig nehezen kiszámíthatók. Az új ökoszisztéma – attól függően, hogy az európai szakmapolitikai, jogalkotási és légitársasági lobbik akarata, illetve a tagállami ellensúly milyen mértékben fogja megváltoztatni az „izolált” nemzeti légitársasági szervezési (Air Traffic Management - ATM) infrastruktúrákat – alapjaiban változtathatja meg a szuverén légtérben nyújtandó (állami vagy liberalizált) szolgáltatások körét, az állami polgári léginavigációs szolgáltatók portfólióját és a polgári-katonai együttműködés viszonyrendszerét.

A légiközlekedési ágazatban megjelenő drón-prolifерáció (2. ábra), mint új üzletág is a hagyományos ATM infrastruktúra reformjainak mozgatórugója. Az Európai Bizottság a pilóta nélküli légitársaságok uniós térségben tervezett üzemeltetését és a drón-forgalom menedzselését (Unmanned Aircraft Systems Traffic Management – UTM) a klasszikus légitársasági szervezési ökoszisztémától eltérő módon kívánta kialakítani. A Bizottság paradigmaváltó törekvései szerint az új környezetben az UTM már nem kizárólag tagállami monopóliumokkal, hanem új piaci belépőkkel, főként gazdasági szereplőkkel működne, versenyjogi szabályok között [3]. A légitársasági szervezés alapinfrastruktúrája és a szakmai tapasztalat, kompetencia a léginavigációs szolgáltatók

birtokában van, ráadásul a pilóta nélküli légi járművek ugyanabban a légtérben repülnének, mint az ember által vezetett repülőeszközök, ezért olyan megoldások kialakítására van szükség, amelyek legalább a jelenlegivel azonos repülésbiztonsági és légiközlekedés-védelmi szintet garantálnak minden érintett – de különösen a légi jármű személyzetek – számára.



2. ábra: Európai drónfelhasználási előrejelzés
(Szerkesztette a szerző. Forrás: SESAR JU alapján [3])

A sokszereplős értékláncot és a több részegységre felosztott európai légtér egyes kritikákban³ töredezett (fragmentált) infrastruktúraként említik, amely nem csak az alacsony mértékű hatékonyságnak, de a túlzott energiaszükségletnek is a kiváltó oka. Az Európai Bizottság törekvései szerint a leghatékonyabb megoldás a légtér optimalizálása és a léginavigációs szolgáltatók számának erőltetett csökkentése, és egyes funkciók piaci alapokon történő újra-szervezése lenne, amelyekkel a légiközlekedés (de különösen a légiforgalom-szervezés) hozzájárulhat az Európai Unió karbonsemlegességi céljainak eléréséhez.

A konszolidációs folyamatok további ösztönzője a repülésbiztonsági szintet és működési hatékonyságot növelő technológiák (automatizáció, mesterséges intelligencia, big data analitika, korai légiforgalmi konfliktuskutatás, döntéstámogató algoritmusok stb.) minél szélesebb körű alkalmazása is. A légi járművek vezetésében és a légiforgalom-szervezésben az emberi funkciók támogatására vagy helyettesítésére kifejlesztett rendszerek egyik lehetséges hozadéka az európai szolgáltatási lánc szereplőinek és eszközparkjának (akár radikális számú) csökkentése. Ennek apropóján azonban felmerül a kérdés, hogy melyek azok a kritikus ATM infrastruktúra elemek vagy feladatkörök, amelyekre bármilyen külső szándék ellenére sem érvényesíthetők az Európai Bizottság

³ Különösen a légitársaságok és az Európai Bizottság narratívájában

által vizionált privatizációs alapelvek szerinti gazdasági versenyszabályok, illetve milyen területeken lehet vagy kell az állami közfeladat jellegének megtartásával vagy szabadpiaci helyzet teremtésével új környezetet kialakítani.

Ennek tetten érhető bizonyítéka az EU Egységes Európai Égbolt (Single European Sky - SES) létrehozásának uniós politikai szándékban, valamint az közösségi jogszabályokban már lefektetett, illetve a sorozatos reformfolyamatok keretében rögzíteni kívánt centralizációs és konszolidációs törekvésekben is megmutatkozik. Az alapelveket és az európai légiközlekedési hálózat, mint komplex rendszer működési kereteit rögzítő, 2004-ben hatályba léptetett SES I., valamint a 2009-ben számos módosítást tartalmazó SES II. jogszabálysomagokat (és a hozzá kapcsolódó végrehajtási rendeletek) alapján megjelentek az iparág egyes funkcióinak központosítást és konszolidációt előre vetítő intézkedései.

A konszolidációs törekvések egyik példája a funkcionális légtérblokkok (Functional Airspace Block – FAB) létrehozása. A 2009 októberében hatályba lépett, az Európai Parlament és a Tanács 549/2004/EK, az 550/2004/EK, az 551/2004/EK és az 552/2004/EK rendeletnek az európai légiközlekedési rendszer teljesítményének és fenntarthatóságának javítását célzó módosításáról 1070/2009/EK rendeletében [4] rögzített jogszabályi definíció szerint a FAB

„a működési követelményeken alapuló, az államhatároktól függetlenül kialakított légtérblokk, ahol a léginavigációs szolgálatok és a kapcsolódó tevékenységek teljesítményalapúak és optimalizáltak, annak érdekében, hogy valamennyi funkcionális légtérblokkban a léginavigációs szolgáltatók között fokozott együttműködés vagy adott esetben egy integrált szolgáltató jöjjön létre;”.

A 3. ábrán jelölt FAB-ok a teljesítménynövelés és a kölcsönösen előnyös összefogás szellemében játszanak fontos szerepet a léginavigációs szolgáltatók közötti együttműködés javításában. A jogszabályi kötelezettség alapján az európai térségben kilenc FAB kialakítására került sor [4], amelyek közül Magyarország Ausztriával, Csehországgal, Szlovákiával, Szlovéniával, Horvátországgal és Bosznia-Hercegovinával közösen a Közép-európai Funkcionális Légtérblokk (Functional Airspace Block Central Europe – FAB CE) tagjává vált.

2011-ben multilaterális megállapodásokkal létrehozott FAB CE [5, 6] egy hármas tagozódású (állami⁴, hatósági és léginavigációs szolgáltatói szintű) összetett együttműködési rendszerben működik, amelyben külön közös polgári-katonai légtérkoordinációs bizottság (Joint Civil-Military Airspace Coordination Committee – JCMACC) biztosítja a polgári-katonai vonatkozású kérdések koordinációját, a katonai álláspontok becsatornázását az egyes stratégiai kérdésekbe és konkrét projektekbe egyaránt. A vázolt együttműködési szerkezet általában az összes FAB esetében azonos, ezért a katonai fél (közvetlen vagy indirekt módon) képviselni tudja érdekeit az egyébként polgári területet érintő nemzetközi együttműködési folyamatokban.



3. ábra: Funkcionális Légtérblokkok (Forrás: Európai Bizottság)

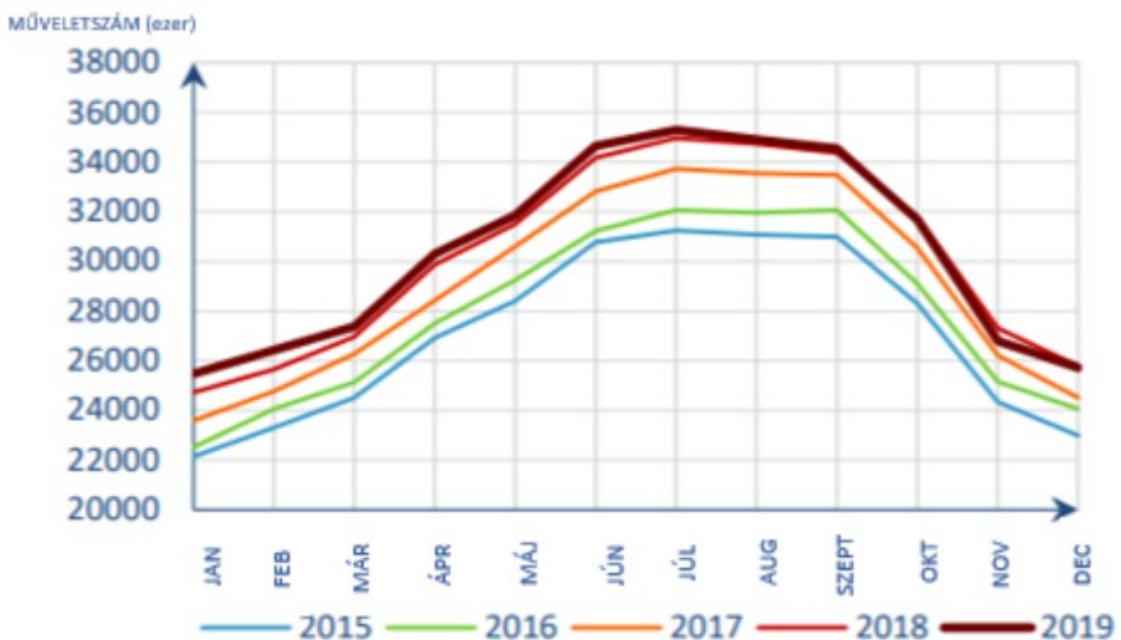
A magas ambíciószinttel induló FAB CE partnerség kezdeti stratégiai célkitűzései az operatív, technológiai, repülésbiztonsági, jogi, pénzügyi és humán-erőforrás/képzési területeken feltárható szorosabb együttműködési lehetőségek feltárására irányultak, melynek keretében a felek megvizsgálták a harmonizációs és integrációs lehetőségeket/szükségleteket.

2014-ben a FAB CE tagjai közül a cseh, szlovák, osztrák, szlovén, horvát és magyar léginavigációs szolgáltató közös leányvállalatot alapított (FAB CE Aviation Services Ltd. néven) [7, 8], amelynek fő feladata a FAB CE program és a projektek menedzseléséhez szükséges szakértői és adminisztratív támogatás biztosítása, valamint közös szándék esetén technológiai eszközök beszerzésének lebonyolítása. A FAB CE program jelenleg

⁴ 2011. évi LXV. törvény a Közép-európai Funkcionális Légtérblokk létrehozásáról szóló Megállapodás kihirdetéséről

két legfontosabb együttműködési területe a légtér-optimalizációja (Free Route Airspace - FRA), azaz a légterek és országhatároktól függetlenített sektorszerkezetének kialakítása, valamint a légiközlekedést támogató földi kommunikációs, léginnavigációs és légtérfelderítési (Communication, Navigation, Surveillance – CNS) infrastruktúrák konszolidációja.

Az uniós reformfolyamatok következő állomásaként, 2013-ban az Európai Bizottság újabb jogszabálmódosítási kezdeményezéssel állt elő (SES2+ néven), amely már határozottabb javaslatokat fogalmazott meg az állami monopóliumok által üzemeltett nemzeti léginnavigációs infrastruktúrák liberalizációjára vonatkozóan. A kodifikációs folyamatok során fennmaradó vitatott kérdések jelentős száma miatt a tárgyalások azonban 2014-ben elakadtak, és hosszú stagnálást követően csak 2020 őszén folytatódtak. A bizottsági narratíva szerint a kezdeményezés új alapokra kívánta helyezni a jogi kereteket az európai légtérgazdálkodás korszerűsítése, valamint a fenntarthatóbb és hatékonyabb repülési útvonalak létrehozása érdekében. Az indokokat elviekben alátámasztották a 2018 és 2019 nyári időszakokban előzetesen sosem tapasztalt kiemelkedő légiforgalmi hálózati túlterhelődések (4. ábra), amelyek egyértelmű bizonyítékát mutatták annak, hogy az európai ATM rendszer elérte képességeinek felső határértékét, és határt szab a kontinensen zajló légiforgalom folyamatos növekedésének.



4. ábra: Az európai légiközlekedési hálózat átlagos havi forgalma 2015-2019 között (Szerkesztette a szerző. Forrás: EUROCONTROL)

Megítélésem szerint a jogalkotói szándék azonban semmit sem változott, és továbbra is lényegében ugyanazon célok mentén zajlik a léginnavigációs infrastruktúra, szolgáltatások

és az azokhoz kapcsolódó döntési jogkörök átalakítása. Az Európai Bizottság Mobilitáspolitikai és Közlekedési Főigazgatósága (Directorate-General for Mobility and Transport – DG MOVE) továbbra is a gazdasági fejlődéssel együtt járó mobilitási növekedésben látja a jövőt, még annak ellenére is, hogy

- a 2020-2021 években kibontakozott COVID-19 világjárvány hosszú időre visszavetette a gazdasági fejlődést és a nemzetközi légitrafordulásba vetett bizalmat [9], így a forgalom vizionált növekedése teljesen kiszámíthatatlanná vált, továbbá
- az EU hosszútávú klímapolitikája a légitrafordulási ágazatban is szignifikáns károsanyag-visszaszorítást ír elő, amely az új alternatív meghajtások elterjedéséig kizárólag a forgalom jelentős korlátozásával érhető el, illetve
- a katonai félre a SES jogszabályok nem vonatkoznak, sőt, az uniós tagállamok kifejezetten ragaszkodnak a szuverenitáshoz, védelemhez és a biztonsághoz kapcsolódó katonai (valós és kiképzési) műveletek végrehajtásának szabadságához és sérthetlenségéhez, aminek eredményeként bizonyos konszolidációs törekvések értelmüket veszthetik.

A Bizottság – a kapacitásnövelés és költséghatékonyságon túl – még egy (újabb) szempontrendszerre is hivatkozik a reformjavaslatainak indoklásakor. A digitális gazdaságműködést megalapozó új szabályrendszerben (EU Digital Framework) a Bizottság a légitrafordulásban használt adatok előállítására, tárolására, továbbítására és átadására és felhasználására immáron szolgáltatásként, azaz kereskedelmi tevékenységként tekint, amelyet ez esetben uniós versenyjogi és piaci körülmények között kíván szabályozni.

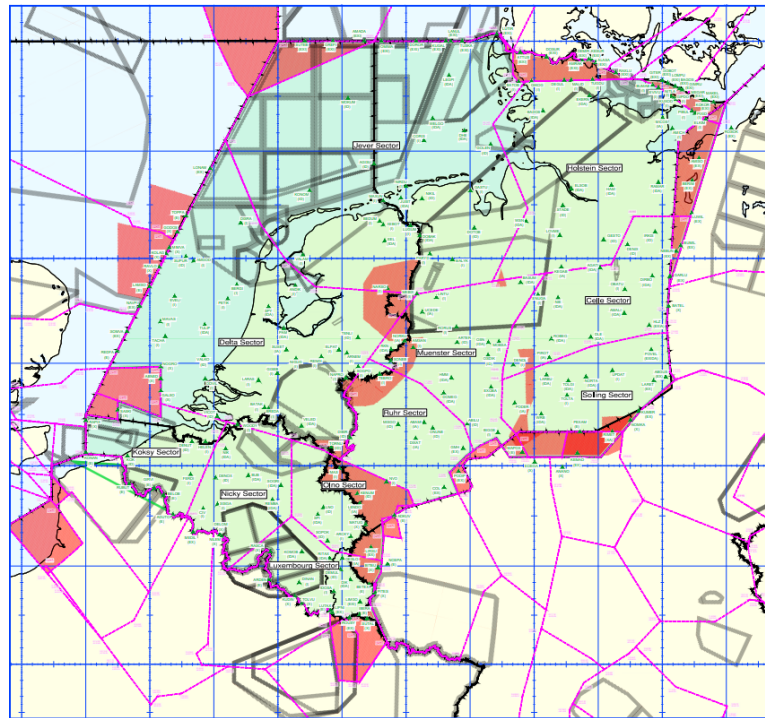
A fenti körülményektől függetlenül, az elmúlt évtizedben mind az Észak-atlanti Szövetség, mind a polgári légitrafordulási területen egyre nagyobb hangsúlyt kapott az interoperabilitás, a fizikai és kiberbiztonság, a körülményekhez alkalmazkodó modularitás, továbbá a telepíthető, illetve helyfüggetlenített, azaz távoli (remote) légitrafordulási, légitrafordulási-szervezési, valamint légtérrelőrző képességek és technológiák vizsgálata, illetve az alkalmazási lehetőségek kiaknázása. Az ilyen jellegű szolgáltatásoknak a polgári légitrafordulásban és a műveleti repülésirányításban várható intenzívebb megjelenése új feltételeket és körülményeket teremt a légtérrelőrzés és légtérvédelem, illetve a polgári-katonai ATM együttműködés terén. Az egyes technológiák bevezetése és azok honvédelemhez való kapcsolatához tehát további részletekre menő, tudományos eredményekkel igazolt kutatásokra van szükség.

A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Évtizedek óta a polgári léginavigációs és légiforgalom-szervezési rendszerek evolúcióját a légi forgalom folyamatos növekedése, védelmi és repülésbiztonsági szükségletek, továbbá az egyes technológiai fejlesztések határozzák meg. Az európai légiközlekedési hálózat (repülőterek, útvonalak, légterek, léginavigációs és légtérellenőrző berendezések stb.) a szuverén államok önállóan kialakított infrastruktúráján alapul, amely messzemenőig igyekszik teljesíteni a honvédelmi követelményeknek való maradéktalan megfelelést is.

A nemzetközi léginavigációs ökoszisztémát – mint hálózati és közszolgáltatási értékláncként is értelmezhető rendszert – azonban a légtérfelhasználói igények, a megjelenő új iparági szereplők által gyakorolt (költségcsökkentési és kapacitásnövelési) nyomás és a tervezett uniós szakmapolitikai reformok minden kétséget kizáróan igyekeznek nyugalmi állapotából kimozdítani.

Az iparág természetes növekedési trendjét, konszolidációs folyamatait folyamatosan támogatják, időszakosan erősítik a sorozatosan megjelenő innovatív technológiák és megoldások. Emellett, a léginavigációs környezetben napjainkra már kialakultak egyes (túlnyomórészt bilaterális vagy térségi) nemzetközi partnerségek, amelynek keretében az egyes léginavigációs területen létrejöttek adatszolgáltatási, és légtérkonszolidációs (légiforgalmi szolgáltatás-delegálási) együttműködések, amelyek szintén hivatkozással jelennek meg a reformokat szorgalmazók érveléseiben, figyelmen kívül hagyva azt a tényt, hogy ezek önkéntes alapon szerveződtek és bizonyos szükségletek kielégítését szolgálják. A nemzetközi együttműködésekre kiváló példa a budapesti induló/érkező forgalom hatékonyabb közelkörzeti irányítói kezelését biztosító, Szlovákiától igényelt delegált légiforgalmi szolgálati (Air Traffic Services – ATS) légtér, vagy az 5. ábrán látható, a BENELUX államok és Németország együttműködésével működő integrált Maastrichti magaslégtéri irányító központ (Maastricht Upper Area Control Centre - MUAC) [10].



5. ábra: BENELUX államok és Németország által létrehozott MUAC magaslégtéri irányítói környezet (Forrás: EUROCONTROL)

Megítélésem szerint a légiforgalom-szervezési környezetben napjainkban fellelhető konszolidációs megoldások viszont csak az iparági környezet normális evolúciójának eredményei, azonban a dolgozatban is vizsgált „nyugalmi” állapotból való kimozdulásához és az európai hálózat kapacitási maximumának jelentősebb növeléséhez már olyan – esetenként paradigmaváltó és más iparágakban már bevált – új technológiák és munkamódszerek szükségesek, amelyek az emberi munkavégzés hatékonyságát és a repülésbiztonsági szint fokozottabb növelését hivatottak javítani.

A közlekedési ágazatban, így az ATM környezetben is megjelenő diszruptív technológiák [11] (pl. autonóm drón rendszerek intenzív elterjedése, helyfüggetlenített légiforgalmi szolgáltatások, gépi tanulás és mesterséges intelligencia) megváltoztatják az évtizedeken át biztonságosan, „kényelmesen” működtetett iparági környezetet, átalakítják a résztvevők között „erősorrendet”, és magasabb teljesítmény szintre emelik a biztosított funkciókat, szolgáltatásokat.

Álláspontom szerint, e kétirányú ráhatás várható eredményeit nem ugyanazon szempontok alapján kell megvizsgálni és értékelni. Amíg a technológiai lehetőségek (önként vállalt) kiaknázása versenyelőnyt és szolgáltatási minőségjavulást eredményez, addig az erőltetett konszolidáció esetlegesen a nemzeti hatáskörök csorbítását, a szuverenitás sérelmét és egyes funkciók, szolgáltatások terén kompetenciavesztést eredményezhet.

A fenti gondolatmenet alapján dolgozatomban az alábbi kérdéseket vizsgáltam:

1. Milyen mértékben formálják át az uniós légtér- és ATM infrastruktúra-konzolidációs törekvések a konvencionális nemzeti léginavigációs és légtérelőirányítási környezetet, illetve a polgári-katonai együttműködési viszonyrendszert?
2. Melyek azok az ATM kritikus infrastruktúra elemek és tényezők, amelyekre figyelemmel kell lenni az ATM infrastruktúra konzolidációban szerepet játszó remote megoldások alkalmazása esetén?
3. Melyek a remote technológiák és szolgáltatások a polgári és katonai fél számára előnyös elemei?

Kutatási célkitűzések

Témaválasztásomat és kutatási törekvéseimet személyes érintettség is vezérelte. 2000-2005 között az MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis katonai légiforgalmi irányító tisztjeként megtapasztalhattam a katonai repülési szabályok és a nemzeti légtér szerkezet jelentős átalakulását. Az akkor újonnan bevezetett – nemzetközi katonai környezetből (USA, Kanada, Belgium) átvett, és a polgári szabályokhoz mindinkább igazodó – repülési eljárások, munkahelyi infrastruktúra, munkatechnológiák és rádiótávbeszélő eljárások előrevetítették az polgári-katonai együttműködés egyre szorosabb összefonódását és a rugalmas légtér felhasználásban rejlő, akkor még kiaknázatlan lehetőségeket. A polgári légiforgalmi szolgálatokkal folytatott együttműködés és a napi szintű munkavégzés során szerzett tapasztalatok egyben feltárták a polgári-katonai légiforgalmi irányítási környezet azon tényezőit, amelyek a harmonizációs folyamatokat lassítják, nehezítik.

2003-ban az Amerikai Egyesült Államokban folytatott (elméleti hatósági szakszolgálati vizsgával záruló) Airfield Operations Officer szakmai képzési program keretében megismerhettem az amerikai légierő (United States Air Force - USAF) katonai repülőter-üzemeltetési és légiforgalom-szervezési sajátosságait, amelyeket összevettem a hazai polgári és katonai környezetben alkalmazott előírásokkal, eljárásokkal. Az Szövetségi Légügyi Hivatal (Federal Aviation Administration – FAA) és USAF légiforgalmi és léginavigációs infrastruktúra és szabályrendszer alaposabb megismerése rávilágított az európai és hazai környezettől eltérő, integráltabb működési modell előnyeire és hátrányaira.

2005-2012 között a Honvédelmi Minisztérium Tervezési és Koordinációs Főosztály főtisztői beosztásban feladatul kaptam a Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési

rendszerének korszerűsítését célzó MANS-2006 és MANS 2010+ programok [12] koordinációját és ügykezelését. A programok feltárták az egyes légiforgalom-szervezési szakterületeken a szorosabb polgári-katonai együttműködési lehetőségeket, nevezetesen mindazon harmonizációs és integrációs potenciált, amely napjainkra az európai ATM konszolidációs folyamatokban is körvonalazódni látszik. Emellett, munkakörömben megfigyelhettem azokat a NATO és az uniós ATM fejlesztési stratégiákat, amelyekhez igazodva a Magyar Honvédség légiforgalmi szervezetei képessé válhatnak a hazai békeidős, illetve a műveleti területen végzett ATM feladatok teljeskörű ellátására. Az állami célú légitrafordulásra vonatkozó jogszabályok szakmai előkészítéskor nyilvánvalóvá vált számomra a polgári és katonai légtérfelhasználás eltérő szempontrendszer és a léginavigációs infrastruktúrával szemben támasztott követelmények különböző prioritásai, amelyek nagymértékben segítettek a tudományos munkámban a konszolidációs elképzelésekben rejlő lehetőségek és kockázatok értelmezését, objektív értékelését. A NATO telepíthető ATM komponens (Deployable ATM - DATM) követelmények [13] és különböző repülőtér aktiválási koncepciók – NATO bevethető légibázis (NATO Deployable Air Base - NDAB), illetve a NATO bevethető légi bázis aktiválási modul (NATO Deployable Airbase Activation Module - DAAM) [14] – kialakításának nyomán követésekor, illetve a hazai szakmai álláspontok kialakításának koordinációja során szintén megfogalmazódott bennem a kérdés, hogy a műveleti területen tervezett többnemzeti szerepvállalásban milyen módon alkalmazhatók a nemzeti (polgári és katonai) technológiák és képességek, különös figyelemmel az erőforrások szűkös hazai rendelkezésre állására és kiemelt légitrafordulás védelmi jellegére vonatkozóan.

2012 óta a HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. (HungaroControl) nemzeti léginavigációs szolgáltató FAB programmenedzsereként és polgári-katonai együttműködési koordinátoraként – folyamatosan nyomom követem az európai szakmapolitikai és jogalkotási folyamatokat, amelyek a légitrafordulási hálózat (légtér, infrastruktúra, szolgáltatások) megreformálására irányulnak. Ennek vizsgálata során felmerült bennem a kérdés, hogy ezek a reformjavaslatok milyen mértékben hatnak a polgári-katonai együttműködésre és a kritikus ATM infrastruktúrák jövőbeni üzemeltetésére.

A FAB CE nemzetközi együttműködésen keresztül megérthettem a légtér optimalizáció és a CNS infrastruktúra regionális konszolidációjának megvalósításában szerepet játszó támogató és korlátozó szempontokat, tényezőket. A honvédelmi tárca és a

HungaroControl közötti stratégiai együttműködés koordinációja keretében megismerhettem a felek harmonizációs és integrációs törekvéseit, amelyek szintén fontos alapot nyújtottak a dolgozat választott témakörének alapos elemzéséhez. Nemzetközi szolgálati útjaim során tett szakmai látogatások (MUAC – Hollandia, Tampere – Finnország, Geilenkirchen – Németország, Brnik – Szlovénia, Keflavik – Izland, Jeneč - Csehország) tapasztalatai pedig segítségemre szolgáltak a polgári-katonai együttműködési viszonyrendszer újra értelmezésében.

A HungaroControl munkatársaként részleteiben megismerhettem azokat az innovatív hazai érintettséggű szolgáltatásokat, mint a Budapestről nyújtott koszovói magaslégtéri légiforgalmi irányítás, a remote torony technológia kialakítása a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren, delegált ATS légterek, a Délkelet-Európa szabad útvonalú légtér (South East Europe Free Route Airspace – SEEFRA), amelyek valós példái az ATM környezet átalakulásának és a földrajzi korlátozottságtól mentes új lehetőségek megjelenésének. A nemzetközi környezetben fellelhető kutatás-fejlesztési projektek és technológiai megoldások (repülési adatfeldolgozó rendszerek nem szomszédos országban történő távoli kialakítása, finn-észt együttműködésű dinamikusan változtatható légtér szerkezet, „sectorless” repülésirányítási koncepció, több repülőtér kiszolgálása „multi remote” torony technológiával stb.) szintén erősítették feltételezésem, miszerint az ATM iparág egyes funkcióiban olyan változások prognosztizálhatók, amelyek jelentős mértékben megváltoztathatják a nemzeti katonai légtérelőrzés és polgári-katonai együttműködés feladatkörét.

A fent kifejtett szakmai munkásságom, kutatásaim és elemzéseim alapján a helyfüggetlenített (remote) ATM infrastruktúra polgári-katonai együttműködésre gyakorolt esetleges hatásainak feltárására irányuló kutatási célkitűzéseimet három – logikai sorrendben egymásra épülő – témakör szerint csoportosítottam:

- 1. Jelenlegi (konvencionális) léginnavigációs környezet vizsgálata, amelyben feltárom a már létező harmonizált és integrált funkciókat, valamint a polgári-polgári és polgári-katonai együttműködési területeket. Az elemzéseimmel beazonosítom a polgári és katonai infrastruktúrák alapvető hasonlóságait és összehasonlítom a jellegzetes eltéréseket.*
- 2. A vizionált helyfüggetlen (távoli, remote) technológiák és virtuális ATM szolgáltatások vizsgálata. A kutatás célja a vázolt új modellek és koncepciók elemzésével értékelem a konvencionális ATM környezettől való eltéréseket és azok potenciális hatásait a polgári-katonai együttműködésre. Elemzéseimmel*

vizsgáltam a virtuális szolgáltatások és a kritikus ATM infrastruktúra közötti kapcsolatokat, valamint a remote infrastruktúrákkal támasztandó fizikai és kiberbiztonsági feltételeket, követelményeket.

- 3. Gyakorlatban működő remote technológiák vizsgálatában célkitűzésem volt, hogy megvizsgáljam az ATS légtérdelegálási módozatokon, virtuális repülésirányítási megoldásokon és technológiákon keresztül a polgári-katonai együttműködésre gyakorolt hatásokat. Vizsgáltam továbbá a polgári környezetben bevezetett és kutatott távoli (remote) technológiáknak és szolgáltatásoknak a katonai alkalmazási lehetőségeit, különös figyelemmel a NATO telepíthető ATM képesség-kialakítási képességekkel szemben támasztott elvárásokra.*

Kutatási hipotézisek megfogalmazása

A kutatási célkitűzéseim és az eddig megfogalmazott állításaim alapján az alábbi hipotéziseket állítom fel:

- 1. A távoli technológiák szükséges, de nem elégséges eszközei az európai uniós ATM és CNS infrastruktúra konszolidációs folyamatok vizionált megvalósításának.*
- 2. A távoli (helyfüggetlenített, remote) technológia és szolgáltatások megváltoztatják a polgári-katonai viszonyrendszert.*
- 3. A remote szolgáltatások magasabb kockázatot rejtenek a nemzeti légtérellenőrzési kötelezettségek teljesítésénél.*
- 4. A remote technológiák részét képezhetik a NATO telepíthető repülőbázis modul keretében felajánlott nemzeti képességcsomagnak.*

Kutatási módszerek

Értekezésem elkészítéséhez az alábbi kutatási módszereket alkalmaztam:

- nemzetközi és hazai szakirodalom kutatása, amely magába foglalja az ICAO és EU szabványok, uniós és nemzeti jogszabályok, szakmapolitikai koncepciók, szakmai elemzések és tudományos publikációk tanulmányozását és feldolgozását;
- NATO és magyar katonai szabványok és szabályozók elemzése, tanulmányozása és feldolgozása;
- témakörhöz kapcsolódó korábbi kutatások másodelemzése
- empirikus kutatások végzése, a hazai és nemzetközi környezetben szerzett szakmai tapasztalatok felhasználásával, megfogalmazásával;
- összehasonlító elemzések;
- Gráf-modellezés és Markov-folyamatok alkalmazása;

- légiforgalmi légterek és az európai környezetben már fellelhető légiforgalmi szolgáltatás-delegálási megoldások tipizálása, főbb jellemzőinek értékelése;
- hálózatelemzés és hibafa-modellalkotás;
- kutatási eredmények feldolgozása, cikkek, könyvfejezetek és egyéb publikációs formában történő ismertetése, valamint konferenciákon történő előadása.

Releváns szakirodalom áttekintése

A hatékonyabb (és kisebb szereplői részvételre törekedő) európai polgári légiközlekedési infrastruktúra létrejöttét az Európai Bizottság az elmúlt tizenöt évben a SES kezdeményezés keretében hatályba léptetett jogszabályokon keresztül tervezi megvalósítani, többek között az európai államok szuverén légtereinek optimalizált felhasználásán keresztül. A polgári szakmapolitikai irányvonalak és törekvések megismeréséhez az ICAO alapidokumentumai, valamint az uniós politikai állásfoglalások, iránymutatások és elemzések álltak rendelkezésemre.

A légiközlekedési nemzetközi jogi környezetének feltérképezését Sipos Attila [15, 16, 17] publikációi, az uniós joghierarchia összefüggéseinek megértését Angyal Zoltán írása [18], a légtér szuverenitással kapcsolatos jogi szempontok megismerését Papp Zoltán (2019) doktori értekezésének tézisei is segítették [19].

A légiközlekedési ágazat polgári működési környezetének vizsgálatát az uniós és hazai jogszabályi rendszer és a rendeletek módosítási tervezetei biztosították. A katonai légiforgalmi szolgálatok honi és műveleti követelményeit – a honvédelmi minisztériumban betöltött munkakörben szerzett ismeretek mellett – Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiája, a Zrínyi-2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program, a hazai jogszabályi környezet és a vonatkozó NATO egységesítési egyezmények (STANAG-ek) alapján összegeztem, kiegészítve a műveleti feladatokban (Koszovó, Afganisztán) résztvevő katonai légiforgalmi irányító munkatársaimtól származó értékes tapasztalatokkal.

Az európai ATM környezet reformjára vonatkozó iparági vízió bemutatásához szükséges információkat az Európai Bizottság megrendelésére 2019. évben készített tanulmány [20]), illetve a benne szereplő konszolidációs elképzeléseket validáló ún. Bölcsek Tanácsának megállapításai és ajánlásai (Wise Persons Group Report) [21] szolgáltatták. A virtuális adatfeldolgozó központokra vonatkozó koncepciót részleteiben Thomas Buchanan, *The virtual centre model by Skyguide* [22] szakmai publikációja ismertette, míg az észti és finn szolgálat [23], illetve a Maastricht-i Magaslégtéri Irányító Központ

(MUAC) és a szlovén léginavigációs szolgáltató projektjei [24], valamint a nemzetközi szakmai környezetből kapott információk a gyakorlati megvalósítás lehetséges irányainak meghatározásához nyújtottak segítséget. Az ATM rendszerek fejlődésére vonatkozó jövőképet a Thales [25, 26] és az Indra [27] gyártók, illetve egyes szakmai szövetségek [28, 29, 30] hosszú távú tervei figyelembevételével körvonalaztam.

A diszruptív technológiák [31, 32, 33, 34, 35], illetve a helyfüggetlenített (távoli) légiforgalmi irányítás technológiai, repülésbiztonsági, finanszírozási, jogi és humán-erőforrás jellegű kérdéseit az országhatárokon átnyúló légterek keresztül elemeztem [36, 37, 38, 39], valamint a koszovói magaslégtéri szolgáltatással [40, 41, 42, 43, 44, 45], és a távoli repülőtéri irányítással [46, 47, 48, 49, 50] összefüggő szakmai munkaanyagok alapján tanulmányoztam.

Az ATM környezetben a légiforgalmi irányító állomány munkaterhelésének csökkentését célzó automatizáció bevezethetőségének lehetőségeire vonatkozó megállapításaimat Marek Bekier (2013) *Automation Acceptance in Air Traffic Management* [51] című doktori értekezésében leírtakra alapoztam.

A légtér és az infrastruktúra kapacitási korlátjainak feloldását, a hasznosítás lehetőségeinek fejlesztését és a forgalmi és technológiai trendek előrejelzését nemzetközi szakmai szervezetek, kutatóműhelyek és tudományos intézetek, valamint szakmai szövetségek számos tanulmánnyal és koncepcióval támogatják. Az Európai Bizottság – az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség (European Union Aviation Safety Agency – EASA), az EUROCONTROL és az FAA együttműködésével – rendszerszintű összehasonlítással részletezi az Amerikai Egyesült Államok integrált, és az európai térség többségében decentralizált ATM infrastruktúra közötti eltéréseket és hatékonysági értékeket [52].

Az európai légtér és infrastruktúra jelenlegi felosztottságának (töredezettségének) problémakörét az European University Institute Florence School of Regulation és a German Aviation Research Society együttműködésével a 2018 májusában Budapesten megszervezett Fragmentation in Air Traffic and its Impact on ATM Performance Research Workshop keretében megjelent több tudományos értekezés segítségével is elemeztem [53, 54, 55, 56]. A jelentősen tagolt európai légtér és légiforgalmi szolgáltatás kapcsolatára irányuló kutatásaimat a nemzetközi viszonylatban korábban született értekezések is segítették [57]. D. Learmount 1989-ben [58] már előre vetítette, milyen akadályokat jelentenek a légtér kialakításában és szervezésében, illetve a műszaki berendezések implementálásához alkalmazott eltérő nemzeti stratégiák. Elemzések

történtek a megnövekedett légiforgalom és a kapacitási problémák, illetve a légiforgalmi kérések kapcsolatára vonatkozóan. [59] 1998-ban R. Schwenk világított rá a légtér szuverenitás légiforgalmi szolgáltatókra gyakorolt hatásaira [60], 2004-ben pedig M. S. Nolan összegezte a légtér-szervezés és felhasználás problémáinak tényezőit [61].

A légi közlekedés jogi kérdéseivel [62], a légiforgalmi szolgáltatási környezettel [63], az európai egységesítési folyamatokkal [64] és a légi útvonal-hatékonyság növelés [65] lehetőségeivel összefüggésben, hazai környezetben is születtek tudományos munkák. A szakirodalomgyűjtés és feldolgozás után azonban kijelenthető, hogy a légiforgalmi irányítás delegálásának, a légiforgalmi szolgáltatások helyfüggetlenített (remote) megvalósításának, valamint az új szolgáltatási és infrastrukturális környezet polgári-katonai vonatkozású hatásai eddig nem képezték részét mélyreható nemzeti és nemzetközi kutatásoknak.

A polgári-katonai együttműködési lehetőségeket a nemzetközi környezetben fellelhető változatos módozatokon keresztül is szemléltettem, az ehhez szükséges információt tíz ország nemzeti légiforgalmi tájékoztató dokumentumából, fejlesztési terveiből és előrehaladási jelentéseiből gyűjtöttem.

A polgári repülőterek és léginavigációs szolgálatok védelmi és nemzetgazdasági rendszerben betöltött helyét és szerepét a vonatkozó hazai jogszabályok, továbbá Szenes Zoltán [66], Domján András [67] és Pethő Richárd [68], valamint Baán Mihály – Bors István – Csiffáry Tamás – Hári László – Kocsis Lajos – Szentes László [69] tudományos munkái alapján vizsgáltam.

Az egyes léginavigációs rendszerek, mint kritikus infrastruktúra kérdéseire vonatkozó kutatásaimat Heilmann Márk [70], Kovács Ferenc [71], valamint Szabó Sándor –Tóth Rudolf tudományos munkáira [72] alapoztam. Elemzéseimet nagymértékben segítette Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája [73], valamint Haig Zsolt és Kovács László tanulmányai is [74, 75, 76].

A kiépített és célrendeltetésű leszállóhelyek, valamint a légiforgalmi szolgálatok helyi és távoli munkaállomásainak fizikai védelmével kapcsolatos szempontokat Pásztor Péter [77], Csutorás Gábor [78], Ladocsi Jenő [79] és Erdődi Zsolt Béla [80] tudományos munkáira alapozva vizsgáltam. A repülőterek nemzeti befogadó és műveleti képességi szempontjait Csengeri János (2018) doktori értekezésében a légi bázisok geostratégiai jellegével, harci kiszolgáló-támogató funkcióival és biztonsági kihívásaival összefüggő következtetéseknek figyelembevételével vizsgáltam [81]. A katonai légiforgalom-szervezés telepíthetőségének és műveleti alkalmazhatóságára vonatkozó elemzéseket Vas

Tímea (2019) ezirányú kutatói munkássága keretében megjelent tudományos kutatásait összefoglaló doktori értekezésének megállapításai alapján folytattam [82].

Az értekezés felépítése

Az értekezés **I. fejezetében** a jelenlegi (konvencionális) léginavigációs infrastruktúra és légiforgalom-szervezési környezetet ismertetem. A kifejtett szolgáltatások körében bemutatom a már létező integrált és harmonizált funkciókat, amelyek további konszolidációs folyamatok alapjául is szolgálhatnak. A fejezetben külön ismertetem és elemzem a nemzeti légiközlekedési infrastruktúra szerepét a védelemgazdaságban, feltárva a polgári léginavigációs eszközpark és légiforgalmi szolgáltatások nemzeti és szövetségi légtérelőrzési kötelezettségek végrehajtásában betöltött szerepét és kötelmeit.

A **II. fejezet** a helyfüggetlenített (távoli, a továbbiakban: remote) légiforgalmi funkciók koncepcióját ismerteti és összehasonlítja az előző részben bemutatott konvencionális szolgáltatásokkal és a napjainkban alkalmazott nemzeti (monolitikus) infrastruktúrákkal. Az elemzés alapja az Európai Bizottság által megrendelt (15 éves iparági jövőképet részletező) tanulmány, amely a légiforgalmi irányításhoz elengedhetetlenül szükséges felderítési és repülési adatfeldolgozás új technológiai lehetőségeit, az ATM információs infrastruktúrákat, valamint az irányítási módozatok konszolidációját részletezi.

Kutatásaim során a távoli (remote) szolgáltatások vizsgálatát leszűkítettem három módozatra, melyeket az alábbi fejezetekben összegeztem.

A **III. fejezetben** azokat az eseteket vizsgáltam, amikor az irányítói felelősség átadására kerül sor bizonyos légtérrész kijelölésével, ahol a légtér lehet szomszédos vagy távoli, az ATS delegálás pedig statikus vagy dinamikus.

A **IV. fejezetben** az eredeti felelősségi körzet megtartása mellett az irányítói munkaállomások diszlokációjának körülményeit vizsgáltam (mely esetben az irányítói szolgáltatás munkaállomásainak áttelepítése vagy kihelyezése történhet ideiglenesen vagy állandó jelleggel). Ebben a kérdéskörben az irányító egység kapcsolati viszonya nem változik, ezért e témakörben a vizsgálat az áttelepítés körülményeit és a kihelyezett munkaállomásokkal szemben támasztandó követelményeket is taglalja.

Az **V. fejezetben** a légiforgalmi irányításhoz szükséges adatfeldolgozás konszolidációját elemeztem, amikor a lokális adatforrásokról szerzett adatok helyfüggetlenített (távoli) adatfeldolgozó rendszer igénybevételével kerülnek feldolgozásra és megküldésre az adatfelhasználás helyszínére (irányítói munkaállomásokra).

A kutatásaimban különösen nagy hangsúlyt fektettem a helyfüggetlenített (remote) infrastruktúra és szolgáltatások alkalmazásának katonai vonatkozásaira. A vizsgált módozatok esetében bemutatom a jelenleg is már létező távoli szolgáltatások polgári-katonai együttműködésre gyakorolt hatásait, valamint a távoli (remote) infrastruktúrák kialakításának feltételül szolgáló fizikai védettségével és kiberbiztonságával kapcsolatos alapelveket és követelményeket. Az elemzéseimmel külön részletezem a polgári-katonai együttműködés sajátosságait és az új légiforgalmi szolgáltatásoknak a nemzeti légtérelőrzésben betöltött szerepét, kockázatait, valamint a remote technológiáknak a NATO telepíthető ATM koncepcióval való összefüggéseit.

A fenti fejezetekben végzett kutatások és elemzések vizsgálják azt a kérdést is, hogy a légiforgalom-szervezésben részes szereplők közötti szakmai kapcsolati rendszer formálódása, illetve a légiforgalmi irányításban vizionált konszolidáció és liberalizáció eredményeként a földrajzi értelemben függetlenné váló (távoli vagy központosított) légiforgalmi irányítási, kommunikációs, navigációs és légtér-felügyeleti funkciók milyen formában illeszkednek a Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszeréhez, [83] amelyben szintén kiemelt helyet kap a polgári-katonai együttműködés [84, 85] kérdése. A tudományos munka kiemelt figyelmet szentel az új technológiák béke és különleges jogrend időszakában való alkalmazásának a NATO Integrált Légvédelmi és Rakétavédelmi Rendszer (NATO Integrated Air and Missile Defence System – NATINAMDS) légtér-ellenőrzési és légtérrendészeti kötelezettségeinek maradéktalan teljesíthetőségének vizsgálatára.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton fejezem ki elismerésemet a légiforgalom-szervezési terület összes együttműködőjének, akik az elmúlt több mint húsz év alatt támogatást és segítséget nyújtottak szakmai munkásságomhoz és tudományos tevékenységemhez, különösen ezen értekezés elkészítéséhez. Köszönetemet fejezem ki a közvetlen szakmai környezetemnek, mentoraimnak, feletteseimnek és legfőképp témavezetőmnek az aktív támogatásért, az eltérő szakmai nézetek konstruktív produktív megvitatásáért, illetve a kapott iránymutatásokért. Külön hálával tartozok családomnak, akik fáradhatatlanul pártfogoltak szakmai sikereim elérésében.

Tudományos eredményeimet és kutatási javaslataimat ajánlom a magyar légiközlekedés elhivatottjainak és kutatóműhelyeinek, akiknek a szakmai és tudományos tevékenységéhez ezúton kívánok további alázatot, kitartást, erőt, egészséget.

1. JELENLEGI (KONVENCIONÁLIS) LÉGINAVIGÁCIÓS KÖRNYEZET BEMUTATÁSA

1.1 Léginavigációs szolgáltatások jogszabályi háttere

1.1.1 GLOBÁLIS KITEKINTÉS

A polgári légiközlekedés alapelveinek és szabványainak, ajánlott gyakorlatainak és eljárásainak kialakításáért az ICAO a felelős. Az 1944-ben 52 nemzet által megalakított, jelenleg 193 ENSZ tagállam részvételével működő szervezet elsődleges feladata, hogy a multinacionális keretek közötti együttműködés révén megvalósítsa a polgári repülés biztonságos működtetésének és fenntartható fejlődésére vonatkozó elképzelését, keretrendszerét. Az ICAO jogalapja a nemzetközi polgári repülésről Chicagóban, az 1944. évi december hó 7. napján aláírt Egyezmény (a továbbiakban: Chicagói Egyezmény) [86], amelyet Magyarország az 1971. évi 25. törvényerejű rendelettel ratifikálta [87], a légiközlekedés szakterületeire vonatkozó legfontosabb szabályokat tartalmazó függelékeket (összesen tizenkilenc Annex-et) pedig 2007. évi XLVI. törvénnyel illesztette a hazai jogrendbe.

A Chicagói Egyezmény értelmében a tagállamok elismerik, hogy minden államot a területe⁵ feletti légtérben teljes és kizárólagos szuverenitás illeti meg. Az államok kötelezettséget vállaltak arra, hogy a szuverén területükön repülőtereket, légiközlekedést segítő szolgálatokat, valamint repülési berendezéseket létesítenek az ICAO által meghatározott nemzetközi szabványoknak és gyakorlatnak megfelelően. Az egyezmény megteremti annak a lehetőségét is, hogy az államok – saját döntésük alapján – eltérjenek a nemzetközi szabványoktól és eljárásoktól.

A Chicagói Egyezmény kizárólag polgári légi járművekre és léginavigációs infrastruktúrára vonatkozik, az előírások az állami célú légiközlekedésre alapesetben nem értelmezendők – az állam dönti el, mely szabályt és szabványt kívánja alkalmazni. Tekintettel azonban a repülés biztonságának és a légtér közös felhasználásának alapelveire, az állam törekszik az állami légi járművek nem speciális jellegű működését az ICAO szabványoknak megfelelően szabályozni és végrehajtani. Ebből adódóan, a légiközlekedés teljes spektrumát lefedő függelékben szereplő irányelvek, szabványok az állami légiközlekedésben is átvezetésre kerültek. Ennek példája, hogy egyes ICAO

⁵ Fennhatósága, védnöksége vagy megbízáson alapuló igazgatása alatt álló földterület és az ahhoz tartozó területi vizek.

eredetű léginavigációs és légiforgalmi eljárások NATO egységesített egyezményekben (ún. STANAG-ek) és műveleti eljárásokban (ún. ATP-k) is fellelhetők⁶, illetve hogy a katonai léginavigációs infrastruktúra is funkcionálisan – a polgári oldalhoz hasonlóan – ugyanazon részelemekből épül fel.

1.1.2 EURÓPAI HELYZETKÉP

A légi közlekedés a világgazdaság, de különösen az Európai Unió belső piacának fontos részeleme, amely hozzájárul az áruk és személyek szabad mozgásához és előmozdítja a gazdasági növekedést. A légi közlekedés biztonságos és hatékony áramlásához légiforgalmi szolgáltatásokra van szükség, amelyek három központi funkciója a légi járművek egymás közötti megfelelő elkülönítése, a kereslet (járatok, légiforgalom) és a kínálat (légiforgalmi irányítási kapacitás) kiegyensúlyozása, valamint légiforgalmi tájékoztatás nyújtása a légtérhasználók számára.

„Bár a légi forgalom természeténél fogva nemzetközi jellegű, korábban azt nemzeti szinten, szétaprózódott és monopolisztikus környezetben igazgatták, ami késésekhez és a légtérhasználók számára magasabb légiforgalmi szolgáltatási költségekhez vezetett. Emiatt a légiforgalmi szolgáltatás átfogó teljesítményének javítására törekvő „Egységes európai égbolt” (SES) kezdeményezés egy sor hatáskört a korábbi kormányközi gyakorlat helyett az Európai Unióra igyekszik átruházni.” [88]

Az Európai Bizottság 2000-ben indított Egységes Európai Égbolt kezdeményezésének célja az európai légi közlekedési hálózat, a légiforgalmi és léginavigációs szolgálatok hatékonyságának növelése, illetve a repülőterek és légiforgalmi szektorok kapacitásának optimalizálása (a forgalom növelése mellett a hálózati késések csökkentése).

A 2004-ben elfogadott első, valamint a 2008-ban hatályba lépett SES jogszabálycsomagok (beleértve a számos végrehajtási rendeletet is) egy koherens, országhatároktól független és rugalmas légtérhasználási körülmények megteremtése érdekében születtek, amelyek feloldják az önállóan kialakított nemzeti léginavigációs infrastruktúrákból eredeztetett hatékonysági korlátokat. A folyamatosan bővülő szabályozási keret napjainkra egy, a légiforgalmi szolgáltatás biztonságosságára, a légiforgalmi szolgáltatások nyújtására, a légtérgazdálkodásra és a hálózaton belüli interoperabilitásra vonatkozó, uniós szintű és kötelező érvényű szabálykészletből áll. Ezt

⁶ Nemzeti szintű alkalmazásuk attól függ, hogy a NATO tagállam milyen mértékben fogadja el és vezeti be az adott STANAG-ben rögzített szabványokat és eljárásokat (tapasztalataim szerint az ATM vonatkozású egyezmények elfogadása általában fenntartások nélkül történik)

a keretet az „Egységes európai égbolt légiforgalmi szolgáltatási kutatás-fejlesztési program” (SES ATM Research - SESAR) nevet viselő, nagyívű technológiai korszerűsítési program és az azt támogató pénzügyi ösztönzők egészítik ki [89].

Az Európai Bizottság határozott konszolidációs elképzeléseinek érvényre juttatása érdekében folyamatosan felülvizsgálatokat indít és elemzéseket készít (vagy készített) a teljesítmény, repülésbiztonság, technológia, repülőterek és az emberi tényező vonatkozásában, és ezekre hivatkozva tesz javaslatokat a jogszabályok módosítására és új szabályozók hatályba lépésére.

A SES jogszabályi környezetben a Bizottság több irányban tett lépéseket az európai léginavigációs infrastruktúra konszolidációjára:

- definiálta a központosított (hálózatmenedzseri (NM) és uniós légügyi hatósági) funkciókat;
- lefektette a rugalmas légtérfelhasználási alapelveket, előírta az országhatároktól független és repülési útvonalaktól mentes légtérstruktúrák, az FRA-k kialakítását;
- meghatározta a légiforgalmi irányításhoz szükséges rendszerek közötti interoperabilitási követelményeket (és elemzéseket készít az európai földi telepítésű CNS infrastruktúra alapszintjére vonatkozóan);
- kötelező (szub)regionális együttműködéseket írt elő (funkcionális légtérblokkok);
- a léginavigációs szolgáltatások méretgazdaságosságának és hatékonyságának ellenőrzésére teljesítmény célértékeket határozott meg, a működési környezetet pedig költséghatékonysági irányelvek szerint szabályozza.

Ennek szellemében, a fenti törekvésekkel összhangban, az Európai Bizottság 2013 nyarán újabb jogalkotási javaslatot ismertetett, mert álláspontja szerint az uniós légiforgalmi szolgáltatásokat hátráltatja a tagállami szolgáltatók monopolhelyzete és a légtér, valamint az infrastruktúrák szétaprózottsága. A SES2+ néven közismert tervezetet – hosszas egyeztetések után – az Európai Unió Tanácsa 2014 decemberében elfogadta, azonban a javaslat 2015. évben megkezdett magasabb szintű döntéshozatali folyamatban (ún. trilógus szakaszban) megrekedt.

Annak ellenére, hogy a Tanácsban a tagállamok megegyeztek az új uniós keretek módosításainak alapelveiről, a trilógusban (a Bizottság, a Tanács és az Európai Parlament közös egyeztetései során) számos tagállam aggályait fejezte ki a jogszabály-tervezet néhány kulcsfontosságú elemével kapcsolatban. Ezt követően a jogalkotási tárgyalásokat hosszú ideig nem tűzték napirendre, mert nem mutatkozott igény és hajlandóság a

tagállamok részéről az privatizációs elképzelésekre alapuló elgondolás újbóli megvitatására [90].

Az elmúlt időszakban bekövetkezett számos fordulat azonban ismét időszerűvé tette az egységes európai égbolt megvalósítását szolgáló jogszabályi keretek megvitatását. A fejlemények között említendő például a BREXIT, amely hatására megszűnt az uniós jogalkotást jelentősen blokkoló Egyesült Királyság és Spanyolország közötti, Gibraltár státuszával kapcsolatos vita. További ösztönző volt a 2018 és 2019 évek nyári menetrendi időszakában tapasztalt jelentős légiforgalmi hálózati túlterhelés, de megemlíthetjük az EU digitális gazdaságának keretrendszerét is, amelybe a Bizottság az egyre fokozódó mértékben piacositandónak tekintett ATM szektort is belevonná⁷.

Az Európai Bizottság az európai gazdaságélénkítő és mobilitási törekvései mellett további politikai célokat is igyekezett érvényesíteni, melyek közül a kiemelendők az európai ATM ökoszisztéma technológiai, infrastrukturális tagoltságának feloldása, a légtértöredezettség megszüntetése, egyes funkciók és jogkörök központosítása, új uniós hatáskörök létesítése, valamint az ATM szektor minél szélesebb körű (legalább részleges) privatizációja és ezáltal egyes szolgáltatásokban a versenyhelyzet (piaci) körülményeinek megteremtése.

Az előzőleg már hivatkozott FAB-ok – mint az uniós célrendszer egyik instrumentuma – szintén a fenti célok elérése érdekében alakultak, miszerint az együttműködő államok és hatóságok együttműködésével a léginnavigációs szolgálatok államhatároktól függetlenül optimalizált infrastruktúrával javítják teljesítményüket [4].

A FAB-ok eszközként szolgáltak a Bizottság számára abban is, hogy az uniós tagállamok teljesítményét ne csak nemzeti szinten ellenőrizze. A Bizottság a léginnavigációs szolgálatok és a hálózati funkciók teljesítményrendszerének létrehozásáról szóló 390/2013/EU végrehajtási rendelete szerint a 2015-2019 közötti (ún. második) referencia időszakra vonatkozóan a tagállamok a teljesítményterveket a funkcionális légtérblokkok szintjén dolgozzák ki. A repülésbiztonság, környezet, kapacitás és költséghatékonyság célokra kifejtett teljesítménytervek tartalmazták különösen

- a szolgálati egységekre lebontott forgalmi előrejelzéseket (és azokat alátámasztó számadatokat) a referenciaidőszak minden évére lebontva, a funkcionális légtérblokk szintjén és a funkcionális légtérblokkon belüli díjszámítási körzetekre nézve;

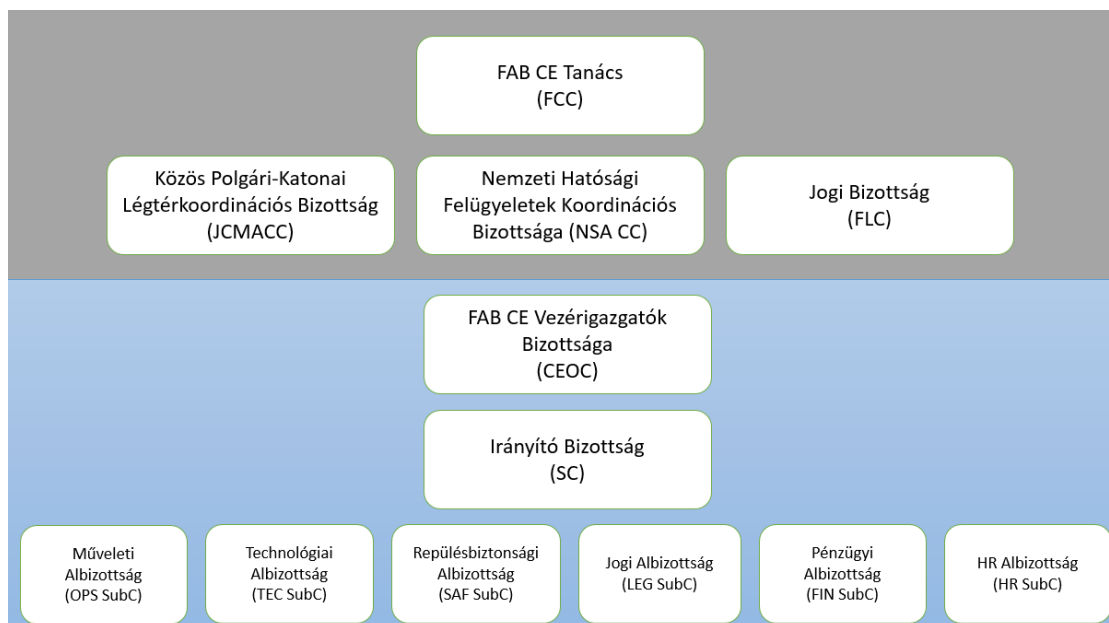
⁷ Az ATM folyamatok során keletkező adatok felek közötti megosztása révén

- a léginavigációs szolgálatok tervezett éves költségeit, beleértve a beruházások leírását, részletesen ismertetve összefüggéseiket az európai ATM főtervvel és a hálózat stratégiai tervvel, külön bemutatva a funkcionális légtérblokk szintjén mutatkozó előnyöket és szinergiákat;
- a terv polgári-katonai vonatkozásainak ismertetését (a kapacitásnövelést támogató rugalmas légtérfelhasználás polgári-katonai teljesítményének leírását, amelyben kellő hangsúlyt kap a katonai feladatok végrehajtásának hatékonysága).

A jogszabályi követelményeknek való megfelelés érdekében az európai térségben (uniós tagállamok és a SES végrehajtásában önkéntesen elkötelezett partner országok részvételével) kilenc FAB kialakítására került sor, melyek közül Magyarország a Közép-európai Funkcionális Légtérblokk (FAB CE) tagja lett. Az Ausztriával, Csehországgal, Szlovákiával, Szlovéniával, Horvátországgal és Bosznia-Hercegovinával közös FAB CE együttműködési struktúra alappillére az alábbi 2011. évben aláírt három többoldalú megállapodás:

1. Közép-európai Funkcionális Légtérblokk létrehozásáról szóló államközi megállapodás (FAB CE Agreement), amely 2011. évi LXV. törvénnyel került ratifikálásra
2. Nemzeti felügyeleti hatóságok (NSA-k) közötti együttműködési megállapodás (FAB CE NSA Cooperation Agreement)
3. Léginavigációs szolgálatok közötti együttműködési megállapodás (FAB CE ANSP Cooperation Agreement)

Ahogy minden funkcionális légtérblokk, úgy a FAB CE is a fenti megállapodásokkal egy kétszintű (állami és léginavigációs szolgáltatói) együttműködési formációt hozott létre, amely lehetőséget teremtett a szakmapolitikai irányok meghatározására és a működési környezetet átalakító projektszintű feladatok menedzselésére és a polgári-katonai kérdések megvitatására.



6. ábra: FAB CE testületek (Készítette a szerző)

A jogszabály – „bottom-up” jellegű megközelítéssel – a tagállamokra bízta annak elbírálását, hogy a hatékonyság javítása és a működési körülmények optimalizálása érdekében miként fokozza az együttműködést: szorosabb két- és többoldalú együttműködésekkel vagy ahol helyénvaló, esetleg egy integrált szolgáltató kialakításával. Tekintettel arra, hogy a fentiek egyenlő értékű alternatív megoldások anélkül, hogy egyik a másikkal szemben bármilyen preferenciát élvezne, illetve ugyanúgy biztosítják a térségi (FAB-on belüli) teljesítmény növelését, a FAB CE is az első opciót választotta, és a megosztott léginavigációs szolgáltatási modell megtartása mellett döntött, a légiforgalmi irányítóközpontok más rekonfigurációja helyett.

A FAB CE tagjai tehát a fokozott együttműködésre koncentrálnak a szolgáltatásnyújtás harmonizálása céljából, beleértve az operatív eljárásokat, átjárhatóságot és a zökkenőmentes működés biztosítását szolgáló további lépéseket. A térség hatékonyabb légtérszerkezetének és felhasználásának, valamint léginavigációs szolgáltatási modelljének közös kialakítása nem sérti a részes államok szuverenitását és honvédelmi kötelezettségeit, prioritásait. Ezeket tükrözik a FAB CE Vezérigazgatók Bizottsága és a FAB CE Tanács által jóváhagyott stratégiák és projektek is, amelyek a SES követelményekre és a technológiai kihívásokra reagálva tűztek ki célkitűzéseket az egyes időszakokra vonatkozóan⁸.

⁸ A 2020-ban elfogadott FAB CE Strategy 2020-2030 dokumentumot későbbi fejezetekben ismertetem és használom fel hivatkozással elemzéseim során.

A FAB-ok preferált modelljére az Európai Bizottság 2012-ben az uniós tagállamokkal szemben indított kötelezettségzegési eljárásokkal reagált, ugyanis a Bizottság álláspontja szerint a FAB-ok tagjai nem tettek megfelelő lépéseket a térségi léginavigációs szolgáltatások és a kapcsolódó tevékenységek (funkciók) teljesítményének növelésére, a léginavigációs szolgáltatók beruházási és működési költségeinek csökkentésére, illetve az nemzeti infrastruktúrák összehangolására és optimalizálására [91]. Az Európai Bizottság a 2014/2119. számú kötelezettségzegési eljárás keretében szólította fel Magyarországot és a FAB CE uniós tagállamait (Ausztria, Csehország, Horvátország, Szlovákia, Szlovénia) a vonatkozó SES rendeletek⁹ helytelen végrehajtása miatt. A Bizottság kérte az érintett uniós tagállamokat, hogy a funkcionális légtérblokkot (mint a jogszabályok és a FAB CE Egyezmény szerint közösen kezelt légtér) az államhatárok helyett a forgalmi áramlások köré rendezzék. A FAB-októl várt előrelépés elmaradását az Európai Számvevőszék 2017. évi vizsgálata során is beazonosította, miszerint:

„A jelenlegi funkcionális légtérblokkok elsősorban együttműködési fórumot biztosítanak a szomszédos államok érdekelt felei számára, de sem a légtérgazdálkodás, sem a szolgáltatásnyújtás, sem pedig a technikai felszerelések beszerzése szintjén nem bizonyultak eredményesnek a szétaprózódottság csökkentése terén” [88].

A jogszabályi lehetőségek tekintetében egyedül a dán-svéd részvételű DK-SE FAB mozdult el az integráció irányába. A dán és svéd léginavigációs szolgáltatók (NAVIAIR és LFV) 2009-ben megalapították a Nordic Unified Air traffic Control (NUAC) közös leányvállalatot, amely 2012. évtől három (egy dán és két svéd) körzeti irányító központtal biztosította a dán és svéd légtérben zajló polgári légiforgalom irányítását. A valós rendszer és infrastruktúra integrációra, illetve konszolidációra azonban nem került sor, ezért a leányvállalat 2019 augusztusában befejezte működését.

Az uniós jogszabályi keretek között, a FAB-ok részéről tehát nem történt előrelépés a bizottság által elvárt konszolidáció irányába. Európában jelenleg továbbra is csak a Bevezetésben említett Maastricht-i Magaslégtéri Irányító Központ az egyetlen integrált körzeti légiforgalmi szolgáltató, viszont e szervezet megalakulása nem a SES jogszabályi kötelezettségekből eredeztethető, mindazonáltal jogyakorlatként szolgál a Bizottság

⁹ Az egységes európai égbolt létrehozására vonatkozó keret megállapításáról szóló 549/2004/EK rendelet, illetve a léginavigációs szolgáltatóknak az egységes európai égbolt keretében történő ellátásáról szóló 550/2004/EK rendelet

számára az országhatároktól független, összevont szolgáltatási környezet kialakítása tárgyában.

A többek között Magyarországgal szemben is megindított kötelezettségzegési eljárások formálisan fennállnak, de napjainkra elakadtak, ugyanis a Bizottság nem tudott megalapozott érveket felsorakoztatni az integráció elmaradásából eredeztethető mulasztással kapcsolatban, a tagállamok pedig tényekkel, számadatokkal igazolták FAB-on belüli együttműködéseiket, amelyek hozzájárultak a térségi forgalom növekedéséhez, valamint a kialakult partnerségek elmélyüléséhez.

A jogszabályi megfelelés érdekében folytatott térségi együttműködések néhány példája (rész/eredmények a teljesség igénye nélkül):

DANUBE FAB: a bilaterális együttműködés keretében 2014 decemberében a román (ROMATSA) és a bolgár (BULATSA) szolgáltatók kialakították az országhatároktól független határmenti légtérstruktúrát (ún. X-border sektorszerkezet), amelynek eredményeként az FL 245¹⁰ repülési szint feletti légtér részben a légiforgalmi irányítás, levegő-föld kommunikáció és légtérfelderítést a delegált szolgáltató biztosítja, míg a navigációs, meteorológiai és légiforgalmi tájékoztatási szolgáltatásokat továbbra is a delegáló fél látja el. A légtér szerkezet átalakítása és a szolgáltatás delegálása a nemzeti hatóságok, valamint a közlekedési és honvédelmi tárcák előzetes bevonásával történt [92]. Emellett a két fél közös beszerzéssel¹¹ modernizálta a légiforgalmi szolgálatok kommunikációs rendszereit [93].

BALTIC FAB: a kétoldalú együttműködés keretében, hosszas előkészítést követően, 2021 februárjától a litván léginavigációs szolgálat (Oro Navigacija) is a lengyel szolgáltatóval (PANSO) azonos ATM rendszerrel biztosítja a légiforgalmi irányítást, ezzel az iTEC rendszert használók köre hét tagra bővült (előzőeken túl még Németország, Egyesült Királyság, Hollandia, Spanyolország és Norvégia alkalmazza ezt a rendszert). A lengyel és litván együttműködéssel megvalósult a térség útvonalaktól független légtér szerkezete (BALTIC Free Route Airspace) [94].

¹⁰ „repülési szint” (FL): meghatározott nyomásértékhez, az 1013,2 hPa légnyomáshoz viszonyított állandó légnyomású felület, melyet más ilyen felületektől meghatározott légnyomáskülönbségek választanak el (A bizottság 923/2012/EU végrehajtási rendelete, 2. cikk. 78.);

¹¹ A tender nyertese a Frequentis cég volt, amely VCS3020X típusú berendezéseket telepített a bukaresti és szófiai körzeti irányító központ, valamint a várnai repülőtér összesen 200 bolgár és 149 légiforgalmi irányítói munkaállomásán, biztosítva ezzel 270 rádiócsatorna és 112 telefonvonal VoIP alapú rendelkezésre állását.

FAB CE: ez az együttműködés – taglétszámából adódó eltérő ambíciószint és nemzeti prioritások miatt – nagyobb kihívásokkal működik az előző két bilaterális formációhoz képest. A hétországos blokkban külön megvalósíthatósági tanulmányok készültek a földi telepítésű léginavigációs és légtérfelderítési infrastruktúra optimalizációjára, a térségi CNS eszközpark közös tervezésére és integrált működtetésére. A résztvevők külön elemezték a közös díjzóna lehetőségeit és a költségmegosztási modelleket, illetve az ATM rendszer részét képező ún. radar tracker integrációját. Szabványok és ajánlások születtek repülésbiztonsági területen¹², és hiánypótló megoldásként – az európai hálózatmenedzserrel közösen – kidolgozásra került egy közös protokoll a légiforgalmi szolgálatok vészhelyzeti eljárásaira¹³.

A közös légtér- és útvonaltervek¹⁴ élenjáróvá tették a FAB CE tagjait az FRA-k megvalósításában, amely lehetővé teszi a hálózatmenedzserrel együttműködve a FAB CE térségben az országhatároktól független (X-border) szektorszerkezet előkészítését [95]. A programban közös beszerzéssel kiépítésre került a léginavigációs szolgáltatók közötti (ún. X-bone) informatikai hálózat, 2014-ben pedig a bosnyák BHANSA kivételével a FAB CE hat léginavigációs szolgáltatója szlovén jog alatt leányvállalatot alapított, amely közös beszerzésekkel és programmenedzsmenttel támogatja a FAB CE projekteket. A leányvállalat elviekben alkalmas egy konszolidált CNS infrastruktúra kialakításának támogatására, menedzselésére.

NEFAB: földrajzi kiterjedés tekintetében a legnehezebb együttműködési forma, ugyanis egyrésztől Norvégia, Finnország és a balti országok (Észtország, Lettország és Litvánia) által alkotott funkcionális légtérblokkba ékelődik a svéd-dán formáció, másrészt a térség forgalmi struktúrája pedig erősen kitett az orosz és fehérorosz szomszédság miatt. A felek önállóan vezették be a nemzeti útvonalaktól független légtérszerkezetet, a 2020-ban jóváhagyott öt éves stratégiai tervükben pedig elköteleződtek az országhatároktól független szektorszerkezetet támogató virtuális körzeti irányító központ koncepciójának, valamint a pilóta nélküli légi járművek menedzselését célzó ún. UTM ökoszisztéma harmonizált kialakítása, továbbá a közös CNS beszerzési lehetőségek részletesebb elemzése mellett [96]. A térségi együttműködést orientálhatja a finn és észt együttműködésű, 2019-ben indított FINEST elnevezésű projekt, amely keretében a két

¹² Safety Management Manual, Safety occurrence and investigation, ATCO fatigue stress and cognitive capabilities management

¹³ Contingency Concept

¹⁴ Network Operation Plan, Airspace Plan, Statikus X-border reszektorizáció

szolgáltató (ANS Finland és EANS) közösen telepíti a Thales cég Top Sky típusú ATM rendszerét [97]. A 2005 óta különböző projekteken keresztül felépített bizalom mostanra ért arra a szintre, hogy a felek készek leváltani a Thales által biztosított hasonló felépítésű rendszereiket egy közös infrastruktúrára. A projekt az integrált ATM rendszerüzemeltetésen túl megteremti az alapjait az országhatároktól függetlenített légtér-gazdálkodásnak és dinamikus légiforgalmi szolgáltatásoknak is.

Annak ellenére, hogy a funkcionális légtérblokk koncepció nem valósította meg az európai ATM infrastruktúrának a Bizottság által vizionált teljeskörű konszolidációját, megítélésem szerint az iparág jelentős lépéseket tett a szorosabb együttműködés és a harmonizált, illetve integrált szolgáltatások irányába. A jogszabállyal együttműködésre kényszerített tagállamok és léginavigációs szolgáltatók között fokozódó partnerségek és technológiai társulások kezdtek kialakulni, amelyek már megfelelő alapot teremthetnek a következő uniós reformintézkedések és/vagy forgalmi, illetve technológiai kihívások hatékony kezelésére.

Az európai ATM környezet átalakulásának mértéke és formája mindazonáltal jelentős mértékben függ a jelenleg jogalkotási egyeztetés alatt álló SES2+ jogszabályi környezettől. A Bizottság által 2019 őszén közzétett – 2013-ban tárgyalt változatot részben felülvizsgált – SES2+ tervezete továbbra is olyan reformjavaslatokat tartalmaz, amelyek a nemzeti léginavigációs infrastruktúrák jelentős mértékű átalakulását szorgalmazzák. A Bizottság bizonyos mértékben módosított az alkalmazott eszköztáron¹⁵, törekvései azonban továbbra is ugyanazok a léginavigációs infrastruktúra, a szolgáltatások és az azokkal kapcsolatos döntési jogkörök átalakítása tekintetében. Míg a kezdeti fő uniós célkitűzések, nevezetesen a repülésbiztonsági szint növelése, a megfelelő kapacitások biztosítása, a repülőtéri és léginavigációs költségek csökkentése, a technológiai interoperabilitás és modernizáció, valamint a környezetvédelem előtérbe helyezése voltak, az új tervezetben már egyértelműen kiolvashatók az ATM szektor piacosításának szándékai. Ennek szellemében születtek szövegjavaslatok a léginavigációs szolgáltatók monopolhelyzetének minél szélesebb körű megszüntetésére, az európai ATM hálózat egyre fokozódó központosítására, amelyeket felgyorsíthat az infrastruktúra digitalizálása és privatizációja is.

¹⁵ Pl. nem kívánja fenntartani a FAB modelleket, egyedül a körzeti légiforgalmi irányítás tevékenységét tekinti az államok Chicagói Egyezményből eredeztetett szuverén állami kötelezettségként stb.

Természetesen a Bizottságnak figyelemmel kell lennie az újonnan megjelent körülményekre is. A deklarált bizottsági prioritások számos külső tényező miatt változni kényszerültek – amíg az elmúlt években (a légiközlekedési szektor növekedése idején) a légitforgalmi irányítói és repülőtéri kapacitásnövelés volt a fő narratíva, addig a COVID-19 okozta (gazdasági szempontból nehezebb) időszakban a költséghatékonysági célokra hivatkozva igyekeznek a jogszabályi körülményeket kialakítani.

A jogalkotási folyamatot az unió klímavédelmi politikája is befolyásolja, mivel a Bizottság egy lehetséges eszközként aposztrofálja a SES-t a fenntartható légiközlekedés előmozdítása érdekében [98]. Ez utóbbival összefüggésben fontosnak tartom megjegyezni, hogy a klímapolitikai célkitűzések a közlekedési ágazat (egyben a légi járművek által okozott) károsanyag kibocsátásának drasztikus csökkentését célozzák, amelyek jelen technológiák alkalmazása tükrében ellentétesek az Európai Bizottság Mobilitáspolitikai és Közlekedési Főigazgatóság (DG MOVE) COVID-19 pandémia-időszak utáni helyreállítási törekvéseivel, aminek célja az uniós gazdaság fellendítése érdekében a 2019-es forgalmi értékek, illetve a 2019-ig tapasztalt forgalomnövekedési trend mihamarabbi visszaállítása. Álláspontom szerint a légtérkapacitás és a környezetvédelmi hatékonyság növelése egymással ellentétes célkitűzések. A klímavédelmi koncepciók és elemzések áttekintése során arra a következtetésre jutottam, hogy az egyes stakeholderek (EUROCONTROL, Európai Bizottság, légitársasági szövetségek stb.) számos alkalommal állítják be a légtér országhatároktól független felosztását és a légitforgalmi szolgáltatások privatizációját a légiközlekedésből eredeztetett károsanyag megtakarítási potenciáljaként, azonban ez az érvelés ebben a formában nem helytálló.

Az Európai Bizottság 2019. december 11-én megjelent európai zöld megállapodás [99] közleményének célja az éghajlat- és környezetvédelmi kihívások kezelése meghatározott ütemterv szerinti átfogó jogalkotási folyamattal. Az uniós politikákkal (klíma- és energia, közlekedés, környezetvédelem, mezőgazdaság, ipar) és uniós jogszabályi módosítások és új uniós szabályozások célja Európa klíma-semlegességének elérése 2050-re, vagyis az üvegházhatású gáz-kibocsátás mértékének nettó nullára csökkentése.

A közlemény szerint a közlekedés (vasúti, közúti, hajózási és légi szektor együttese) az EU üvegházhatásúgáz-kibocsátásának egynegyedéért felelős, és ez az arány egyre nő. A klímasemlegesség eléréséhez a közlekedésből származó kibocsátások 90%-os

csökkentésére van szükség 2050-ig¹⁶ (1990-es szinthez képest¹⁷), a közúti, vasúti, légi és vízi közlekedésnek egyaránt hozzá kell járulnia a csökkentéshez (a légiközlekedés részaránya egyelőre nem ismert). A fenntartható közlekedés megvalósításával a felhasználókat kell előtérbe helyezni, és jelenlegi mobilitási lehetőségeiknél megfizethetőbb, hozzáférhetőbb, egészségesebb és tisztább alternatívákat kell biztosítani számukra.

„Ha 2050-re valóban el akarjuk érni a klímasegélyességet, méghozzá felelős módon, akkor 2030-ig 55%-os kibocsátáscsökkentést kell megvalósítanunk.”¹⁸

A légiközlekedési szereplők már korábban (2008) kifejezték szándékukat, hogy 2050-re megfelezik a 2005. évben mért légiközlekedésből származó CO₂ károsanyag kibocsátás mértékét¹⁹.

A közleményben foglalt közlekedési célok megvalósításának elősegítése és az összes kibocsátási forrás kezelése érdekében 2020. december 9-én a Bizottság elfogadta a fenntartható és intelligens mobilitásra vonatkozó stratégiát az uniós közlekedési rendszer zöld és digitális átalakítására, illetve az infrastruktúra ellenállóbbá tételére [100]. A stratégia része egy cselekvési terv (10 cél köré csoportosított 82 kezdeményezés [101]), amely iránymutatásként szolgál a következő négy év tevékenységeihez²⁰. Az Európai Bizottság mérföldköveket határoz meg, amelyek megmutatják, 10 és 30 év múlva mit kell elérni, hogy az európai közlekedési rendszer jó úton haladjon az intelligens és fenntartható jövő felé pl.

„By 2030, there will be at least 100 climate-neutral cities in Europe. Scheduled collective travel under 500 km should be carbon neutral by 2030 within the EU Zero-emission large aircraft will become ready for market by 2035 By 2050, a fully operational, multimodal Trans-European Transport Network for sustainable and smart transport with high speed connectivity.”

¹⁶ „A klímasegélyesség megvalósításához a közlekedési ágazat számlájára írható kibocsátásokat 2050-ig az 1990-ben mért szinthez képest 90%-kal kell csökkentenünk: az ágazat helyreállítása mellett ez lesz a küszöbön álló, fenntartható és intelligens mobilitási stratégia egyik fő célkitűzése.”

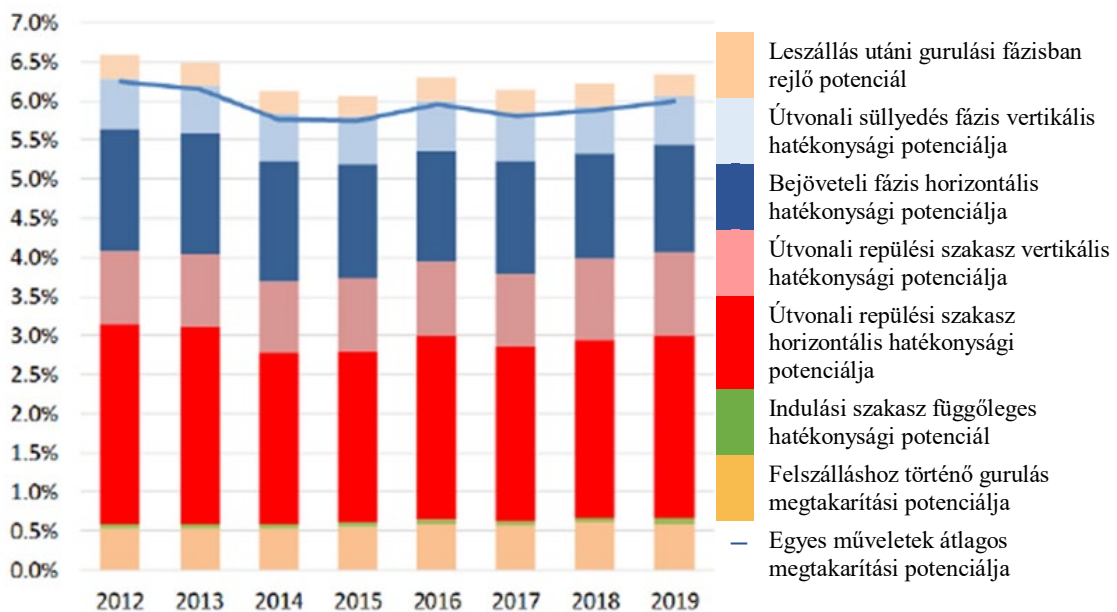
¹⁷ A HungaroControl 2000. évben regisztrált átrepülő forgalma 357.312 légi jármű volt. 1990-ben ennél csak kevesebb légi jármű mozoghatott.

¹⁸ Beruházás a klímasegélyes jövőbe az európai polgárok érdekében – Az EU 2030-ra vonatkozó éghajlatvédelmi törekvésének fokozása (Brüsszel 2020.09.17.).

¹⁹ Opinion: Leave Hydrogen for Dirigibles (2021.01.13.) <https://aviationweek.com/aerospace/emerging-technologies/opinion-leave-hydrogen-dirigibles?elq2=cde7b20199ed43b984f3703e697f6bd7>

²⁰ A légiközlekedési területtel összefüggő fontosabb kezdeményezéseket és azok 4 éven belül tervezett időzítését az 1. sz. melléklet tartalmazza.

A jelenlegi légi jármű meghajtási technológiák, továbbá az alkalmazott repülőtéri és légiforgalmi irányítási szabályok és munkatechnológiák csak korlátok között javíthatók, így ezektől nem várható a radikális uniós környezetvédelmi elvárások teljesítése. Kétségtelenül beazonosítható a károsanyag-megtakarítási potenciál az egyes légiforgalmi szolgáltatási munkafolyamatokban (pl. folyamatos süllyedési profilt biztosító szabvány érkezési eljárások, CDO), de a légtér szerkezet átalakításával (országhatároktól függetlenített szektorszerkezeten keresztül a repülésirányítói egységek számának csökkentésével), a rugalmas légtér felhasználási elvek teljeskörű alkalmazásával a légiforgalom-szervezés hatékonysága növelhető, de csak elenyésző mértékben fogja javítani a légi járművek horizontális és vertikális repülési hatékonyságát. Ebből adódóan az egyes elemzésekben szereplő értékek megkérdőjelezhetők, a hatékonyság növelés az egyes számítások szerint repülésenként ~6% mértékű üzemanyag megtakarítást eredményezhet.



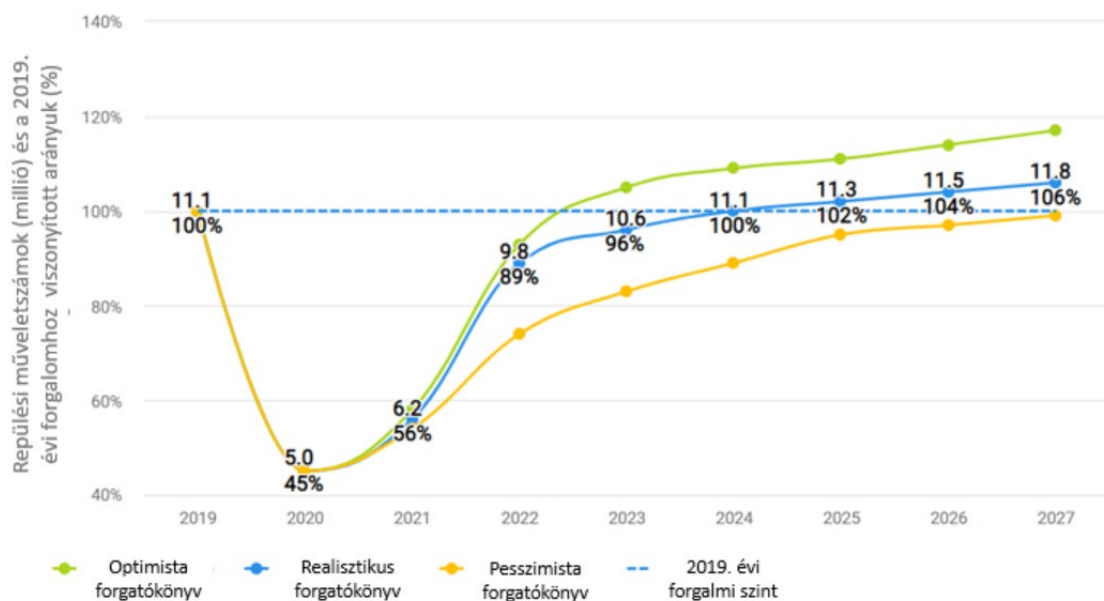
7. ábra: Repülési szegmensek légi jármű károsanyag-kibocsátás megtakarítási potenciálja

(Készítette a szerző. Forrás: EUROCONTROL [102] alapján)

Az európai légiforgalom COVID-19 pandémia utáni rendeződése tehát számos nagy jelentőségű tényezőtől függ, melyek egymásra gyakorolt hatása és a folyamat kimenetele egyelőre nehezen beazonosítható. Emiatt kérdéses, hogy a Bizottság érvrendszerében milyen formában jelenik meg ismét az ATM infrastruktúra kapacitásnövelésből és költséghatékonyságból eredeztetett átalakítási szükséglete, melynek eredményeként a szolgáltatást biztosítók száma a távoli technológiák alkalmazásával csökkenthető és az

egyes kötelezettségek – önálló funkciók és infrastruktúrák helyett – szolgáltatásként beszerezhetők.

Az alábbi ábra alapján megállapítható, hogy az európai hálózatmenedzser (EUROCONTROL) közép és hosszútávú forgalmi előrejelzésekért felelős szervezeti egysége (STATFOR) továbbra is nagy bizonytalansági rátával számítja a COVID-19 utáni légiforgalmi visszarendeződést. Ez a forgalmi volatilitás közlekedéspolitikai, üzletstratégiai és üzemfolytonosság tekintetében nagy nehézségeket okoz az uniós jogalkotónak, a tagállamoknak és az állami tulajdonú léginavigációs szolgáltatóknak, illetve nemzetközi együttműködéseknek egyaránt.



8. ábra: EUROCONTROL STATFOR hét éves forgalmi előrejelzései
(Készítette a szerző. Forrás: EUROCONTROL [103] alapján)

A COVID-19 tehát rávilágított a légiközlekedési iparág, és különösen a léginavigációs szolgáltatók sérülékenységére és a SES jogszabályi keretekben a stabilitás garanciáinak hiányosságaira [104]. Az új uniós jogszabályi keretek (SES2+) kialakítása során, a 2020. I. félévében zajlott Európai Tanács szakmapolitikai egyeztetésein a tagállamok határozottan kijelentették, hogy az államok saját felelőssége eldönteni, milyen formában garantálható a nemzeti léginavigációs kötelezettségek üzemfolytonossága, milyen technológiai alapon és működési modellben biztosítják az unió által elvárt forgalmi kapacitást, teljesítményt és a szükséges infrastruktúra elemeket (integráltan, részben vagy teljesen piacosított körülmények között, virtuális infrastrukturális alapokon).

Ezzel szemben, az Európai Parlament 2021 júniusában a Bizottság tervezetével megegyező ambíciójú – liberalizációs törekvéseket és paradigmaváltást támogató –

javaslatokat tett a SES2+ jogalkotási tárgyalások folytatásához. A Bizottság és a Parlament paradigmaváltó elképzelései szerint bővülne az európai hálózatmenedzser felelősségi köre, míg a körzeti légiforgalmi irányításon (ENR) kívüli szolgáltatások (kommunikáció, navigáció és felderítés (CNS), légiforgalmi tájékoztatás (AIS), repülésmeteorológia (MET), repülőtéri (TWR) és közelkörzeti (APP) légiforgalmi irányítás, valamint adatfeldolgozás és szolgáltatás (ADS, CIS) az állami közszolgáltatás helyett piaci alapon lennének igénybe vehetők. Bizonyos esetekben a felügyeleti hatóság kötelezhetné a nemzeti szolgáltatót bizonyos funkciók szolgáltatás alapú beszerzésére a saját infrastruktúráján történő, önálló feladatellátás helyett.

A jelenleg nagyrészt állami feladatként ellátott tevékenységek forszírozott liberalizációja a teljes európai ATM szektor piaci irányú átalakítására irányulna, melynek eredményeként fokozatosan szűkül az állami feladatellátás köre és egyre inkább elterjednének a virtuális és távoli (helyfüggetlenített, azaz remote) léginavigációs szolgáltatások. A tagállamok érvrendszere viszont alapvetően azt hangsúlyozza, hogy az állam szuverén joga eldönteni a Chicagói Egyezményben vállalt szolgáltatások és funkciók biztosításának formáját (önállóan vagy külsős fél bevonásával), ezért elutasítják a liberalizáció katalizátoraként működő uniós jogszabályi kötelezettséget.

A 2021-2022. évek EU elnökségi időszakában a Bizottság, a Tanács és a Parlament egy viharosnak ígérkező trilógus kodifikációs fázisban fogja meghatározni a következő évtizedek európai ATM környezetének szakmapolitikai és fejlődési irányait, amelyben körvonalazódik, hogy a léginavigációs portfólió mely elemei vonatkozásában kell számítani a remote technológiák fokozottabb elterjedésére.

Feltételezésem szerint, bármilyen eredménnyel is zárulnak a jogalkotási tárgyalások, elkerülhetlenné válik napjaink nemzeti léginavigációs környezetének átalakítása, a kérdés már csak annyiban lesz releváns, hogy

1. a tervezett konszolidációs változások önkéntes alapon vagy jogszabályi kötelezettség alapján és irányított módon következnek be, továbbá
2. milyen időtávon kell számolnunk a jelenlegi ATM működési környezet átalakulásával valamint
3. milyen mértékben tervezi a magyar állam igénybe venni az iparágban rendelkezésre álló remote szolgáltatásokat (külsős fél bevonásával egyes funkciók leépítése vagy hazai képességek nemzetközi expanziójával szolgáltatási portfólió bővítés és nemzetközi szakmai partnerségek erősítése).

1.1.3 HAZAI JOGSZABÁLYI KÖRNYEZET

A hazai jogszabályi környezet a Chicagói Egyezményben rögzített jogokra és kötelezettségekre alapuló komplex rendszert alkot, és pontosan definiálja a szuverén nemzeti légtérben felelős polgári és katonai légiforgalmi szolgálatokat, azok felelősségi körzeteiket, feladataikat és a működésük, együttműködéseik szabályait.

Tekintettel arra, hogy a Chicagói Egyezmény alapján minden államot teljes és kizárólagos szuverenitás illet meg a területe fölötti légtérben, ennek megfelelően a nemzeti vagyonról szóló törvény meghatározza, hogy nemzeti vagyonba tartozik a Magyarország határa által körbezárt terület feletti légtér [105]. A légi közlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény [Lt.] értelmében az országhatár által körbezárt terület felett az államnak²¹ országos illetékességű szolgálatokat²² és szolgáltatásokat²³, valamint, a nemzetközi közforgalmi légikikötők esetében repülőtéri koordinációs szolgálatot kell fenntartania. Ezt a felelős polgári szervezetet a közlekedési miniszter jelöli ki, a honvédelemért felelős miniszterrel egyetértésben. A törvényi hivatkozás alapján szintén az állam kötelezettsége az állami célú légiközlekedéssel összefüggő légiközlekedési, légiközlekedés-védelmi feladatok ellátása és koordinálása [106].

A törvény 61/A. § (3) bekezdése határozza meg a 100%-ban állami tulajdonú léginavigációs szolgáltató, a HungaroControl feladataként a légiforgalmi irányító szolgáltatás ellátását, amely végrehajtásához üzemelteti a légiforgalmi irányító szolgáltatás ellátásához szükséges rendszereket. A HungaroControl által üzemeltetett rendszer kiesése esetén a fenti szolgáltatások ellátása hazánk légtérében más módon nem biztosított, mivel a Társaság a kizárólagosan kijelölt szolgáltató Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren és Magyarország polgári légiközlekedés számára kijelölt légtérrészeiben [107].

Az Lt. 62.§ (2) bekezdése szerint a katonai repülésirányító szolgálat részeként működő katonai légiforgalmi szolgálatokat a honvédelemért felelős miniszter hozza létre és tartja fenn. A katonai légiforgalmi szolgálatok feladatköre alapvetően azonos a polgári léginavigációs szolgáltató (ICAO szabványok szerinti) kötelmeivel:

- légtér ellenőrzése érdekében a légiforgalmi szolgálatokkal való együttműködés;

²¹A légiközlekedés számára fizikailag igénybe vehető magasságig terjedő részben, melynek felső határa nincs explicit meghatározva, gyakorlatban a nem üresköznek minősülő járművek maximális repülési magassága deklarálja az állam szuverenitási igényét.

²² Légiforgalmi irányító, légiforgalmi tanácsadó, repüléstájékoztató, valamint riasztó

²³ Légiforgalmi tájékoztató, távközlési és léginavigációs, valamint repülésmeteorológiai.

- légtérgazdálkodás;
- légiforgalmi irányítás;
- légiforgalmi tájékoztató szolgálat ellátása;
- a légiforgalmi távközlési szolgálat ellátása;
- riasztó szolgálat ellátása;
- repüléstájékoztató szolgálat ellátása;
- légi jármű eltűnése vagy kényszerhelyzetbe kerülése esetén a szükséges intézkedés kezdeményezése.

A törvény szintén kimondja, hogy repülőtéri repüléstájékoztató szolgálat a közlekedési miniszter kijelölésével nyújtható, a szolgálatot pedig abban az esetben kell kijelölni, ha a repülőtér üzemeltetője és a szolgálatot ellátni kívánó szervezet között érvényes megállapodás van és a szolgálatot ellátni kívánó szervezet rendelkezik a légiközlekedési hatóság által kiadott érvényes tanúsítvánnyal.

A magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet meghatározza a polgári és a katonai légiforgalmi szolgálatok felelősségi légtereit [108]. A HungaroControl a hatályos rendeletek alapján a földfelszín és FL660 repülési szint – azaz megközelítőleg 20 100 méteres magasságig – közötti magasság tartományban és a számára kijelölt részeiben biztosít repüléstájékoztató és légiforgalmi irányítói feladatokat. E magasság felett a magyar légtérben jelenleg nincs polgári légiforgalmi szolgáltatás²⁴.

E rendelet rögzíti a katonai légiforgalmi szolgálatok felelősségi légtereit is. Ezek Szolnok, Pápa és Kecskemét katonai repülőterek repülőtéri (Military Aerodrome Control Zone - MCTR) és katonai közelkörzeti (Military Terminal Control Area - MTMA) irányítói körzeteit, valamint a repüléstájékoztató szolgáltatás biztosításához kijelölt forgalmi tájékoztató körzeteket (Traffic Information Zone - TIZ).

A légiforgalmi szolgálatok ellátásának és eljárásainak szabályairól szóló 57/2016. (XII. 22.) NFM rendelet 24. § (7) bekezdése alapján az MCTR és az MTMA irányítói körzetek kivételével az általános légiforgalom (General Air Traffic - GAT) számára a polgári légiforgalmi szolgálati egység nyújt légiforgalmi szolgáltatást [109]. Ugyanezen jogszabály szerint, az állami repülések céljára kijelölt légtereken kívüli ellenőrzött légtérben végrehajtott műveleti repülések (Operational Air Traffic - OAT)

²⁴ Erre jelenleg gyakorlatilag nincs is szükség, mivel a polgári légiforgalom ezen felüli magasságokban nem veszi igénybe a nemzeti légtér.

útvonalrepülési (polgári repülési szabályok szerinti végzett) szakasza számára, valamint a nem ellenőrzött légtérben végrehajtott OAT repülések számára légiforgalmi szolgáltatás nyújtására – a légvédelmi készenléti repülés kivételével – a polgári légiforgalmi szolgálat jogosult.

Az állami célú légiközlekedésre vonatkozó alapszabályok és kötelezettségek szintén az Lt. és annak számos végrehajtási rendeleteiből eredeztethetők. A harmonizációs törekvéseket hűen mutatja, hogy egyes jogszabályok a polgári és katonai félre egyaránt vonatkoznak, mint például a magyar légtér igénybevételéről szóló 4/1998. (I.16.) Korm. rendelet [110], a Magyarország légtérében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól szóló 56/2016. (XII. 22.) NFM rendelet [111], valamint a fentebb említett NFM rendelet [109], és a GKM-HM-KvVM együttes rendelet [108]. Ezek mellett a honvédelmi tárca önálló szabályokat is alkalmaz, például az állami célú légiközlekedés szakszemélyzetének szakszolgálati engedélyeiről szóló 16/1998. (X. 28.) HM–EüM együttes rendelet [112], míg az állami repülések céljára kijelölt légterekben végrehajtott repülések szabályait a 3/2006. (II. 2.) HM rendelet részletezi [113].

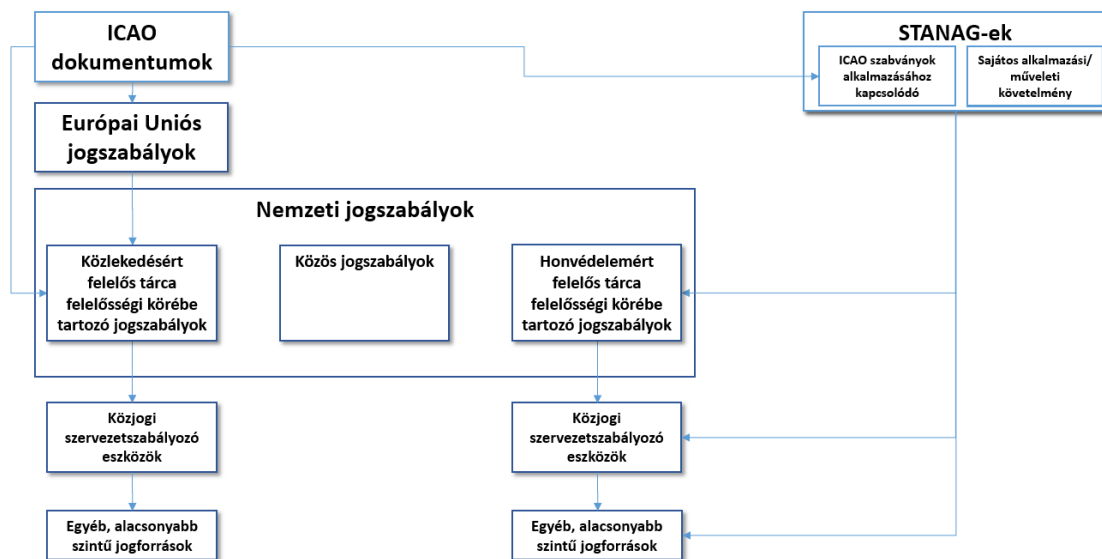
A Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési környezete esetében kétdimenziós harmonizációs folyamat figyelhető meg. A folyamat egyik dimenziója a fenti példákkal szemléltetett polgári-katonai szabályozási konvergencia, amelyben a polgári oldalon megjelenő szabályozási igény főleg a nemzetközi előírásokkal való összhang megteremtése érdekében jelentkezik, a katonai fél pedig – a rugalmas légtérfelhasználás és minél biztonságosabb együttműködés szellemében – minél szélesebb körben alkalmazkodik a polgári repülésre vonatkozó ICAO és uniós sztenderdekhez (követelményekhez és ajánlásokhoz).

A folyamat másik dimenziója a honvédség alkalmazkodási szükséglete a szövetségi normákhoz. A NATO egységesítési egyezmények (STANAG-ek) nemzeti elfogadásával és bevezetésével (szükséges mértékben történő átvételével) a honvédség kötelezettséget vállal a szövetségi normák alkalmazására, amely garantálja a Szövetségen belül a katonai ATM rendszerek, eljárások és munkamódszerek kompatibilitását, ezáltal pedig azonos képességek kialakítását, illetve az erők szövetségi keretek közötti bevethetőségét.

A légiforgalom-szervezési témájú STANAG-ek egyfelől az ICAO szabványok katonai alkalmazhatóságát biztosítják, másrészt az egyes speciális műveleti vagy alkalmazási környezet/körülmény esetén sajátos követelményeket határoznak meg. A témához kapcsolódó, legfontosabb NATO dokumentumok a 3. számú függelékben találhatók.

A Magyar Honvédség által biztosított légvédelmi készenléti szolgálat időben történő riasztásához a HungaroControl által biztosított riasztó és légiforgalmi irányító szolgálat szükséges. A légtér ellenőrzéséhez szükséges adatokat és az ehhez szükséges infrastrukturális háttérrel (beleértve a rendszerek üzemeltetéséhez szükséges humán erőforrást is) a HungaroControl biztosítja a Magyar Honvédség Légi Műveleti Vezetési és Irányítási Központ részére (MH LMVIK).

A magyar légtérben feladatokat ellátó, felelősségi körzeteikkel, egymással szomszédos polgári légiforgalmi szolgálatok és katonai légiforgalmi, valamint légvédelmi irányító egységek közötti együttműködést részletekben menően alacsonyabb szintű szabályozók és külön megállapodások rögzítik. A magyar légiforgalmi szolgálatoknak az országhatárok mentén (vagy a későbbiekben kifejtettek szerint a légiforgalmi irányítási felelősség delegálásával átadott légtereknél) egymással szomszédos légiforgalmi egységekkel is nemzetközi szándékú megfelelő kétoldalú együttműködési megállapodásokat kell kötniük. Az eljárások és részletszabályok rögzítésére kidolgozott EUROCONTROL ajánlást és formanyomtatványt 41 európai (és két társult) államban alkalmazzák [114].



9. ábra: Jogszabályi hierarchia (Készítette a szerző)

1.2 Léginavigációs szolgálat helye és szerepe a védelmi és nemzetgazdasági rendszerben

Az elmúlt közel hetven évben – a Chicagói Egyezményben rögzített kitétel miatt – a nemzetközi polgári légiközlekedési ökoszisztémával párhuzamosan kezdett fejlődni az állami repülések technológiai és eljárási rendszere, amely nemzeti, illetve Európában a

hidegháborús szövetségi politikai berendezkedésekből adódóan (kezdetben markánsan izolált) egy kétpólusú (polgári-katonai) szabvány- és gyakorlatrendszer, valamint léginavigációs infrastruktúra kialakulását eredményezte. Ennek következtében az államok sajátos szempontrendszerű, fenntartású és fejlesztésű katonai légiközlekedési infrastruktúrát alakítottak ki, míg a párhuzamosan fejlődő polgári infrastruktúráknak – az alaprendeltetésből adódó feladatkörökön túl – egyes védelmi szempontoknak és hadműveleti követelményeknek is meg kellett felelniük.

Az elmúlt évtizedek során az átalakult nemzetközi politikai környezet, és a védelemstratégiai, illetve biztonságpolitikai prioritások okán a polgári és a katonai légiforgalmi irányítói funkcionalitás elmozdult a harmonizáció irányába, egyes szolgáltatási vagy funkcionális területeken – védelmi és gazdaságossági megfontolások alapján – pedig integrációra is sor került. Ez a hosszú ideje tartó konvergencia folyamat a technológiák, szabványok és eljárások összehangolását, bizonyos infrastruktúrák koordinált vagy közös üzemeltetését, alkalmazását is eredményezte. A polgári és katonai légiközlekedési infrastruktúrák napjainkban már mind a két oldal igényeit is kielégíthetik, a légiközlekedési infrastruktúra kettős célú felhasználását hazai környezetben is számos példa igazolja, mint például:

- a nemzeti befogadó képesség keretében a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér szövetségi erők igénybevételére történő kijelölése (aminek eredményeként katonai légijármű-műveletek is megjelennek a polgári légiforgalmi környezetben);
- a kecskeméti repülőbázis polgári-katonai kettős felhasználásra történő átalakítása (aminek okán a katonai alapműveletek mellett intenzívebb polgári légiforgalomra és légijármű kiszolgálásra kerül sor);
- a HungaroControl integrált (polgári-katonai) légtérgazdálkodói és körzeti légiforgalmi irányítói funkciói (ahol a szolgálati egységek mind a két felet együttesen kiszolgálják).

Az összehangolt közlekedés- és védelempolitikai szempontrendszer tükrében megállapítható, hogy egy nemzeti védelemgazdasági környezet légiközlekedési szegmensét a katonai infrastruktúra és a nemzeti polgári légiközlekedési elemek (repülőterek és ideiglenes, valamint állandó leszállóhelyek, légtérfelderítési, kommunikációs és navigációs berendezések, légtérellenőrző, légvédelmi és katonai/polgári légiforgalmi szolgálatok, légi-vezetési és irányítási központok, adatfeldolgozó és továbbító rendszerek) együttese alkotja. E megállapításból következik,

hogy Magyarország védelmi rendszerében különösen fontos szerepet kapnak a polgári légiközlekedési ágazat kritikus infrastruktúra elemei, különösen a

- polgári repülőterek;
- CNS rendszerek;
- repülési és radaradat adatfeldolgozó rendszerek, továbbá
- légiforgalmi irányító központok (beleértve a minősített időszakban meghagyásra kötelezett munkaköreit is).

A Chicagói Egyezmény megszületése óta eltelt közel hetven év alatt szignifikánsan átalakult a légtér (mint korlátozottan rendelkezésre álló közjóság) felhasználása, nevezetesen a polgári és állami célú légiközlekedés mértéke, valamint egymáshoz viszonyított aránya és kapcsolata. A légtérgazdálkodásban a több évtizedes katonai hegemóniát felváltotta a polgári légiközlekedés dominanciája, a hidegháborús politikai viszony megszűnésével egyidejűleg megjelenő fokozódó globális gazdasági fejlődés, majd később az uniós szakpolitikai (védelmi, közlekedési, gazdasági) irányok a polgári-katonai együttműködés elmélyülését, a légtér harmonizált felhasználását és a nemzeti légiközlekedési infrastruktúrák konszolidációját eredményezték. A 2000-es évek elejétől robbanásszerűen növekvő nemzetközi légiforgalom napjainkra már el sem képzelhető a régebben alkalmazott légifolyosókban, sőt, az előzetesen kijelölt ATS útvonalak is törlésre kerülnek, mert akadályozták a légiforgalom szabad áramlását és korlátozták a légtér kapacitását, áteresztőképességét.

A szorosabb együttműködést és a légtér rugalmasabb felhasználását, illetve a légiközlekedéshez szükséges háttér infrastruktúra kialakítását napjainkban már az EU/NATO védelempolitikai és védelemgazdasági irányelvek és nemzeti stratégiák vezérlik, amelyek tükrében a tagállamok a katonai szükségletek kielégítése mellett egyre inkább az ország békeidőszaki működésének biztonságára törekszenek. Ennek megfelelően a nemzeti légiközlekedési ökoszisztéma is szervesen illeszkedik az állam gazdaságmozgósítási koncepciójába, amely a háborús feladatok ellátása helyett a gazdasági biztonságra helyezi a hangsúlyt, a védelemgazdasági szereplők működésében a békeidejű gazdasági tevékenység mellett a különleges jogrendi helyzetek, valamint a „háborús küszöb alatti” válságok kezelése képezi az elsődleges feladatokat [66].

„A nemzetgazdaság védelmi felkészítése (gazdaságfelkészítés) a biztonság- és védelem-, illetve a gazdaságpolitika részét képező, a gazdaság biztonsága és védelme érdekében kifejtett tervszerű, folyamatos, békeidőben folytatott tervezési, szolgáltatási és

*szabályozási tevékenység, amelynek során a feladatok végrehajtásába bevont közigazgatási szervek felkészítik a nemzetgazdaságot az erőforrások védelmi célú felszabadítására, a civil szervezetek és a kijelölt szolgáltatók felkészülnek a szükség esetén elrendelhető gazdaságmozgósítási feladatok végrehajtására*²⁵.”

„A nemzetgazdaság védelmi célú felkészítésének alapvető célja:

- a nemzetgazdaság folyamatos működésének fenntartása különleges jogrendi helyzetekben, valamint a feladatot végrehajtó erők működési feltételeinek teljes körű biztosítása;*
- az alapvető létfenntartási termékek és szolgáltatások biztosítása;*
- az energiaellátás biztosítása;*
- a reagáló erők szükségleteinek kielégítése;*
- a közszolgáltatások elégséges szintjének meghatározása;*
- a stratégiai erőforrás-tartalékok, illetve a védelmi és helyreállító képességek késedelem nélküli rendelkezésre állásának biztosítása;*
- a gazdaság működése szempontjából alapvető szolgáltatások garantálásához szükséges infrastruktúrák kritikus elemeinek hatékony védelme;*
- együttműködés nemzetközi és magán szereplőkkel a válság kezelésében;*
- a kis- és középvállalkozások szerepének megerősítése a nemzetgazdaság folyamatos működésének fenntartásában.” [69]*

A fenti céloknak megfelelően, a nemzeti védelmi igazgatási rendszerben – békeidőszaki és különleges jogrendi feladatkörök vonatkozásában – a nemzetgazdasági szereplőknek anyagi és szolgáltatási kötelezettségeket kell teljesíteniük, mely alól mentesülnek a közforgalmú (légi) személyszállító és áru fuvarozó szervezetek (amelyeket kifejezetten a felsorolt tevékenységek ellátására hoztak létre vagy szerződéses alapon tevékenykednek a létfontosságú közlekedés és szállítás fenntartásához szükséges mértékben), valamint a légi navigációs szolgáltatást ellátó szervezet. A mentességet élvező gazdasági szereplők ún. meghagyásba bevont szervezeteknek minősülnek, ezért

- a honvédelem irányításához, vezetéséhez;*
- a törvényhozás, az igazságszolgáltatás, a közigazgatás, valamint a gazdaság működőképességének biztosításához;*
- a hadiipari termeléshez;*

²⁵ A védelmi tartalékolás stratégiája 2012–2020. – előterjesztés a Kormány részére

- a legfontosabb lakosság ellátási feladatokhoz, valamint
- a honvédelmi és a rendvédelmi feladatok végzéséhez nélkülözhetetlen munkakörökben foglalkoztatott hadkötelesek az eredeti munkakörükben folytathatják tovább munkájukat az ország biztonságát fenyegető időszakok esetén.

A honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szóló 2011. évi CXIII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 290/2011. (XII. 22.) Korm. rendelet alapján, a külön jogszabályban kijelölt nemzeti léginavigációs szolgáltató fő tevékenysége a légiforgalmi szolgáltatások biztosítása a magyar és a nemzetközi megállapodások alapján számára ATS delegált légtérben, amelynek ellátása a gazdaság működőképességéhez, azon belül a légi közlekedési ágazat eredményességéhez szükséges [115]. A védelemgazdasági előírások alapján a léginavigációs szolgáltatónak a légiforgalom irányításának biztosításához szükséges munkaköröket meghagyásba kell bevonnia a közfeladat ellátásának folyamatos fenntartása érdekében.

A fentiek alapján tehát a 159/2020 (V.6.) Kormányrendelet [116] szerinti I. osztályba sorolt (nemzetközivé nyilvánított) repülőterek (Budapest, Debrecen) mellett a HungaroControlnak – mint a gazdaság működése szempontjából alapvető légiközlekedési szolgáltatások garantálásához szükséges infrastruktúrák egyik elemének – alaprendeltetéséből adódóan kell megfelelnie a védelemgazdasági követelményeknek, míg a polgári légiközlekedés egyéb gazdasági szereplői (a kormányrendelet szerinti II-VI. osztályba sorolt repülőterek és azok helyi CNS infrastruktúrája) a védelmi igazgatási rendszerben előírtak szerint vállalnak szerepet a nemzetgazdaság védelmi célú felkészülésben.

Magyarországnak a NATO tagságából adódóan, a nemzeti honvédelmi és a kollektív védelmi irányelvek alapján a szövetségi igényeket is figyelembe kell vennie a légiközlekedési infrastruktúra kialakítása és fejlesztése során. A légi műveletek és légierő doktrínák nemzetközi áttekintése alapján kijelenthető, hogy a légtér birtoklása, a légi fölény, a mobilitás és ellenálló képesség kulcsfontosságú tényezők, melyek azonban csak a szükséges infrastruktúrák rendelkezésre állása esetén lehetnek hatékonyak [81]. Ebből következően, a polgári légiközlekedési infrastruktúra elemeinek (repülőterek és léginavigációs szolgáltatás) a befogadó nemzeti támogatási kötelezettségeket is teljesítenie szükséges, mivel a befogadó nemzeti támogatást képező erőforrásokat és szolgáltatásokat a befogadó állam jogrendje, nemzeti érdekei, valamint nemzetgazdasága

lehetőségeinek figyelembevételével kell rendelkezésre bocsátani a NATO- vezetésű erőinek, szervezeteinek polgári és katonai támogatásához, lehetővé téve az állam területén való áthaladásukat, illetve működésüket [117].

A nemzeti légiközlekedési infrastruktúra elemei tehát egymástól függetlenül szerveződtek és üzemelnek, mivel a nemzetközi egyezmények szerinti állami kötelezettségek, továbbá a nemzeti közlekedés- és védelempolitikai szükségletek önálló állami léginavigációs és légtérelőrzési rendszerek meglétét teszik szükségessé. Megállapítható, hogy egy nemzeti légiközlekedési ökoszisztémában a polgári és katonai infrastruktúra külön szempontrendszer mentén kerül kialakításra, viszont a polgári léginavigációs és légiforgalom-szervezési infrastruktúrának a védelempolitikai irányelvek alapján a honvédelmi és védelemgazdasági igények teljesülését is biztosítani kell.

A magyarországi létfontosságú rendszerekre és létesítményekre vonatkozó alapelveket és szabályokat az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről szóló 2008. december 8-i 2008/114/EK tanácsi irányelv [118], valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény (Lrtv.) tartalmazza [119]. A törvényhez kapcsolódóan a végrehajtási szabályok egy általános kormányrendeletben, valamint az egyes létfontosságú ágazatokra irányadó ágazati rendeletekben és vállalati szintű helyi szabályozókban szerepelnek.

A közlekedési ágazatra nézve a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 161/2019. (VII. 4.) Korm. rendelet értelmében a légiközlekedés alágazaton belül nemzeti létfontosságú rendszerelemként kijelölésre került a légiforgalmi irányító szolgáltatás ellátásához szükséges rendszer, amelynek üzemeltetője a HungaroControl mint a légiforgalmi irányító szolgálat ellátásáért felelős gazdasági társaság [120]. A törvényi előírásoknak megfelelően a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság bejegyezte a HungaroControl-t az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők jegyzékébe, mivel a Társaság esetében teljesülnek az alábbi elemek:

- a Társaság a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról szóló 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet [121] 3. melléklete szerinti alapvető szolgáltatást nyújt;

- az általa nyújtott alapvető szolgáltatás elektronikus információs rendszerektől függ;
- az általa nyújtott alapvető szolgáltatást érintő biztonsági esemény - kormányrendeletben meghatározott - jelentős zavart okozna szolgáltatás nyújtásában.

A létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény, valamint a honvédelmi létfontosságú rendszerelemek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 359/2015. (XII. 2.) Kormányrendelet [122] vonatkozó rendelkezései értelmében honvédelmi létfontosságú rendszerellemmé kell kijelölni azokat a rendszerelemeket (létesítményt, infrastruktúrát, eszközt, szolgáltatást):

- amelynek kiesése a honvédelmi ágazat működésképtelenségét vagy súlyos zavarát okozza és nem, vagy csak a honvédelmi érdek aránytalanul nagy sérelmével helyettesíthető, illetve
- amelynek leállása vagy meghibásodás miatt történő kiváltása, vagy helyettesítése hosszabb ideig tart, mint amennyit a honvédelmi ágazat súlyos képességvesztés nélkül el tud viselni.

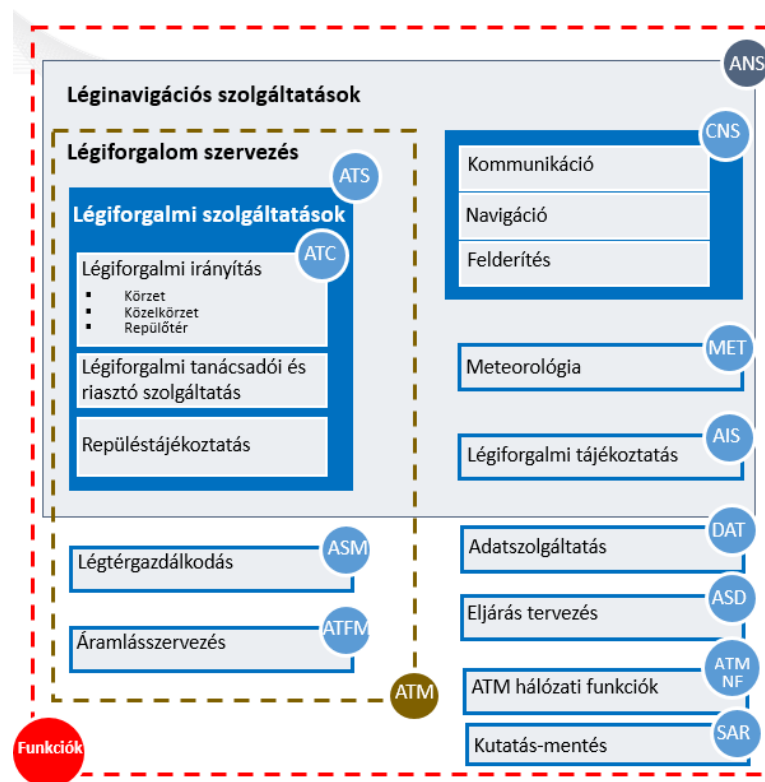
A magyar légiforgalmi irányító szolgáltatás ellátásához szükséges rendszer kiesése esetén annak helyettesítése csak a honvédelmi érdek aránytalanul nagy sérelmével oldható meg. Magyarország légtere a NATINAMDS részét képezi, melyben a légtér polgári felügyelete és a légiforgalmi szolgáltatás kiemelt jelentőséggel bír az ország légtérét érintő NATO műveletek tekintetében. A légiforgalmi irányító szolgáltatás ellátásához szükséges nemzeti rendszer kiesése a szövetségi vagy nemzeti alárendeltségű fegyveres légvédelmi készenléti repülések, illetve a Befogadó Nemzeti Támogatás keretében vállalt honvédségi feladatok végrehajthatóságát is jelentősen veszélyeztetheti, az ATM rendszer és polgári légiforgalmi szolgáltatás nem, vagy csak a honvédelmi érdek aránytalanul nagy sérelmével helyettesíthető.

A polgári léginavigációs szolgálatnak nem csak béke, de a különleges jogrendi időszakban is vannak kötelezettségei az üzemfolytonosság biztosítása érdekében. A közlekedési és energetikai szervek honvédelmi feladatairól szóló 22/2014. (IV. 18.) NFM rendelet alapján a HungaroControl honvédelmi intézkedési terv készítésére kötelezett ágazathoz tartozó szervnek minősül [123], mivel békében adatot szolgáltat a polgári szállító eszközökről és szállítási útvonalokról, támogatja a katonai és

segélyszállítmányozási feladatokat, továbbá korlátozza vagy megtiltja a polgári légtérhasználatot (légiforgalmat), míg honvédelmi vonatkozású különleges jogrendi időszakban közreműködik a polgári légtérben működő légiforgalmi irányítás katonai felügyeletre történő átállításában és a nélkülözhetetlen szolgáltatási feladatok végrehajtásában.

1.3 Léginavigációs szolgáltatások és funkciók rendszere

A nemzetközi és hazai jogi kötelezettségekből eredetűen, valamint a légiforgalom zavartalan és biztonságos áramlása érdekében az államoknak léginavigációs szolgáltatásokat és funkciókat kell biztosítani, működtetnie. A nemzeti léginavigációs (ANS) és légiforgalom-szervezési (ATM) infrastruktúrák (szolgáltatások és funkciók, illetve azok működéséhez szükséges berendezések) szerkezetét a 10. ábra szemlélteti.



10. ábra: Léginavigációs, légiforgalom-szervezési szolgáltatások és funkciók rendszere (Készítette a szerző.)

A nemzeti határokon belül működő, monolitikus blokkok egyik sajátossága, hogy az egymástól elkülönülten fejlődő nemzeti infrastruktúrák nemzetközi (pán-európai) viszonylatban különböző technológiai fejlettségi szinteken működnek, ezáltal eltérő nemzeti légtér-kapacitási és funkcionális környezetet generáltak. A változatos fejlettségi fokozat nem csak európai, de globális viszonylatban is megnehezíti a nemzetközi szabványok bevezetését, vagy egy magasabb technológiai szint azonos határidőre történő

elérését, ezáltal lassítja az interoperábilis szolgáltatási ökoszisztéma kialakulását, amely viszont elengedhetetlen feltétele egy szélesebb földrajzi kiterjedésű (regionális vagy kontinentális) légiforgalmi hálózat kapacitási képességeinek bővítéséhez, illetve hatékonysági mutatóinak javulásához. A monolitikus rendszerek további jellemzője, hogy csak korlátozottan képesek gyorsan reagálni a változó piaci/alkalmazási feltételekre, mivel az iparági beszállítóval (gyártóval) kötött szerződések beszűkíthetik a technológiai fejlesztési lehetőségeket, illetve annak ütemét.

Míg az európai ATM környezetben számos ország sajátos igényekhez igazított rendszereket üzemeltet (pl. Magyarországon a Thales cég által a HungaroControl részére – egyéni igények szerint – fejlesztett MATIAS rendszer), úgy az azonos technológiák szélesebb körű alkalmazására is vannak jó gyakorlatok. Az egyik ilyen példa a COOPANS együttműködés, amelyben a résztvevő hat léginavigációs szolgáltató (Austro Control - Ausztria, Croatia Control - Horvátország, Naviar - Dánia, Irish Aviation Authority - Írország, NAV Portugal - Portugália és LFV - Svédország) a Thales gyártóval közösen fejlesztik ATM rendszerüket. Ez a megoldás annyiban előnyösebb az önálló nemzeti infrastruktúrákhoz képest, hogy könnyebben lehet elérni az ATM rendszerektől elvárt interoperabilitást (azonos protokoll, szabványok és architektúra), azonban a sokszereplős együttműködés és finanszírozási modell megnehezíti a mindenki számára elfogadható fejlődési irányok kitűzését és a leszállítandó fejlesztések ütemezését. Az említett modellben egyedül az egymással szomszédos Dánia és Svédország élvezi a közös rendszerből adódó előnyöket, amelyek megkönnyítik a határok mentén működő szektorokban a légiforgalmi irányítók együttműködését.

Megítélésem szerint, az ATM iparág konvergencia-folyamatára szintén helytálló egy afrikai közmondás, miszerint „*ha gyorsan akarsz haladni, menj egyedül, de ha messzire akarsz eljutni, haladj csapatban*”. Az idézett közhely alapján kijelenthető, hogy az egyénileg kifejlesztett ATM technológiák lehetővé teszik az új fejlesztési irányok korai adaptációját, ezáltal biztosítva lépéselőnyt az adott szolgáltatóknak. Mindazonáltal az egyénileg választott irányok és beruházások költségesebbnek bizonyulnak a klaszterekben kifejlesztett megoldásokhoz képest, ráadásul a csoportban meghatározott közös irányok nagyobb biztonságot jelenthetnek az interoperabilitási folyamatokban. Az ATM iparág konszolidációs folyamataiban előnyt jelenthetnek – a más gazdasági tevékenységekben már bizonyított – összetett kapcsolati rendszerben lévő vállalatcsoportok, stratégiai szövetségek és üzleti hálózatok, amelynek alapja a technológiai elköteleződés és egyes funkciók/szolgáltatások közös vállalása [124]. A

klaszterek elősegíthetik a működési hatékonyság javulását, költségelőnyöket és hosszú távú stratégiai biztonságot biztosíthatnak a résztvevők számára.

Jelen körülmények között a klaszterekben önálló infrastruktúra-üzemeltetés folyik, a technológiai fejlesztések viszont a klaszter tagjai között egyfajta „win-win” helyzetben történhetnek. A későbbi fejezetekben vázolt iparági jövőkép (technológiai konszolidáció és az ezzel járó helyfüggetleníthető szolgáltatások) az egyéni ATM rendszerüzemeltetők, illetve a klaszterek tagjai közötti viszonyrendszer és szerepek (szolgáltatási portfóliók) átformálását vizionálja.

A Chicagói Egyezményben vállalt kötelezettségek tekintetében, a légiforgalom biztonsága érdekében a léginavigációs környezetben az alább vázolt tevékenységi köröket és a hozzá tartozó infrastruktúrákat nemzeti szinten kell biztosítani. Általános megállapításom, hogy a nemzeti szinten kialakított konvencionális infrastruktúra legalább egy törvényi szinten kijelölt állami polgári szervezetből, illetve a vele párhuzamosan működő, azonos funkciójú katonai szervezet(ek)ből áll, nemzetközi viszonylatban fellelhető bizonyos funkciók integrált működésének modellje. A nemzeti ökoszisztémában, egyes esetekben lokális funkciók és szolgáltatások kialakítására is sor kerül. A piaci szereplők megjelenése korlátozott, és csak speciális szolgáltatási elemek esetében jelennek meg az ATM környezetben.

1.3.1 LÉGINAVIGÁCIÓS SZOLGÁLTATÁSOK (ANS)

A léginavigációs szolgáltatásoknak és infrastruktúráknak feladata a légtérben tartózkodó légi járművek tájékozódásának támogatása.

Repülésmeteorológia (MET): A szolgáltatás a légi jármű személyzet repülés előtti felkészüléséhez és a repülések során biztosít információkat (előrejelzések, veszélyjelzések mért és számított adatok alapján). A repülés biztonsága érdekében nyújtott szolgáltatás lehet országos kiterjedésű vagy lokális (repülőtéren), az összeállított és a felhasználókhöz továbbított repülésmeteorológiai közlemények²⁶ (táviratok) nemzetközi szabványok szerint készülnek.

Hazánkban a polgári repülésmeteorológiai feladatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) látja el, amely a 4 nagy pontosságú meteorológiai lokátorokról szerzett adatok alapján készíti a hazai kompozit radarképet. A kompozit radarkép és a rendelkezésre álló információk alapján az OMSZ a hazai légtérben közlekedő

²⁶ Pl.: METAR, MET REPORT, SPECI, SPECIAL REPORT, ARS, TAF

szereplőknek biztosít nemzetközi szabványok szerinti tájékoztatásokat (pl. GAMET), szükség esetén veszélyjelzéseket (pl. SIGMET, AIRMET). Ezen túlmenően pedig négy vidéki repülőtérre (Debrecen, Pécs-Pogány, Győr-Pér, Sármellék) készít repülőtéri (9 óra időtartamú), illetve leszállási (2 óra időtartamú) előrejelzéseket (Terminal Aerodrome Forecast - TAF).

A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren és légterében 2020. december 31-ig a HungaroControl biztosította, 2021. január 1-től viszont az Országos Meteorológiai Szolgálat nyújtja a repülésmeteorológiai szolgáltatásokat.

Ahogy az a nemzeti léginavigációs infrastruktúrára jellemző, a katonai fél a polgári rendszerekkel párhuzamosan (hadműveleti képességek fenntartása végett az alapfeladatok ellátásához különállóan), de azokkal szoros együttműködésben tart fent meteorológiai szervezetet és infrastruktúrát. Hazánkban a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat (MH GEOSZ), az MH LMVIK valamint a három repülőtér (Pápa, Szolnok, Kecskemét) katonai meteorológiai csoportja látja el a honvédség repülésmeteorológiai feladatait. A katonai repülésmeteorológia életében jelentős minőségi előrelépést jelentett a 2019. évben lezárult NATO biztonsági beruházás részeként megvalósult szakterületi korszerűsítés, amelynek eredményeként a régi orosz gyártmányú MRL-5 lokátorokat felváltotta – a kor színvonalának megfelelő technológiát képviselő – német gyártmányú METEOR 60DX mobil meteorológiai radar. A pápai és kecskeméti repülőtérre telepített eszközök különlegessége (a mobilitási képességen túlmenően), hogy nem csak helyből működtethetők, hanem teljesen távvezérelhetők, így a pápai és kecskeméti szolgálatok kölcsönösen tudják üzemeltetni a berendezéseket, és feldolgozni a mérési adatokat. A kizárólag katonai felhasználású új eszközökkel a katonai repülésmeteorológiai szolgálatok – az OMSZ által előállított kompozit radarképet és adatokat „kiegészítve” – képesek pontosabb elemzéseket és ultrarövid távú előrejelzéseket is készíteni.

Légiforgalmi tájékoztatás (AIS): e tevékenységi kör valós idejű igazolt és minőségbiztosított légiforgalmi adatok és tájékoztatások rendelkezésre állását biztosítja minden légtérfelhasználó számára globálisan átjárható, digitális környezetben. Mivel a nemzeti, de különösen a nemzetközi repülések számára elengedhetetlenül fontos a hiteles tájékoztatások mindenkori rendelkezésre állása, ezért minden államban fent kell tartani egy központi légiforgalmi tájékoztató szolgálatot, amely minden érintett (nemzeti és nemzetközi) stakeholderrel folyamatos kapcsolatot tart, és a számára meghatározott munkamódszerekkel, eljárásokkal (szabályozások, kézikönyv), valamint együttműködési

(Letter of Agreement – LoA) és szolgáltatási szintű megállapodások (Service Level Agreement - SLA) alapján végzi az adatok, információk feldolgozását és továbbítását. Ennek keretében a tájékoztató szolgálat biztosítja a kapcsolódó dokumentációkat és eligazításokat, a szabványosított közlemények elkészítését a légtérfelhasználók, a légiforgalmi szolgálatok és a repülőterek üzemelését biztosító szolgálatok számára.

A fentiek alapján e szolgáltatási terület hazai centralizált egysége a polgári oldalon a HungaroControl-t, mint jogszabályban kijelölt országos légiforgalmi tájékoztató szolgálatot működtető szervezetet, míg a katonai oldalon a MH LMVIK Katonai Légiforgalom Szervezési Csoportja biztosítja a szükséges adatokat és információkat, tájékoztatásokat a katonai felhasználók illetve a polgári AIS számára. A magyar polgári és katonai légiforgalmi tájékoztatás (így a két nevezett szolgálat) kapcsolata több évtizedes múltra tekint vissza, ám a szorosabb együttműködés a 2000-es évek közepén indított, a Magyar Honvédség légiforgalom-rendszerének korszerűsítését célzó MANS-2006 program fejlesztéseinek eredményeként vált szorosabbá [125]. A szorosabb polgári-katonai együttműködés, a katonai légterekben és repülőtereken megjelenő polgári légiforgalom, valamint a katonai légi járművek GAT szabályok szerinti műveletei még inkább fokozzák a nemzetközi szabványokon alapuló információkhoz való gyors hozzáférést, ezért a katonai légiforgalmi tájékoztatás gyorsan alkalmazkodott a polgári fél által kialakított üzemelési környezethez.

Mivel a légiközlekedés fejlődése egyre inkább az automatizáció és adatfüggőség irányába mozdul el, ezért a légiforgalom-szervezés és légiforgalmi irányítás is a megfelelő minőségű, valós időben rendelkezésre álló, és teljeskörű szabványosított adatbázisokra alapozott technológiákra, illetve eljárásokra helyezi a hangsúlyt. Az európai uniós térségben a légiforgalmi információk egységesítéséhez, egységes minőségének és időbeni megjelenésének biztosításához, valamint a potenciális hibaforrások (pl. kézi adatbevitel okozta hibák) elkerüléséhez a légiforgalmi adatok és légiforgalmi tájékoztatások minőségével kapcsolatos követelményeknek az egységes európai égbolt keretében történő meghatározásáról szóló 73/2010/EU Rendelet előírásait kell alkalmazni. A jogszabály minden érintett (adatot generáló, felhasználó, tároló és továbbító) szereplő számára kötelező érvényű az uniós, valamint a nemzeti jogszabályoknak megfelelően.

Kontinensünkön, az európai légiforgalmi tájékoztató adatbázis (European AIS Database - EAD) működik központosított infrastruktúraként. Az Európai Légiforgalmi Szolgáltatási Hálózaton (European Air Traffic Management Network - EATMN) belüli adatbiztonság garantálása érdekében a megfelelő minőségű légiforgalmi adatokat és

légiforgalmi tájékoztatást kell biztosítani [126], amelynek megfelelően az EAD a világ 54 országából (melyből 43 ECAC²⁷ térség állama) gyűjt be hitelesített és pontos adatokat, a rendszert igénybe vevő 200 szakmai felhasználó²⁸ számára [127].

Az EAD adatbázisba a magyar érintettek is szolgáltatnak adatokat. Az EAD portfóliójában megtalálhatók többek között a szabványosított formátumban a térség nemzeti légiforgalmi tájékoztató kiadványai (Aeronautical Information Publication - AIP), NOTAM-ok²⁹ és különleges tájékoztatások (SOWTAM³⁰, ASHTAM³¹, BIRDTAM³²), valamint légiforgalmi térképek.

A légiforgalmi tájékoztatási környezetben fontos szerepet kapnak a repülőtereken működő légiforgalmi szolgálatok bejelentő irodái (Air Traffic Services Reporting Office - ARO). Ez a szolgálat felelős a szomszédos irányító körzetekből érkező repülési terv, illetve egyéb adatok feldolgozásáért és a szomszédos körzetek és repülőterek megfelelő időben történő tájékoztatásáért, az ország légterét elhagyó repülések adatainak kezeléséért. Ez az egység előállítja elő a repülés előtti tájékoztató bulletineket (Pre-Flight Information Bulletin - PIB), feladja és kezeli a repülési terveket és más ATS közleményeket, továbbá átveszi, ellenőrzi és továbbítja a légi járművek indulás előtt benyújtott repülési terveit, valamint ellátja az áramlásszervezés hatálya alá eső repülésekkel kapcsolatos speciális feladatokat. Mindezekon túlmenően, átveszi és továbbítja a légi jármű-vezetők által a légiforgalmi szolgálatok működésével kapcsolatban leadott jelentéseket [128].

1.3.2 KOMMUNIKÁCIÓ, LÉGINAVIGÁCIÓ, LÉGTÉRFELDERÍTÉS (CNS)

A kétoldalú rádióösszeköttetés, léginavigálás, valamint a légtér felderítése és felügyelete napjainkban már nem képzelhető el földi telepítésű és műholdas támogató berendezések nélkül. A CNS infrastruktúra alapvetően a helyi (repülőtéri, közelkörzeti) vagy körzeti térségekben folyó repülési műveletek és légiforgalmi szolgáltatások támogatására szolgál.

²⁷ European Civil Aviation Conference

²⁸ A felhasználói körbe tartoznak a légiforgalmi tájékoztató és repülésbejelentő szolgálatok, hatóságok, léginavigációs szolgáltatók, repülőterek és légi jármű üzemeltetők és szakszemélyzet stb.

²⁹ Bármely légiforgalmi berendezés, szolgáltatás, eljárás létesítéséről, állapotában bekövetkezett vagy tervezett ideiglenes változásáról vagy veszély fennállásáról szóló értesítések, amelynek idejében való ismerete feltétlenül szükséges a repülésben érdekelt személyzet részére.

³⁰ A mozgási területen lévő hó, jég, latyak vagy hóval, latyakkal és jéggel kapcsolatos veszélyes körülmények jelenlétéről vagy eltávolítására figyelmeztető speciális formátumú NOTAM.

³¹ Vulkanai tevékenységről szóló figyelmeztetést tartalmazó speciális formátumú NOTAM.

³² Az alacsony légtereket érintő madárütközés kockázatára vonatkozó figyelmeztetést tartalmazó speciális formátumú NOTAM.

Általában a repülőtéri CNS infrastruktúrát a repülőtér üzemeltetője biztosítja a helyi igényekhez és kötelezettségekhez igazodva – amennyiben az adott repülőtér forgalmának intenzitása és összetettsége szükségessé teszi a magasabb szintű légiforgalmi szolgáltatás biztosítását, akkor ellenőrzött légteret kell kialakítani a hozzá kapcsolódó navigációs és felderítési eszközparkkal együtt. Ezzel magyarázható például a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér (ILS³³, VOR³⁴, radar) és Békéscsaba repülőtér (NDB³⁵) infrastruktúrája közötti szignifikáns különbség, hiszen a HungaroControl által regisztrált repülési adatok alapján 2019. évben a főváros nemzetközi légikikötője 121 849, míg a békéscsabai repülőtér 754 légi jármű mozgása³⁶ eltérő navigációs és felderítési követelményeket támaszt a repülőtér üzemeltetés számára.

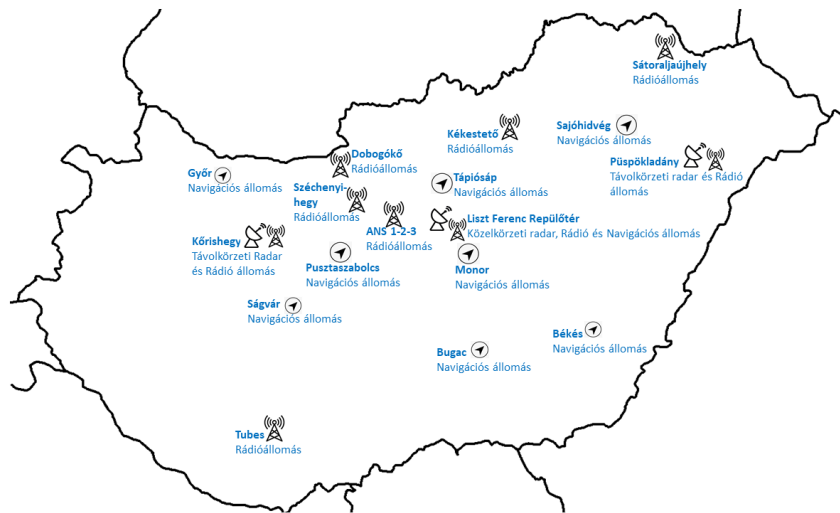
Míg a repülőtéri CNS sokszereplős környezetnek tekinthető, addig a körzeti légiforgalmi szolgáltatásokat és léginavigációt támogató CNS infrastruktúra üzemeltetése állami monopóliumok felelősségi körébe tartozik, de a légtérfelhasználók napjainkban egyre inkább igénybe veszik a piaci szereplők által biztosított műholdas kommunikációs és navigációs szolgáltatásokat. A korábban is már hivatkozott 1995. évi XCVII. törvény – az ICAO tagságból adódóan – az állam feladatai közé sorolja az országos távközlési, léginavigációs és légtérellenőrző szolgálat fenntartását, amely feladatokat a polgári légiközlekedés vonatkozásában a HungaroControl Technológiai Igazgatósága látja el. Ez a feladatkör nem csak a légiforgalmi szolgálatok működéséhez szükséges műszaki rendszerek, fejlesztések megvalósításának ellátást jelenti a hazai, illetve nemzetközi előírásoknak megfelelően, hanem kiterjed a teljes ATM műszaki és CNS rendszerekhez kapcsolódó tervezési, repülésbiztonsági, hatósági és információvédelmi kötelezettségekre is. Mindezen túlmenően, a komplex tevékenységi portfólió magába foglalja a támogató folyamatokhoz tartozó és alap infrastrukturális informatikai rendszerek üzemeltetését, karbantartását és fejlesztését is. Mindezek okán kijelenthető, hogy a CNS jóval kiterjedtebb tevékenységi körnek tekinthető, mint a rövidítés egyszerű feloldásából adódó kommunikáció, navigáció és felderítési infrastruktúra és szolgáltatások.

³³ Instrument Landing System - Műszeres leszállító rendszer

³⁴ VHF Omnidirectional Range – VHF sávban működő irányadó állomás

³⁵ Non Directional Beacon -körkörös irányadó rádióállomás

³⁶ Forrás: HungaroControl repülési terv adatbázisa

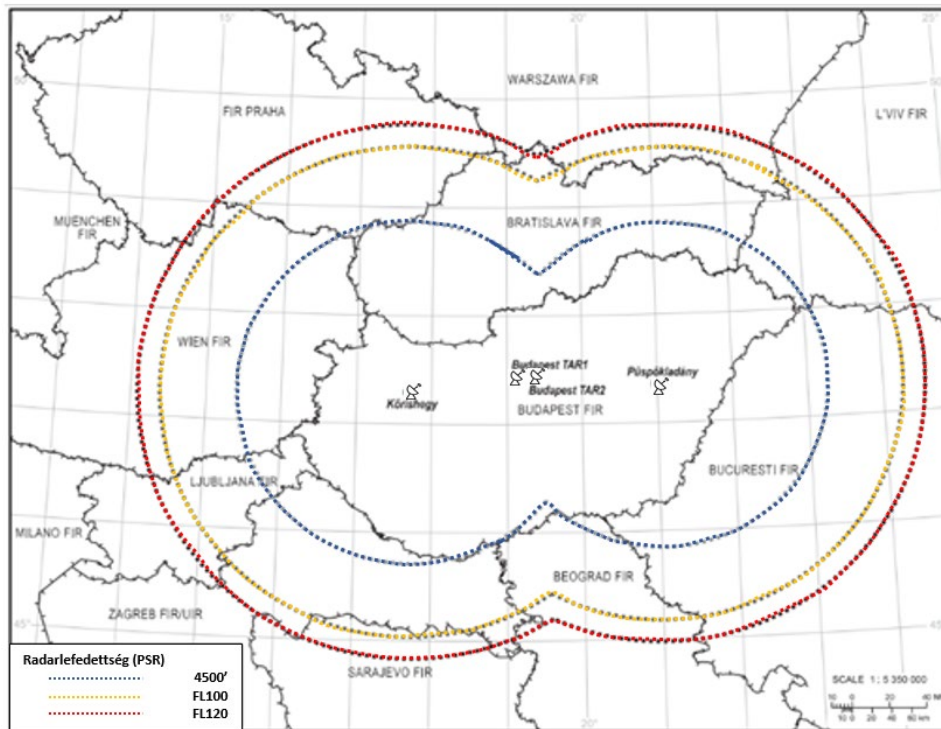


11. ábra: HungaroControl által üzemeltett CNS infrastruktúra
(Forrás: HungaroControl)

Az ATM műszaki és CNS rendszerek tekintetében a katonai fél önálló lokális és országos kiterjedésű infrastruktúráját üzemeltet. Rádió és földi léginavigációs berendezések tekintetében gyakorlatilag elenyésző a különbség a katonai és polgári rendszerek között, a rendelkezésre álló katonai infrastruktúra azonban nem a légi jármű mozgásszámokhoz igazodó léginavigációs igények alapján, hanem a repülőbázisokra meghatározott hadműveleti követelményeknek megfelelően biztosítja az időjárási minimumok szerinti üzemeltetési feltételeket. A műszeres bejövetelel eljárásokat támogató infrastruktúra egyik sajátossága, hogy a polgári légiközlekedésből már kivezetett – és csak korlátozott forgalmi kapacitás kiszolgálására képes – precíziós radarok (Precision Approach Radar - PAR) a katonai oldalon továbbra is üzemelnek, sőt, a NATO elvárások szerint 2035-ig továbbra is hadrendben maradhatnak. A magyar katonai légiforgalmi irányítás további különlegessége, hogy amíg a PAR lokátorok értelemszerűen az adott repülőtéren települtek, addig a kecskeméti és szolnoki közelkörzeti légtérfelderítést együttesen a kecskeméti lokátor biztosítja. A katonai közelkörzeti lokátorok általában – a polgári radarokkal ellentétben – nem működnek folyamatosan, üzemidő takarékosági szempontból többnyire csak a műveletek időszakában üzemeltetik azokat.

Amíg a katonai repülőterek működését a repülőbázison és közvetlen közelében telepített rádió, navigációs (pl. NDB, VOR, ILS) és radarberendezésekkel biztosítják, addig az országos légtérellenőrzési feladatok külön katonai szenzorok adatai alapján és a polgári légiforgalmi szolgáltató kötelező együttműködésével történnek. A hivatkozott légügyi törvény alapján a polgári léginavigációs szolgálat a honvédségnek polgári repülési adatok forrása, ezért információt szolgáltat az MH LMVIK részére a légtérfelügyelethez

szükséges azonosítás elősegítése érdekében. A polgári lokátorokon történt hardverfejlesztést követően a HungaroControl a Magyar Honvédség Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózat Transzportálózatán keresztül (HC-Veszprém, HC-Kecskemét, valamint HC-Pápa viszonylatú IP adatcsatornákon, az érintett katonai szervezetek felcsatlakozási pontjára) UDP/IP, multicast formátumban küldhet ASTERIX CAT 034/048³⁷ adatokat a veszprémi és kecskeméti légvédelmi irányító szolgálatok, valamint a pápai katonai légiforgalmi irányító szolgálat rendszerei részére [129].



12. ábra: HungaroControl primer lokátorok lefedettségi mutatói
(Szerkesztette a szerző. Forrás: AIP Hungary [130])

A magyar polgári légiforgalmi irányítás három hazai és három külföldi szekunder lokátor adatait használja:

³⁷ A légtér felügyeleti adatserét leíró szabványok (EUROCONTROL)



13. ábra: Másodlagos radarok felderítési karakterisztikája
(Szerkesztette a szerző. Forrás: AIP Hungary [130])

A hazai katonai szenzorokról származó adatok, valamint a HungaroControl által biztosított repülési információk együttes feldolgozását követően az MH LMVIK előállítja Magyarország valós idejű azonosított légi helyzet-képét (Recognised Air Picture - RAP), amely ezután a speciálisan erősített létesítményéből a NATINAMDS rendszerben titkosítással kerül továbbításra az illetékes szövetségi légi műveleti központ (Combined Air Operations Center Torrejon – CAOC TJ) részére. A NATINAMDS rendszerben – a NATO Szövetséges Légikomponens Parancsnokság Főhadiszállás, Ramstein Légi Műveletek Direktívája és szakutasítása szerinti CAOC TJ közvetlen hadműveleti alárendeltségében – működő MH LMVIK az illetékességi területén végzett légtér megfigyelési, légvédelmi irányítási, légvédelmi rakéta irányítási és légvédelmi harcvezetési feladataihoz a szomszédos országok illetékes katonai egységeivel is kapcsolatot tart fent [84]:

- Ausztria: AOC³⁸ Salzburg;
- Szlovákia: CRC³⁹ Zvolen (illetékes szövetségi légi műveletek központ: CAOC Uedem);
- Ukrajna: AOC Lvov;

³⁸ Air Operation Centre – Lég-műveleti Központ

³⁹ Control and Reporting Centre - Légi Irányító Központ

- Románia: CRC Baloesti;
- Horvátország: CRC Podvorica;
- Szlovénia: CRC Brnik.

A Magyar Honvédség és a HungaroControl közötti együttműködési megállapodás eredményeként a honvédség szintén biztosít adatokat a polgári fél részére. Az MH által üzemeltetett RAT-31DL típusú háromdimenziós, nagyhatótávolságú radarállomások által biztosított mérési adatok – a szűrésre szánt számítástechnikai eszközökön keresztül – nem minősített formátumban kerülnek továbbításra. A katonai radarok „plot” információi kizárólag a jogosult hatóság által jóváhagyott módon és információbiztonsági eszközzel történő tartalmi szűrést követően kerülnek átadásra a polgári léginnavigációs fél részére, kizárólagos használatra és nem katonai célú felhasználásra. A folyamatos adattovábbításért a katonai fél vállal felelősséget, de az adatkapcsolati folytonosság biztosítása az igénybe vett távközlési szolgáltató a felelős. Védelmi és biztonsági szempontok elsődlegességét is figyelembe véve a honvédelmi tárca fenntartja a jogot, hogy egyes különleges helyzetekben és időszakokban – a nemzeti vagy NATO szövetségesi feladatok esetén – a nyújtott szolgáltatást korlátozza vagy felfüggeszti [131]. A felek közötti – több évtizedes jó viszonyon is alapuló – együttműködés külön titoktartási nyilatkozat, valamint a honvédelmi objektumokban tervezett munkavégzésekhez betelepülési engedélyek birtokában valósulhatott meg.

A katonai radaradatok polgári célú felhasználásának – a fenti korlátozásokon túlmenően – további akadálya a polgári és katonai lokátorok üzemeltetésében fellelhető eltérésekben keresendő: a katonai radarok forgási sebessége miatt a jel-frissítési ciklus eltér(het) a polgári légtérellenőrzésben előírt szabványoktól. Emellett jelentős különbség van a katonai és polgári felderítő berendezéseknél beállított zavarszűrési érzékenységben, továbbá eltérések vannak a polgári és katonai jelfeldolgozási (értékelési) protokollok között is.

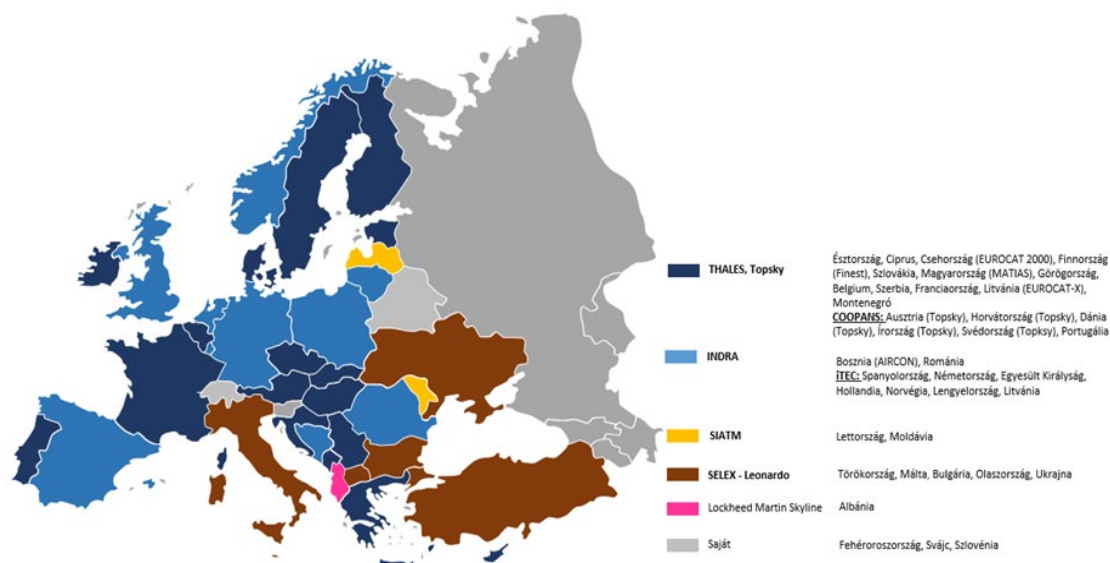
A fent vázolt eltérések nem csak a polgári és katonai repülésirányítás, de a két fél légtérfelderítési alapelveinek különbségeire is visszavezethetők. Mivel a polgári légiforgalmi irányítás az együttműködő légtérfelhasználók számára nyújt légiforgalmi szolgáltatásokat, ezért a felderítés is alapvetően az aktív együttműködésen, azaz másodlagos radarazonosítási információk és eljárásokon alapul. Természetesen, repülésbiztonsági szempontból előnyös a légtér ellenőrzése elsődleges radarokkal is, mivel a fedélzeti válaszjeladó meghibásodása esetén továbbra is detektálható az adott légi jármű mozgása, ezáltal biztosítva a környező légiforgalom biztonságos elkülönítését.

A katonai légtérelőrzés viszont nem csak a kooperatív légi célok felderítésére irányul, hiszen az alaprendeltetése az ország szuverenitása biztosításához, légterének védelméhez és ellenőrzéséhez, valamint a váratlan légitámadás felfedéséhez szükséges felderítési adatok szolgáltatása [132, 133]. Az MH LMVIK tevékenységi köre

- békeidőszakban a nemzeti és a NATO által kijelölt felelősségi légtérben a Magyar Honvédség és a NATO kijelölt légvédelmi készenléti erőinek légi vezetése és irányítása;
- minősített (békétől eltérő) időszakban az ország védelme érdekében folytatott nemzeti, illetve szövetséges légvédelmi és légi műveleteket végrehajtó erőknek az integrált légvédelmi rendszer keretében, egységes eljárások alapján történő harcászati légi vezetése és irányítása.

Az alkalmazott ATM rendszerek tekintetében hazánkban heterogén infrastruktúra tapasztalható: a polgári fél a sajátos hazai igényekre fejlesztett (Thales) alapú MATIAS, míg a honvédség légiforgalmi szolgálatai a cseh típusú ERDIS rendszereken látják el feladataikat. Természetesen az eltérő és az azonos infrastruktúra modellnek kimutathatók a szakmai előnyei-hátrányai, de tényként kezelhetjük a homogenizáció stratégiai irányának körvonalazódását, ugyanis a honvédelmi miniszter és a HungaroControl vezérigazgatója által 2019-ben aláírt együttműködési megállapodásában a honvédelmi tárca szándékát fejezte ki a MATIAS rendszer katonai repülőtereken történő telepítésével kapcsolatban. A felsővezetői magas ambíciószint alapján, a rendszerintegrációs folyamat első lépéseként – a műszaki specifikáció és hadműveleti követelmények kidolgozását, valamint az irányító állomány felkészítését követően – a kecskeméti katonai légiforgalmi szolgálatnál valósult meg a MATIAS berendezések telepítése és az állomány felkészítése, egyelőre tesztelési céllal.

Európai viszonylatban viszonylag szűk a polgári ATM rendszer-beszállítói kör, és viszonylag ritkán fordul elő, hogy egy léginavigációs szolgáltató iparági partnert váltana. Ennek a hosszú távú technológiai elköteleződésnek természetesen megvannak az előnyei, hátrányai – a szakmai együttműködéssel elvileg könnyen kezelhetők a felmerülő egyéni igények (speciális rendszer konfigurációk megjelenésével), de kialakulhat a beszállító-ügyfél közötti olyan függőségi viszony, amely az árképzés, a leszállítási időintervallum stb. vonatkozásában negatívumként jelenhet meg a megrendelői oldalon.



14. ábra: Európai polgári ATM beszállítói környezet
(Szerkesztette a szerző. Forrás LSSIP⁴⁰ dokumentumok)

Megítélésem az iparági szövetségek (pl. Thales - COOPANS) egyik gyengesége, hogy a sokszereplős kör csak a hosszas tárgyalások eredményeként megszülető, közösen elfogadott fejlesztési irányokat hagyja jóvá finanszírozásra és megvalósításra. A közösen „megálmodott” technológiai fejlesztések előnye a minél szélesebb körű rendszerinteroperabilitás és az iparági trendek hatékonyabb befolyásolása, hátránya viszont a lassú reakcióidő, az egyéni szükségletek esetleges mellőzése, illetve téves elemzések/értékelések esetén rossz fejlesztési irányok meghatározása (amely technológiai versenyhátrányt eredményezhet). Ezzel szemben az egyéni fejlesztések (pl. Slovenia Control – CS Soft, HungaroControl – Thales MATIAS) előnye a dinamikusabb kutatás-fejlesztési és implementációs potenciál, hátránya a magas egyéni finanszírozás, illetve a „main-stream” technológiai fejlődési irányoktól való eltérés esetén az interoperabilitás hiánya vagy késedelmes megvalósulása.

1.3.3 LÉGIFORGALOM-SZERVEZÉS (ATM)

Ezen fogalmi megközelítés szerint e körbe tartoznak a légiközlekedés szervezéséhez kapcsolódó tevékenységek (a légiforgalom áramlás folyamatosságának biztosítása, a légiközlekedés biztonságának szavatolása mellett).

Annak ellenére, hogy hazánkban jelentős számú a légiközlekedési hatóság nyilvántartásában szereplő repülőtér vagy helikopter leszállóhely, csak kevés helyen találkozunk légiforgalmi szolgáltatásokkal, de a telepített helyi infrastruktúra

⁴⁰ Local Single Sky Implementation Plan - Az Egységes Európai Égbolt keretében tervezett fejlesztések nemzeti megvalósításáról szóló éves jelentés

(fénytechnika, földi léginavigációs berendezések, légi járművek tárolását kiszolgálását biztosító logisztikai háttér, utasforgalmi épületek stb.) is jelentősen eltérő. A 159/2010. (V. 6.) Kormányrendelet szerinti csoportosításnak megfelelően hazánkban az alábbi – helikopterek és repülőgépek le és felszállására alkalmas, hatósági engedélyköteles – infrastruktúra található:

- 4 nemzetközivé nyilvánított kereskedelmi repülőtér (LHBP, LHDC, LHSM⁴¹);
- 4 különleges státuszú (kereskedelmi és nem kereskedelmi) repülőtér (LHUD, LHPP, LHNY, LHPR⁴²);
- 1 vállalati célú, légiközlekedési tevékenységet biztosító polgári célú nem nyilvános repülőtér;
- 70 olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelyről légi munkavégzés, séta és szabadidős repülés végezhető (motor vagy hajtómű nélküli légi járművek esetében mozgásszám korlátozás nélkül, viszont motoros légi járművek tekintetében a zajgátló védőövezet kijelöléséről szóló határozatban meghatározott maximális műveletszámig);
- 28 olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelynek futópályájáról vagy helikopter-leszállóhelyéről kizárólag egészségügyi mentőrepülés végezhető;
- és 20 olyan polgári célú nem nyilvános repülőtér, amelyről a vonatkozó uniós jogszabályokban meghatározott légi járművel szabadidős repülés végezhető (motoros légi járművekkel a zajgátló védőövezet kijelöléséről rendelkező határozatban meghatározott maximális műveletszámig, míg motor vagy hajtómű nélküli repülő eszközzel mozgásszám korlátozás nélkül).

A jogszabály a leszállóhelyek vonatkozásában is három – szintén hatósági engedélyköteles – kategóriát határoz meg a létesítés engedélyezéséhez vagy a bejelentéséhez teljesítendő követelmények alapján (le- és felszállására kijelölt terület hosszúsági, szélességi mérettel és akadálymentességgel rendelkező repülési sávval, szükség szerint feltöltőhellyel).

A HungaroControl adatbázisában rögzített repülési tervek és forgalmi adatok elemzése megmutatta, hogy a magyarországi forgalom (minden szolgáltatási szegmensben) évek óta folyamatos növekedési tendenciát mutatott, egészen a COVID-19 pandémiával bekövetkező drasztikus visszaesésig. A világválság után várható gazdasági

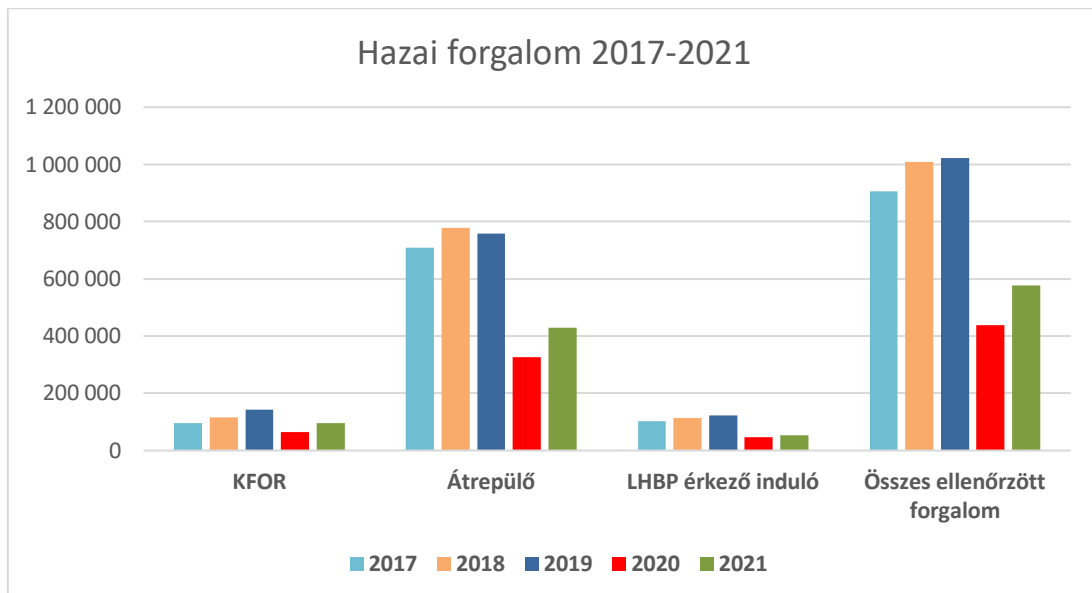
⁴¹ Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér, Debrecen Repülőtér, Sármellék Repülőtér ICAO azonosítói.

⁴² Szeged, Pécs-Pogány, Nyíregyháza és Pér Repülőterek ICAO azonosítói.

visszarendeződés a légiforgalom újbóli növekedését is eredményezi, a folyamat pedig természetesen magában rejt a légiközlekedést kiszolgáló infrastruktúra és léginavigációs/légiforgalmi szolgáltatások fejlesztésének lehetőségeit, illetve szükségességét, amely a légtérhasználók igényei és/vagy a forgalom fokozódó összetettsége miatt jelentkezik.

A légi forgalom alakulását tekintve, a budapesti nemzetközi légikikötő⁴³ műveletszámait regionális viszonylatban vizsgáltam, míg a vidéki repülőtereket, leszállóhelyeket és katonai bázisokat hazai környezetben hasonlítottam össze egymással.

Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér utas, teheráru és légi jármű forgalma (utóbbi két nagyságrenddel nagyobb a vidéki repülőterek műveletszámának átlagánál) az elmúlt években fokozatos növekedést produkált, amely bizonyosan azzal is magyarázható, hogy a nemzetközi légiközlekedés jelentős mértékben a fővárosban összpontosul (annak ellenére, hogy a fenti osztályozás értelmében Debrecen és Sármellék is az ország regionális nemzetközi repülőterévé vált). Természetesen a forgalmi adatokat és a nemzetközi repülőterek gazdasági mutatóit számos tényező befolyásolja (nemzeti GDP, város és térség turisztikai attraktivitása, kistávolságú közlekedésre alternatív megoldást nyújtó autópálya-hálózat és nemzetközi repülőterek, iparági-gazdasági tevékenységek, repülőtér kapacitási korlátjai, bázis-légitársaságok hálózati modellje stb.), amelynek nem képezik tárgyát jelen értekezésnek.

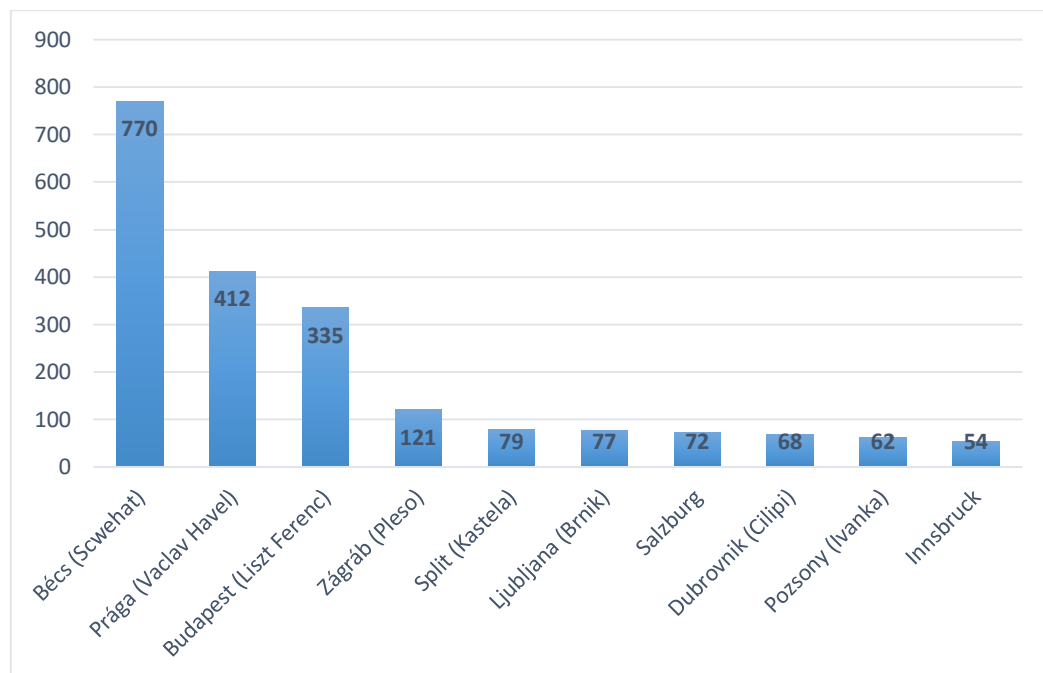


15. ábra: HungaroControl által kezelt ellenőrzött forgalom 2017-2021
(Készítette a szerző. Forrás: HungaroControl adatok)

⁴³ ICAO azonosító kódja LHBP

A 2019. évi mutatók alapján Budapest a térségben működő nemzetközi repülőterekhez képest rendszeresen előkelő helyet töltött be. A közép-európai funkcionális légtérblokk (FAB CE) országainak tíz jelentősebb repülőtere közül hazánk a 2. vagy 3. helyre pozícionálható (állandó versenyben a prágai reptérrel). A bécsi légikikötő évtizedek óta uralja az első helyet, mint a kelet-európai térség HUB-ja. Előnyét a Lufthansa csoportba fuzionált Austrian Airlines nemzeti légitársaság erősíti, amelynek hálózatesztő központja a Budapesttől autópályán bő kétórányi távolságra lévő bécsi repülőtér; a (még tartó) légitársasági versenyelőny még a „vasfüggöny” korszakban kezdett kialakulni, mivel Bécs volt a legkeletibb pontja a nyugat-európai térségnek, amely még elérhető volt a közel- és távolkeletről érkező légi járművek számára.

A listában első Bécs (amely a COVID-19 korlátozások miatt 2020-ban az előző évhez képest 64,1%-kal kevesebb, azaz 95 880 légi jármű forgalmat kezelt [134]) 2019-ben közel 270 ezer mozgásszámot produkált a kétfutópályás kialakításával, míg a listán utolsó Innsbruck nemzetközi repülőtér egyfutópályás konfigurációval 2019. évben kevesebb, mint közel 19.000 légi jármű mozgást regisztrált [135]. A bécsi forgalom növekedése a tulajdonosi és befektetői körben előre vetítette a repülőtér kapacitás bővítésének esetleges szükségességét, ezért tervek születtek a harmadik futópálya megépítésére [136], amelyhez a kapcsolódó CNS infrastruktúra kialakítását és új (akár nem konvencionális) ATS eljárások kidolgozását teszik majd szükségessé.



16. ábra: FAB CE térség 10 legforgalmasabb repülőtere napi forgalmának összehasonlítása
(Készítette a szerző. Forrás: FAB CE adatok alapján [137])

A hazai vidéki repülőterek és leszállóhelyek, valamint a katonai bázisok műveletszámai nagyságrendekkel elmaradnak a térség nemzetközi repülőtéri adataitól, és egymáshoz viszonyítva is jelentős a különbség a lista két végpontjának számító helyszínek között.

A HungaroControl által kezelt 2019. évi repülési tervek, valamint a Magyar Honvédség katonai légiforgalmi szolgálatai által rögzített katonai műveletszámok alapján kijelenthető, hogy a honvédség jelentős számú műveletet bonyolított a vidéki GAT forgalomhoz képest.



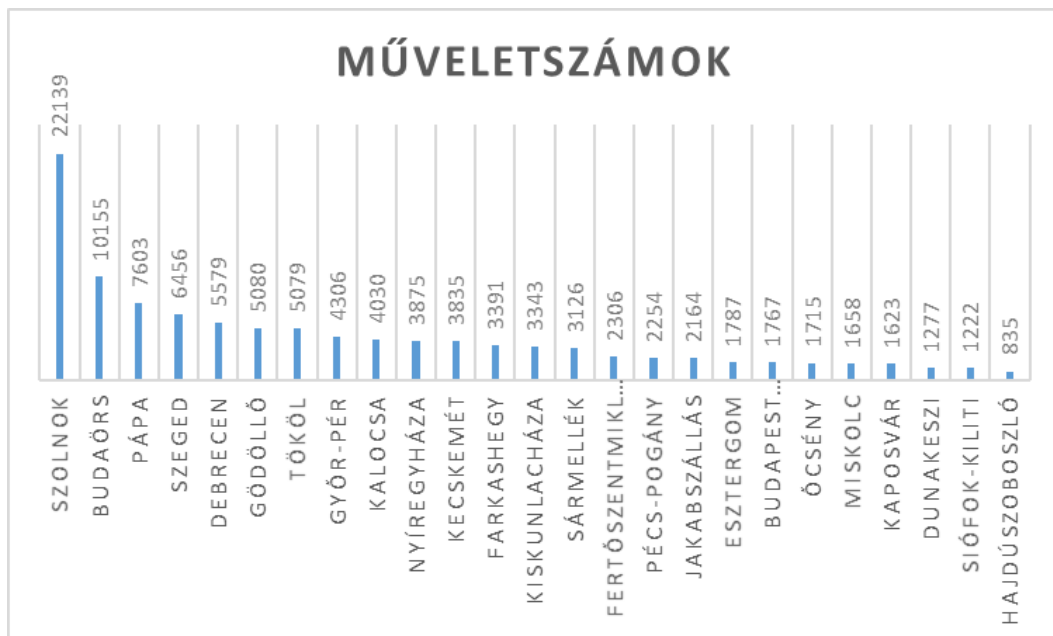
17. ábra: ICAO azonosítójú magyarországi repülőterek és leszállóhelyek elhelyezkedése (Szerkesztette a szerző. Forrás: AIP Hungary)

Annak ellenére, hogy a huszonöt legnagyobb mozgásszámú magyar repülőtér összehasonlítása ezen adatok alapján is eredményesen végrehajtható, ki kell hangsúlyoznom, hogy a statisztikát számos tényező bizonyos mértékben torzítja:

- az adatokból hiányoznak a repülési terv nélküli GAT műveletek;
- ez alól kivételt képeznek a katonai repülőterek, amelyek számadatai GAT (FPL kötelezett) és OAT műveletszámok együttese;
- a 2018. évi számadatokhoz képest a kecskeméti bázis 2019. évi mozgásszámának csökkenése az ezred állományának NATO Baltic Air Policing misszióban való részvételével, illetve a repülőbázison 2019 április-december időszakban végzett beruházások miatt a maradó légi járműveknek az MH Pápa Bázisrepülőtérre (JAS-39), és a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérre (szállítógépek) történt áttelepülésével magyarázható;
- a Zrínyi-2026 haderőfejlesztési program keretében megvalósuló légierő-korszerűsítés miatt a hadrendből kivonásra szánt repülőeszközök üzemideje és

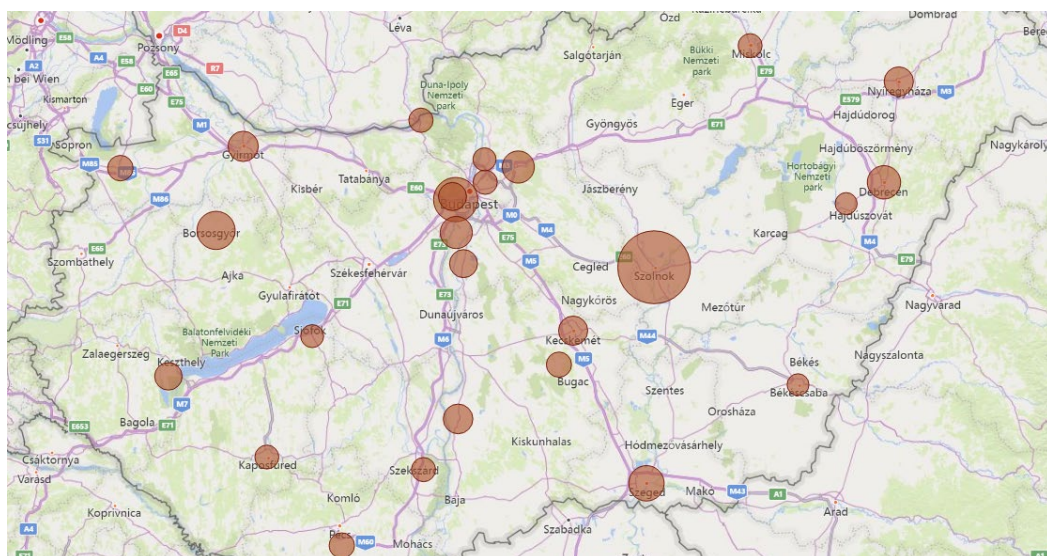
alkalmazása fokozatosan csökkent, míg az új eszközök beérkezésével a műveletszám növekedett, illetve a jövőben növekedni fog;

- a nemzetközi gyakorlatok előre nem prognosztizálható módon befolyásolják a repülőbázisok éves műveletszámát.



18. ábra: Magyarországi 25 legforgalmasabb repülőtér 2019. évi forgalmi adatai (Készítette a szerző. Forrás: HungaroControl adatok és LSSIP [138] alapján)

A 25 legforgalmasabb repülőtér összforgalma (106 605) Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér éves mozgásszámával (121 849) közel azonos mértékű. A vidéki repülőterek forgalmi intenzitása országos viszonylatban jelentős megoszlást mutat.



19. ábra: A 25 legforgalmasabb magyar vidéki repülőtér forgalmi sűrűsége (Készítette a szerző)

A vidéki polgári repülőterekhez képest a katonai repülőbázisok műveletszámai jelentősen kiugranak. Míg a legforgalmasabbnak tekinthető budaörsi nem nyilvános repülőtér 2019-ben 10 155 műveletszámot produkált [91], illetve a nemzetközi légiforgalmat is lebonyolító debreceni repülőtér mozgásszáma 5 579 volt, addig a katonai repülőbázisok műveletszámai a következő táblázat szerint alakultak:

1. számú táblázat

ICAO kód	GAT érkező	GAT induló	GAT összesen	Összes műveletszám (GAT+OAT) 2019	Összes műveletszám (GAT+OAT) 2018
LHSN	703	706	1409	22 139	15 844
LHPA	1014	998	2012	7603	7392
LHKE	553	550	1103	3835	7929
Összesen	2270	2254	4524	33 577	31 165

A katonai bázisokhoz kapcsolódó mozgásszámok különállóan, de különösképp együttesen jelentős részét teszik ki a légiforgalmi szolgáltatást igénylő összes forgalomnak. A katonai mozgásszámok viszont korántsem jelentik azt, hogy a katonai légiforgalmi szolgálatok leterheltsége elmaradna a polgári irányító egységektől. Fontos megjegyezni, hogy egyes napokon, nap- vagy időszakokban a katonai repülőterek forgalmi intenzitása megközelíti, sőt, esetenként meg is haladhatja a FAB CE top 10 listában szereplő egyes nemzetközi repülőterek forgalmi sűrűségét.

Ez a polgári és katonai repülések szervezésének eltérő metodikájából adódik: a nemzetközi repülőterek előzetesen koordinált menetrendi forgalmához képest a katonai műveletek a hét kevesebb napjára koncentrálnak (pl. hétvégeként nincs kiképzési repülés), és a repülési üzem is az adott napon belül jóval rövidebb intervallumú (pl. 4-6-8 órás kiképzési repülések, míg a polgári repülőtér forgalma 18-20 órás intervallumban oszlik meg nem egyenletes eloszlásban). Mindezekben túlmenően, amíg a polgári légiforgalom elsődlegesen induló/érkező légi járművek kezelésére fókuszál, addig a katonai kiképzési műveletek során egy felszálláshoz több bejövetel is társulhat (tehát a légi helyzetkép kialakításában nehezítő tényező az átstartoló és a forgalmi körbe ismételt, akár többször is becsatlakozó légi jármű). További sajátosság, hogy a katonai műveletek többnyire nem GAT, hanem OAT szabályok szerint kerülnek végrehajtásra –

ilyenek például a kötelékek, nem sztenderd profilú repülések (nagyobb sebesség és emelkedési/süllyedési mérték, szűkebb fordulósugar), teher és deszant szállítás stb..

1.3.4 LÉGIFORGALMI SZOLGÁLTATÁSOK (ATS)

A légiforgalmi szolgáltatások körébe az alább részletezett irányítási és tájékoztatási funkciókat soroljuk, de ide tartoznak a légiforgalmi szolgálatok riasztási, tanácsadási és tájékoztatási feladatai is. Hazánkban a légiforgalmi szolgáltatási tevékenységet az arra kijelölt légterekben, valamint a repülőtér létesítésének, fejlesztésének és megszüntetésének, valamint a leszállóhely létesítésének és megszüntetésének szabályairól szóló 159/2010. (V. 6.) Kormányrendelet [116] alapján I. és II. osztályba sorolt repülőtereken, továbbá az állami repülések céljára szolgáló repülőtereken (Pápa, Szolnok), illetve a közös felhasználású katonai és polgári repülőtérré fejleszthető állami repülések céljára szolgáló repülőtéren (Kecskemét) biztosítanak a kijelölt légiforgalmi szolgálatok. A légiforgalmi szolgáltatásokat (irányítás vs. tájékoztatás) a légijármű parancsnoka és a légiforgalmi szolgálat közötti jogok és kötelezettségek (felelősség) alapján különböztetjük meg, a szükséges támogató infrastruktúra pedig a nyújtott szolgáltatásnak megfelelően kerül kialakításra (pl. a tájékoztatáshoz nem feltétlenül kell, de légiforgalmi irányításhoz szükség lehet másodlagos légtérfelderítési adatokra).

Légiforgalmi irányítás (Air Traffic Control - ATC)

Az ellenőrzött légterekben nyújtott légiforgalmi szolgáltatás lehet körzeti, közelkörzeti vagy repülőtéri légiforgalmi irányítási tevékenység.

A közelkörzeti és repülőtéri irányítás a korábban hivatkozott Kormányrendelet szerinti I. osztályba (nemzetközivé nyilvánított kereskedelmi repülőtér) sorolt Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérhez, valamint a Magyar Honvédség repülőbázisaihoz (Szolnok, Pápa, Kecskemét) tartozó ellenőrzött légterekben biztosított, mivel a forgalom intenzitása és komplexitása miatt – repülésbiztonsági okokból – elengedhetetlen a folyamatos légtér felügyelet és repülésirányítói támogató tevékenység. Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér közelkörzeti és repülőtéri irányítói feladatait a nemzeti léginavigációs szolgáltató, míg a három repülőbázis MTMA és MCTR légtereiben szükséges irányítói tevékenységet a bázis alakulatainak katonai légiforgalmi szolgálatai nyújtják.

A polgári szabályok szerint útvonalon közlekedő légiforgalom hatékony kezeléséhez nyújtott körzeti légiforgalmi irányítást – a Chicagói Egyezményben rögzített ICAO tagállami kötelezettségből adódó nemzeti törvényi kijelölés alapján – a nemzeti

léginavigációs szolgáltató biztosítja. Hazánk esetében a magyar felelősségi légtérben (Budapest Repüléstájékoztató Körzet (Flight Information Region – FIR⁴⁴), amely légtérben kivételt képeznek az időszakosan korlátozott és elkülönített légterek) a körzeti légiforgalmi irányítói feladatokat a HungaroControl biztosítja a budapesti székházából. Ugyanezen a telephelyen került kialakításra a körzeti és közelkörzeti szolgálatok vészhelyzeti irányító központja, valamint a repülőtéri irányítás tartalék munkaterme is. A katonai fél körzeti irányításhoz való viszonya nemzeti viszonylatban eltérő, napjainkra azonban számos ország konszolidálja a különálló katonai körzeti légiforgalmi irányítási infrastruktúráját. A Magyar Honvédség közel húsz éve nem tart fent önálló körzeti légiforgalmi infrastruktúrát, e képesség fenntartása érdekében katonai légiforgalmi irányítókat vezényel szakszolgálati munkavégzésre a HungaroControl-hoz, ami miatt az integrált (polgári-katonai) nemzeti légiforgalmi irányító szolgálatként működik a magyar légtérben.

Repüléstájékoztatás

Ez a feladatkör két részre osztható: az ország nem ellenőrzött légtérében nyújtott körzeti repüléstájékoztatásra (Flight Information Service - FIS), valamint az egyes repülőtereken nyújtott repülőtéri repüléstájékoztatásra (Aerodrome Flight Information Service - AFIS). Mindkét szolgáltatás tekintetében jellemző a nemzeti és az angol nyelv és rádiólevelezési kifejezések vegyes használata, a II-VI. osztályba sorolt hazai repülőterek esetében – a felhasználói körből adódóan – a nyelvek közti arány jelentős mértékben elmozdul a magyar rádiólevelezés irányába.

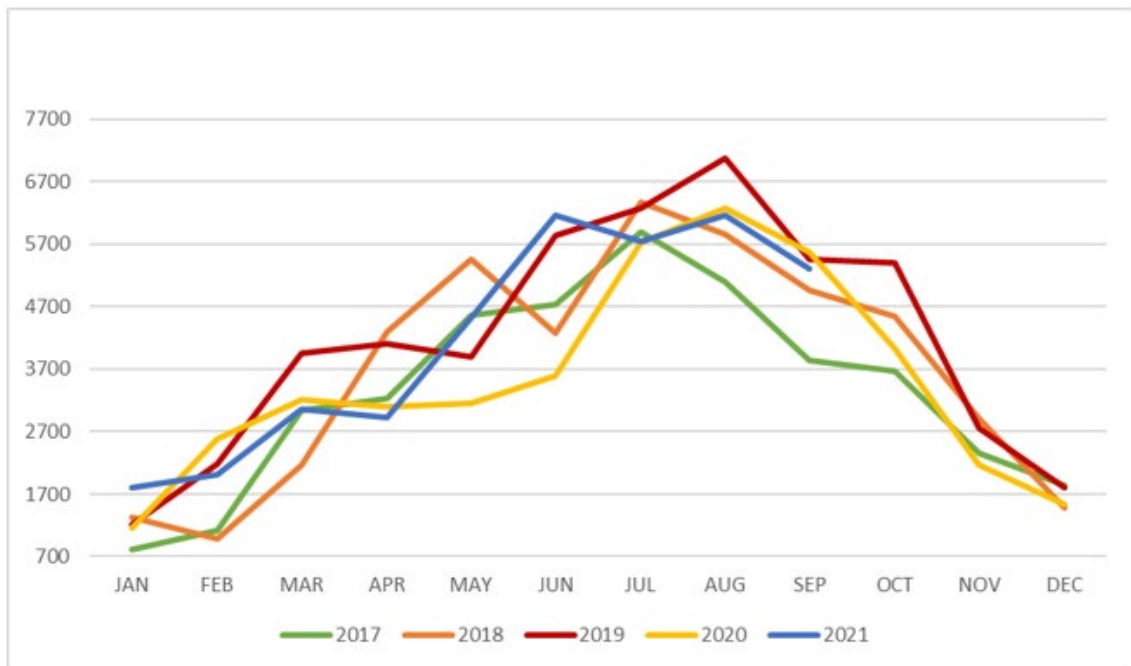
Körzeti repüléstájékoztatás (FIS)

A HungaroControl által jogszabályi kijelöléssel működtetett Körzeti Repüléstájékoztató Részleg felügyeli és koordinálja a kisméretű (sport- és magánrepülőgépes) forgalom biztonságos mozgását Magyarországon nem ellenőrzött légtérben, a földfelszíntől számított 2900 méter magasságig (nem beleértve a légtérhasználók által aktivált, időszakosan működő, valamint a veszélyes, korlátozott és tiltott légtereket). Magyarországon a kijelölt nem ellenőrzött légterekben útvonalrepülést végző, a hatályos szabályok és előírások szerint működő forgalom számára a HungaroControl körzeti repüléstájékoztató részlege látja el a repüléstájékoztató, légiforgalmi tanácsadó és riasztó szolgálat ellátását. Emellett, a részleg operatív szintű kapcsolatot tart a Magyar Honvédség illetékes szervezeti

⁴⁴ A légtér azon része, ahol repüléstájékoztató és riasztó szolgálatot biztosítanak. (57/2016. (XII. 22.) NFM rendelet 9. § (1))

egységeivel a polgári-katonai együttműködés elősegítése érdekében, továbbá a részleg tevékenységéhez kapcsolódó – különösképpen a kutató-mentő (Search and Rescue - SAR) feladatokban részt vevő – egységekkel, szervezetekkel, valamint a nem ellenőrzött repülőterekkel, repülőtéri repüléstájékoztató szolgálatokkal.

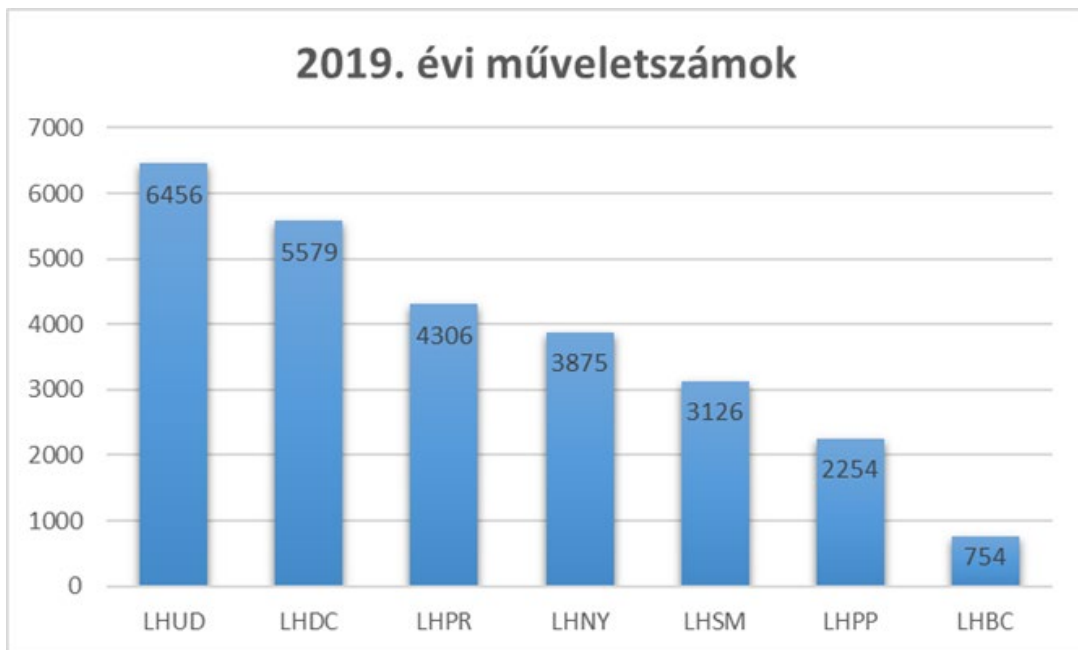
A magyarországi nem ellenőrzött légtérben folytatott repülések száma a HungaroControl számadatai alapján szintén folyamatos növekedést mutatott az elmúlt években (COVID-19 következmények bekövetkezéséig).



20. ábra: Hazai nem ellenőrzött légiforgalom alakulása 2017-2021 között
(Készítette a szerző. Forrás LSSIP adatok [138] alapján)

Repülőtéri repüléstájékoztató (AFIS)

Azokon a helyszíneken, ahol a légiforgalom jellege nem igényli a légiforgalmi irányítási tevékenységet, ott elegendő a repüléstájékoztató szolgáltatás nyújtása. Magyarországon az I. osztályba tartozó debreceni és sármelléki, valamint a II. osztályba sorolt (Győr-Pér, Szeged, Nyíregyháza, Pécs-Pogány mint kereskedelmi repülőtér és a III-VI. osztályba nem tartozó nem kereskedelmi repülőtér) repülőtereken találkozhatunk ezzel a tevékenységi formával.



21. ábra: AFIS szolgáltatást nyújtó repülőterek forgalmi összehasonlítása
(Készítette a szerző. Forrás HungaroControl adatok)

Légtérigazgatás (Airspace Management - ASM)

Hazánkban a légtérigazgatás a nemzetközi sztenderdeknek (rugalmas légtérhasználási alapelvek - FUA) megfelelően három szinten valósul meg. A stratégiai légtérigazgatás állami szintű feladat – e feladatokért a minisztériumok és állami szervezetek részvételével működő Nemzeti Légtérkoordinációs Munkacsoport felelős. A nemzeti légtér szerkezet kialakításában leginkább a hazai szakmai igények és szempontok jelennek meg, de kisebb arányban felmerülnek az európai légiközlekedési hálózat működtetéséhez kapcsolódó légtérigazgatási vonatkozású ügyek is.

A stratégiai szintű légtérigazgatás elviekben regionális szinten is megjelenik, ugyanis az 1070/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendelettel életre hívott, hét országot tömörítő Közép-Európai Funkcionális Légtérblokk (FAB CE) multilaterális államközi egyezményével megalakuló FAB CE Tanács feladata a légtérstruktúrára és légtérigazgatásra vonatkozó közös alapelvek és szakmapolitikai irányok és célok meghatározása. Annak ellenére, hogy a FAB CE felek az EUROCONTROL-lal közösen indítottak erre irányuló elemzői/értékelő projekteket, a térségben végül nem alakítottak ki szubregionális (integrált FAB CE) légtérigazgatási funkciót, helyette a nemzeti légtérigazgatási egységek továbbra is önállóan működnek.

Pán-európai dimenzióban, a nemzeti légtér szerkezetek kialakítás mindig is állami hatáskörben történt, egyedül a forgalmi áramlások és útvonalak miatti lokális (országos szinten jelentkező) igények és szükségletek (közvetett) megjelenésével volt a nemzetközi

légiforgalmi hálózatnak bizonyos ráhatása a nemzeti légtérszerkezet alakulására. Ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy a léginavigációs szolgáltató javaslatokat fogalmazott meg a nemzeti katonai légtérszerkezet átalakítására, amelyet azután a polgári és katonai fél a saját szempontjaik alapján igyekezett mindkét fél számára elfogadható módon orvosolni.

Az előtaktikai és taktikai légtérgazdálkodási feladatokat a honvédelmi tárca és a HungaroControl közötti együttműködési megállapodás keretein belül létrehozott polgári-katonai integrált szolgálat (Áramlásszervező és Légtérgazdálkodási Csoport) biztosítja. A légtérgazdálkodói részleg (Airspace Management Cell – AMC, melynek tagjai hatósági szakszolgálati engedéllyel rendelkeznek) a HungaroControl szervezeti egységeként, állományát tekintve a polgári, valamint a vállalathoz határozott időtartamra vezényelt hivatásos tisztekkel látja el feladatait. A légtérgazdálkodás – előre definiált protokollnak megfelelően – prioritásokat határoz meg az igényelt légterekre vonatkozóan, amely sorrendben a katonai fél igényei elsőbbséget élveznek.

Az AMC a katonai felekkel (katonai légiforgalmi szolgálatok repülésbejelentő irodái vagy a lőtereket előzetesen igénylő alegységek), illetve hazai polgári légtérfelhasználókkal tartja a kapcsolatot – ez esetben légtérfelhasználóknak minősül minden olyan magánszemély vagy szervezet, illetve szolgálat, amely egy adott feladathoz légtér foglalási és aktiválási igénnyel él az adott művelet biztonságos végrehajtása érdekében. A légtérfelhasználói kör meglehetősen szerteágazó, hiszen ide sorolhatjuk a vidéki repülőtereket, az ellenőrzött légtérrel működő polgári és katonai repülőtereket, a honvédségi repülések és lövészetek végrehajtóit, valamint a pilóta nélküli légi járművek üzemeltetőit, illetve a különleges feladatokhoz eseti légtér igénylőket is.

Minden vitán felül áll, hogy a katonai fél légtérhez való mindenkori hozzáférése honvédelmi érdek.

„A SES nem vonatkozik a katonai kiképzésekre és műveletekre, azonban a polgári és a katonai repülési tevékenységek szorosan kapcsolódnak egymáshoz, mivel azonos légtérben hajtják végre feladataikat. Következésképpen a SES-kezdeményezést szükséges összhangba hozni a katonai terminológiával, tekintettel arra, hogy a katonai fél polgári kontextusban egyszerre légtérfelhasználó, légi navigációs szolgáltató, repülőter üzemeltető, légtérgazdálkodó és jogalkotó is egyben.” [139]

Mivel az uniós légtérkonszolidációs politikák és vonatkozó jogszabályok számos esetben érintik a katonai fél érdekkörét (szuverenitási, védelmi és biztonsági, légtérrendészeti és légtérellenőrzési kötelezettségek, beleértve a kiképzési feladatokat is), a NATO és az

Európai Unió közötti együttműködés eredményeként a NATO 2017. évben kidolgozta a főtitkári szinten ellenjegyzett Katonai Légügyi Stratégia a SES kontextusában című dokumentumot⁴⁵, amely a légtérhez való hozzáféréshez és a léginavigációs szolgáltatás alkalmazásához határozott meg stratégiai célkitűzéseket a rugalmas légtérfelhasználás szellemében:

„A katonai félnek képesnek kell lennie hatékonyan és biztonságosan hozzáférnie a szükséges légtérhez annak érdekében, hogy végre tudja hajtani a békeidős kiképzési, valamint a krízis- és konfliktushelyzetben előforduló feladatokat. Fokozni kell a polgári-katonai koordinációt a katonai feladatok 24 órában történő folyamatos, hatékony, idő- és térbeli korlátozásmentes biztosítására. Európában a katonai légi közlekedés számára a légi navigációs szolgáltatók részéről a továbbiakban is biztosítani szükséges térben és időben a leoptimalisabb útvonalat annak érdekében, hogy a műveleti területekről történő be- és kijutás akadálymentessége, a közép- és hosszú távú útvonalak gyorsasága, továbbá a határon átnyúló műveletek hatékonysága szavatolható legyen.” [139]

Áramlás- és kapacitás szervezés (Air Traffic Flow and Capacity Management - ATFCM)

A pán-európai polgári nemzetközi légiforgalom napjainkra már olyan mértékűvé fokozódott, amelyet kizárólag centralizált áramlás és kapacitás-szervezési funkciókkal lehet hatékonyan menedzselni. 1995 óta az EUROCONTROL Hálózatmenedzser Műveleti Központja (Network Manager Operations Centre - NMOC), amely – uniós jogszabály alapján 2029-ig az EU hálózatmenedzseri feladatokra kijelölt szervezete is egyben – tervezi és szervezi a kontinens⁴⁶ légtérében mozgó légi jármű forgalmat.

Az NMOC elsődlegesen a nemzeti (szektorokra bontott) légtér és repülőtéri kapacitási értékek, a kontinens időjárási körülményei, a várható forgalmi igények és katonai aktivitás (légtér-gazdálkodás által előzetesen jelzett gyakorlatok, légtérkorlátozások) együttes figyelembevételével előzetesen megtervezi a várható napi forgalom elosztását a késések minimalizálása érdekében. Az NMOC áramlás és kapacitás-szervezéshez alkalmazott komplex kapcsolattartási és előtaktikai tevékenységét a 2. táblázat adatai is szemléltetik [140].

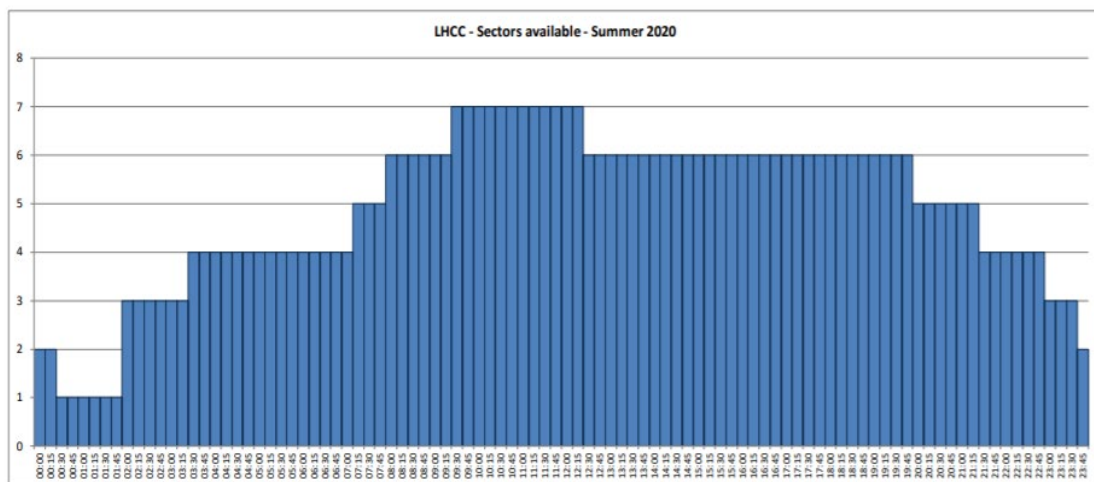
⁴⁵ NATO (2017): Military Aviation Strategy in the context of Single European Sky (C-M(2017)0006 (INV).

⁴⁶ Ez ebben a kontextusban az EUROCONTROL 41 tagországot jelenti, de külön megállapodásokkal a szolgáltatás kiterjed Marokkóra és Izraelre is.

2. táblázat

Felelősségi terület (országok száma)	43
Légiforgalmi irányító központok száma	68 ⁴⁷
Légtérfelhasználók száma	6664 ⁴⁸
Repülőterek száma	525 ⁴⁹
Végfelhasználói kör	5530 ⁵⁰
Kezelt légiforgalom (2018)	11 millió repülés ⁵¹

A légiforgalmi irányító központok – hatósági szakszolgálati engedéllyel rendelkező – áramlásszervező személyzete az NMOC által nyújtott térségi forgalmi előrejelzések alapján tud javaslatokat tenni a hazai légtér szektorbeosztására vonatkozóan. Minden nemzeti légtér előzetes számítások alapján meghatározott szektorkonfigurációkkal rendelkezik. A légtér megfelelő számú és méretű szektorokra osztása döntően meghatározza az aktív szolgálatban lévő légiforgalmi irányítók várható leterheltségét, tehát az áramlásszervezés az NMOC adatai – különösen a várható forgalom vagy az időjárás alakulása – alapján tervezi a szektorok nyitását vagy éppen lezárását (a döntést minden esetben az ügyeletes váltásparancsnok (ATS Duty Supervisor - DSV) hozza meg).



22. ábra: Budapest FIR ellenőrzött légtér 2019 nyári menetrendi időszakának szektornytási terve (Forrás: HungaroControl)

⁴⁷ 1750 légiforgalmi irányítói szektor, 60 áramlásszervező pozíció.

⁴⁸ Azon szereplők köre, akik egy év alatt legalább egyszer igénybe vették az NMOC felelősségi területét és számukra útvonaldíj került kiszámlázásra.

⁴⁹ Az európai hálózat azon repülőterei, ahol legalább napi 10 reptülési művelet történik.

⁵⁰ Aktív TOKEN-nel és jogosultsággal rendelkezők (end-users)

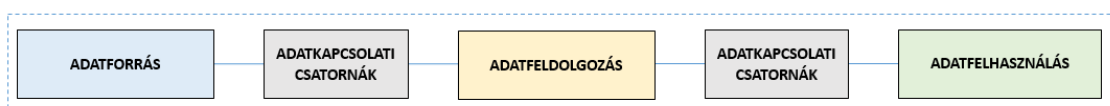
⁵¹ Napi csúcserték 37 000

A HungaroControl a 2019-ben készített ötéves (2020-2024) teljesítmény-tervezési ciklusra vonatkozóan a Budapest FIR-ben előzetesen 7 (a koszovói KFOR magaslégtérben +1), illetve 9 (+1 KFOR) maximális szektorkapacitással készült [132] az EUROCONTROL STATFOR által jelzett várható forgalmi terhelésre. A magyar légtérben regisztrált minden idők legjelentősebb forgalmi terhelésének számító 2019 nyári forgalomra a nemzeti léginavigációs szolgáltató az alábbi átlagos napi szektornyitási tervvel készült (megjegyzés: a szektorok számához igazodva kellett biztosítani a szolgálatba vezényelt műszaki személyzetet és légiforgalmi irányítót, valamint a támogató aktív és tartalék személyi állományt).

A szektorok számát és méretét elsődlegesen az ATM rendszerek (támogatói képesség, hardver, kapacitás), az irányítói humán-erőforrás (létszám és kompetencia) és a jellemző forgalmi nyomvonalak (sűrűség, komplexitás) határozzák meg. A szektorkonfigurációkat előzetes számításokkal és repülésbiztonsági elemzésekkel, szimulációkkal alakítják ki a léginavigációs szolgáltató szakértői, az EUROCONTROL szakmai támogatásával.

1.4 Monolitikus infrastruktúra általános jellemzői

Az államok a Chicagói Egyezményből eredtetett, a légtér felügyeletéhez, a polgári légiforgalmi irányításához és a léginavigációs képességekhez kapcsolódó szuverén kötelezettségeket helyi – elsődlegesen nemzeti és lokális – viszonyok között alakították ki. A konvencionális infrastruktúra (a fent vázolt szolgáltatások és a kapcsolódó műszaki rendszerek együttese) gyakorlatilag négyes tagozódásban értelmezhető monolitikus rendszert alkot, amelynek alapelemei a következők:



23. ábra: Monolitikus ATM rendszer funkcionális elemei (Készítette a szerző)

Adatforrás: a légiközlekedést támogató léginavigációhoz, valamint a légiforgalmi szolgáltatásokhoz szükséges adatok előállításának eszközei. Az előző fejezetben vázoltak szerint e csoportba sorolhatók a CNS berendezések (rádióállomások, földi telepítésű és műholdas léginavigációs rendszerek, a légtérfelderítést biztosító primer és szekunder szenzorok), a repülési terv adatokat biztosító rendszerek, a repülésmeteorológiai, légiforgalmi tájékoztatási, légtérgazdálkodási és áramlásszervezési adatbázisok.

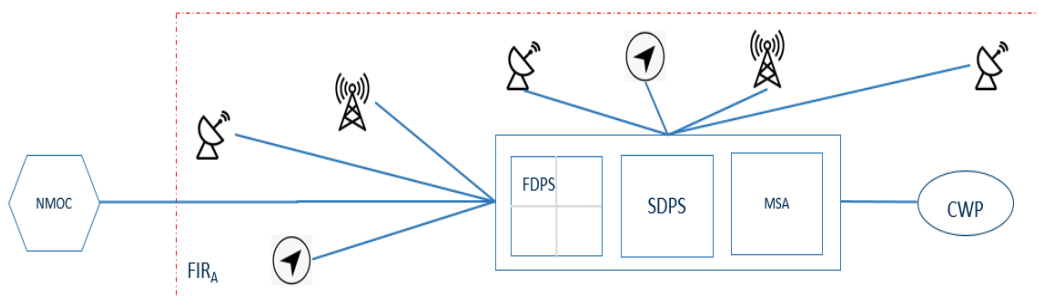
Adatfeldolgozás: a légiforgalmi irányításhoz szükséges, az adatforrások által biztosított adatok komplex feldolgozásának eszköze és helyszíne, amely a felderítési nyersadatokat, valamint a repülési és egyéb kiegészítő információk alapján előállítja a légiforgalmi

szolgáltatások magasszintű végrehajtásához szükséges információkat, számításokat. A légiforgalmi szolgálatok ezen funkciót betöltő ún. ATM rendszerének két legfontosabb részeleme a radaradat feldolgozó (Surveillance Data Processing System - SDPS) és repülési adatfeldolgozó (Flight Data Processing System - FDPS) rendszer.

Adatfelhasználás: e modellben a légiforgalmi irányítói szolgálatok azon munkaállomásai, ahol az adatforrásból származó, célirányosan feldolgozott adatok alapján a légiforgalmi szolgáltatói tevékenység zajlik. Ez gyakorlatilag a repüléstájékoztató szolgálat/központ (FIS/FIC), a repülőtéri repüléstájékoztató (AFIS), a repülőtéri irányítás (TWR), a közelkörzeti irányítás (APP) és a körzeti irányító központ (ACC) munkaállomásait jelenti, amelyeknél a rendelkezésre álló adatok és információk köre, illetve megjelenítése és felhasználása a munkakörülmények és technológiai képességek függvényében egymástól eltérő lehet.

Adatkapcsolati csatornák: az egyes alapelemek közötti folyamatos, gyors és biztonságos adatáramlást biztosító hálózatok, valamint azok szoftver és hardver eszközei.




Ez a kapcsolati ábra valójában egy olyan biztonság-kritikus infrastruktúra leegyszerűsített modellje, amelynek minden alap- és fontosabb részeleme többszörös túlbiztosítással vesz részt az adatgenerálási, feldolgozási és felhasználási folyamatban. A leegyszerűsített modell részletesebb kibontása esetén válik láthatóvá, hogy a monolitikus nemzeti léginavigációs infrastruktúra egy önálló nemzeti elemekből felépített, komplex és üzemfolytonosságot biztosító redundáns rendszerként is értelmezhető, amelynek elemei egységes szerkezetben épülnek fel (sajátos nemzeti szabványoknak és működési protokollnak megfelelően).



24. ábra: Infrastrukturális hálózati alapséma (Készítette a szerző)

A modellezésben használt jelzések, rövidítések:

- FIR (Flight Information Region): állami léginavigációs szolgáltató felelősségi körzet;
- NMOC (Network Manager Operational Centre): európai hálózatmenedzser;
- FDPS (Flight Data Processing System): repülési adatfeldolgozó rendszer;

- SDPS (Sureveillance Data Processing System): felderítési adatfeldolgozó rendszer;
- MSA (Monitoring and Supporting Applications): integrált/önálló monitoring és támogató eszközök⁵²;
- CWP (Controller Working Position): légitforgalmi irányítói munkaállomások;
-  Levegő-föld kommunikációs eszközök (Communication);
-  Földi telepítésű léginavigációs eszközök (Navigation);
-  Szenzorok (Surveillance).

A monolitikus rendszerek sajátossága a teljes működési portfólió lefedettsége, valamint az üzemfolytonosságot biztosító redundáns infrastruktúra kialakítása. Ennek egyik példája, hogy a légtérfelderítéshez szükséges radarlefedettséget legalább kettő vagy annál több szenzorral biztosítják (elsődlegesen saját berendezésekkel, a redundancia szintjének fokozása érdekében esetleg szomszédos országok polgári radarjeleinek integrálásával vagy szűrt katonai radaradatok felhasználásával). A repülési adatfeldolgozó rendszerek teljeskörű üzembiztonságát akár négyszeres túlbiztosítás jellemzi (fő (main), „meleg” tartalék (backup), „hideg” tartalék (fallback) és készenléti (contingency) részegységek.

A magyarországi polgári léginavigációs infrastruktúra is ennek megfelelő túlbiztosítással került kialakításra. A felderítési adatokat négy hazai (emellett két szlovák, egy román radarállomás és a három honvédségi katonai) lokátor, a folyamatos levegő-föld összeköttetést tizenegy rádióállomás, a léginavigációt pedig kilenc telephelyen üzemelő berendezés biztosítja.

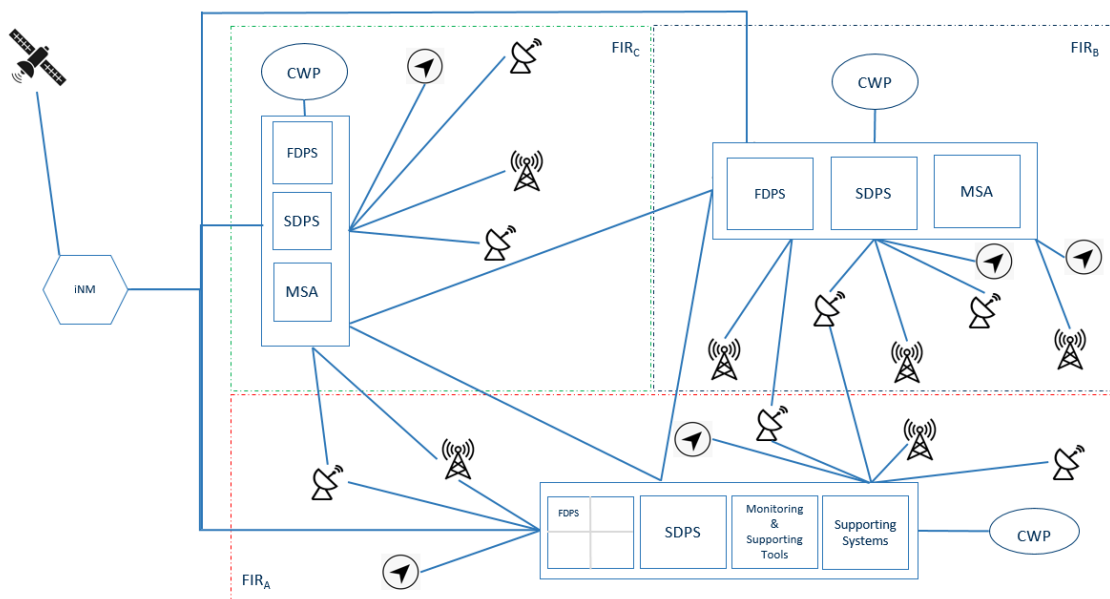
Szélesítve az elemzés látókörét, a monolitikus nemzeti infrastruktúrák egymással is kapcsolatban vannak, hiszen a repülésbiztonság érdekében a légitforgalmi irányításnak lételemé a légitforgalommal kapcsolatos, tágabb kontextusban a légiközlekedési ökoszisztémában keletkezett adatok megosztása. Az előző modell alkalmazásával az alábbi formában szemléltethető több (egymással szomszédos) ország léginavigációs infrastruktúrájának kapcsolata.

Ebben a modellben három (egymástól eltérő méretű és ezáltal különböző alapsémájú) ország került vázlatosan megjelenítésre. A felelősségi körzetek (FIR_{A-B-C}) egymással szomszédosak, a felek egyéni szükségletek szerint igénybe vehetik egymás

⁵² Aeronautical Information, Weather Information, Airspace Management, Flow and Capacity Management Systems

kommunikációs és felderítési eszközeit. A légiforgalmi szolgálatok között közvetlen kommunikációs és/vagy adatkapcsolat biztosítja a határokon átívelő forgalom hatékony kezelését (légiforgalmi irányítási felelősség átadás-átvétele érdekében). Egyes európai országok – méretükből adódóan – több légiforgalmi irányító központot üzemeltetnek (pl. Franciaország, Németország, de méretük ellenére kivételesen említhetjük Svájcot és Bosznia-Hercegovinát is), amelyek külön FDPS, SDPS, MSA és CWP elemekből épülnek fel. Ezekben az országokban a nemzeti irányító központok, illetve a felelősségi körzetükkel szomszédos országok irányító központjai között működik közvetlen kommunikációs és/vagy adatkapcsolat.

A modellben új elemként jelenik meg az új integrált hálózatmenedzseri rendszer (integrated Network Management - iNM), amely a mesterséges intelligencia és gépi tanulás, valamint a műholdas felderítési, kommunikációs és navigációs technológiák segítségével kezeli az európai légiforgalom központi áramlásszervezési feladatait.



25. ábra: Nemzetközi infrastrukturális hálózati alapséma (Készítette a szerző)

A 2019-ben indított és tervek szerint 2029-ig megvalósuló iNM kialakítását célzó programban az alkalmazott szoftvereket modernizálják, új integrált rendszerek és támogató eszközök telepítése tervezett, és vészhelyzeti képesség kialakítására is sor kerül [141]. Több opció mérlegelését követően a brüsszeli központ munkatermének kibővítése látszott a legmegfelelőbb választásnak.

1.5 Polgári-katonai együttműködés

A nemzeti léginavigációs infrastruktúra jellemzően a polgári és katonai fél szolgáltatásainak és funkcióinak, valamint azok végrehajtásához szükséges (jogszá

szerint előírt és a repülésbiztonsági, illetve működési hatékonyság javítása érdekében opcionálisan működő) műszaki eszközök együttesét is jelenti. A felek által kialakított működési környezet azonosnak tekinthető, mivel a levegő-föld kommunikációs, a léginnavigációs és a légtérfelderítési szükségletek alapvetően megegyeznek. A párhuzamos kialakítás az alapvető funkcionális követelményekben és kötelezettségekben fellelhető eltérésekből eredeztethető.

A polgári léginnavigációs szolgálat a Chicagói Egyezményben rögzített követelményeknek, valamint az uniós és hazai jogszabályoknak megfelelően végez feladatokat a vele együttműködő légtérhasználók számára. A polgári légiközlekedési hatóság által felügyelt civil szolgálatok az ICAO szabványoknak megfelelő általános (GAT) légiforgalmi szabályok szerint üzemelő (VFR, IFR) légi forgalmi szereplőknek nyújt szolgáltatásokat a számára kijelölt felelősségi légtér részben. Az alkalmazott berendezéseket szintén a polgári légiközlekedési hatóság ellenőrzi a vonatkozó üzemeltetési előírásoknak és polgári szabályoknak megfelelően.

A katonai léginnavigációs és légiforgalmi szolgáltatások köre ennél tágabb, ugyanis a szolgálatok az ICAO szabványoknak megfelelő általános valamint speciális (OAT-C és OAT-S) légiforgalmi szabályok szerint üzemelő (állami és polgári) légi járművekkel működnek együtt – békében és békeállapottól eltérő időszakban – a számukra kijelölt felelősségi légtér részben. A katonai hatóság által ellenőrzött szakszolgálati tevékenységet a Chicagói Egyezményben rögzített követelményeknek, az uniós és hazai jogszabályoknak megfelelően, valamint a vonatkozó katonai szabványok és eljárások alapján végzik. Az alkalmazott berendezéseket szintén a katonai légiközlekedési hatóság ellenőrzi a vonatkozó üzemeltetési előírásoknak és polgári/katonai szabályoknak, illetve hadműveleti követelményeknek megfelelően.

Rendszerszinten, a polgári és katonai léginnavigációs architektúrában és funkcionalitásában fellelhetők olyan hasonlóságok, amelyek megteremtik a lehetőségét a nemzeti léginnavigációs infrastruktúra konszolidációjának. Mintavételezéssel kiválasztott LSSIP és AIP dokumentumok feldolgozásával megvalósított kutatásaim alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a jelenlegi polgári és katonai fél közötti szoros együttműködés lehetőségei az európai környezetben széles skálán mozognak, a szorosabb napi szintű koordinációtól egészen az integrált szolgáltatásig. A sajátos nemzeti megoldásokat a 26. ábra szemlélteti.

Magyarország: Hazánkban több évtizedes múltra tekint vissza az integrált körzeti légiforgalmi irányítás és légtér gazdálkodás (a honvédelmi tárca külön megállapodással

hivatásos tiszteket vezényel a HungaroControlhoz). Jogszabályi kötelezettség alapján, a NATINAMDS keretében a HungaroControl radaradatokat biztosít az MH LMVIK részére, míg a magyar léginavigációs szolgáltató külön megállapodás alapján szűrt adatokat kap a Magyar Honvédség RAT-31DL lokátoraitól. A kecskeméti repülőbázis katonai légiforgalmi szolgálatánál tesztelési céllal telepítésre kerültek a HungaroControl által üzemeltetett (francia THALES által a speciális hazai igényekre fejlesztett) MATIAS ATM rendszer munkaállomásai (pozitív döntés esetén a három magyar katonai repülőtér repülőtéri és közelségi szolgálatai (TWR/APP) a polgári szolgálattal azonos ATM rendszert alkalmazna). A katonai légiforgalmi szolgálatok szakmai és nyelvi képzését jelenleg a Nemzeti Közszerelési Egyetem biztosítja, de egyes feladatokban (különösen a kecskeméti repülőtér kettős (polgári-katonai) felhasználásra történő felkészülésben) a HungaroControl is részt vesz (3D toronyszimulátoros tréningek, szakmai és ICAO nyelvi képzések). A nemzeti légtérkezelés (az uniós rugalmas légtérkezelési elvek szerinti stratégiai, pre-taktikai és taktikai szint) polgári-katonai együttműködésben történik (tárcaközi Nemzeti Légtér Koordinációs Munkacsoport és légtérkezelési részleg). A szorosabb együttműködés és integráció lehetőségeinek felkutatását 2019-ben a honvédelmi miniszter és a HungaroControl vezérigazgatója külön együttműködési megállapodásban rögzítette, a HungaroControl pedig a vállalati stratégiáiban kiemelt célkitűzésnek kezeli.

Norvégia: az állami léginavigációs szolgáltató (AVINOR) biztosítja az integrált léginavigációs szolgáltatást (TWR, APP, ENR, AIS, CNS) a négy katonai repülőtéren is (három polgári-katonai közös hasznosítású, ezekből kettőn az ATS mellett a polgári terminált is üzemelteti).

Németország: Nagy számban vezényelnek ENR katonai légiforgalmi irányítókat a DFS-hez (és MUAC-ba). A vezényelt ENR, valamint a légierő állományába tartozó milTWR/APP, milAIS és egyéb milATS szakszemélyzet képzését a DFS biztosítja. A polgári és katonai légiforgalmi tájékoztatási rendszer azonos technológiai alapokon működik, a katonai légiforgalmi tájékoztató kiadvány (MILAIP) a polgári kiadvány egyik fejezetét képezi. Kettős felhasználású (katonai) repülőtereken (Bonn, Rostock-Lage stb.) polgári és katonai állomány dolgozik (ATC, CNS feladatokat a katonai fél biztosítja). Katonai repülőterek CNS feladatait kizárólag a légierő biztosítja.

Svájc: az állami léginavigációs szolgáltató (SKYGUIDE) biztosítja az integrált léginavigációs szolgáltatást (TWR, APP, ENR, AIS, CNS) a hét katonai repülőtéren is (mindegyik polgári-katonai közös hasznosítású).

Hollandia: Tervek szerint a katonai légiforgalmi irányítási (TWR, APP, ENR) feladatokat 2023-tól integrálják az állami léginavigációs szolgáltató (LVNL) feladatrendszerébe. Eindhoven polgári repülőtéren katonai alakulat is állomásozik. 2017-től a Maastricht-i magaslégtéri irányító központ (MUAC) biztosítja az útvonali műveleti repülések (ENR/OAT) kiszolgálását (katonai állomány vezényleésével). A holland közlekedési és honvédelmi tárca közös stratégiai tanácsadó és döntés-előkészítő testületet hozott létre a légtér-gazdálkodási feladatokra (Netherlands Air Traffic Committee). Emellett, közös csoport (Airspace and Flow Management Unit (AFMU)) végzi a pre-taktikai és taktikai légtér-gazdálkodási és áramlásszervezési feladatokat (gyakorlatban a magyar modellhez hasonlóan a légtér-gazdálkodási részleghez történik katonai állomány vezénylese).

Lengyelország: Krakkó polgári repülőtéren katonai alakulat is állomásozik. Nemzeti légiforgalmi tájékoztató kiadványuk integrált (polgári és katonai adatok).

Csehország: 2014 óta integrált a körzeti irányító központjuk. Pardubice katonai repülőtér nemzetközi menetrendi kereskedelmi forgalmat is bonyolít (katonai irányító TWR/APP állomány). Nemzeti légiforgalmi tájékoztató kiadványuk integrált (polgári és katonai adatok).

Egyesült Királyság: a nemzeti léginavigációs szolgáltató (NATS) Swanwick-i irányító központja egyben katonai körzeti irányító részleg is. A királyi légierő és haditengerészet bázisain a közeli körzeti légiforgalmi szolgáltatásokat alapvetően katonai szakállomány biztosítja, de egyes helyszíneken szerződött civil szolgáltató és személyzet látja el. Sajátos nemzeti megoldásuk, hogy 2014-ben a brit honvédelmi minisztérium 22 évre szóló 1,5mrd GBP értékű szerződést kötött az AQUILA céggel (NATS és THALES 50/50 arányban tulajdonolt leányvállalata), hogy a MARSHALL Program keretében ATS/CSN infrastruktúra modernizációt és szolgáltatásokat biztosítson a fegyveres erőknek (100 hazai és külföldi (állandó és telepíthető) bázison).

Olaszország: Olasz légierő körzeti légiforgalmi irányítókat vezényel a nemzeti léginavigációs szolgáltatóhoz (ENAV), akik a műveleti légiforgalomért (OAT) felelnek. A repülésmeteorológiai (MET) szolgáltatást a légierő meteorológiai szolgálata biztosítja az ENAV-nak és a légtér-felhasználóknak.

Finnország: Európa egyik legösszetettebb infrastruktúrája és működési környezete. A nemzeti légtér teljes egészében katonai kiképzési légterekre tagolódik, a katonai repülőterek többsége kettős felhasználású, az légiforgalmi szakállomány polgári, katonai és tartalékos besorolású. Az Oroszországgal közös határszakasz miatt számos műveleti

repülés másodlagos polgári azonosítás nélkül kerül végrehajtásra, a polgári és katonai repülésirányító szolgálatok közötti együttműködési eljárásnak megfelelően.

Maastricht Magaslégtéri Irányító Központ (Maastricht Upper Area Centre – MUAC):

Európa egyedülálló többnemzeti magaslégtéri irányító egysége, amely Hollandia, Luxemburg, Belgium és Németország által delegált légtérben nyújt légiforgalmi szolgáltatásokat a központba a tagállamok által vezényelt polgári és katonai állománnyal. A szervezetileg az EUROCONTROL alárendeltségébe tartozó, de funkcionálisan és finanszírozás tekintetében a négy állam által működtetett MUAC különlegesnek tekinthető, mivel egyedül ez az intézmény biztosít országhatárokon átnyúló katonai légiforgalmi irányítói szolgáltatásokat.

Funkció/Ország	HU	NO	GE	CH	NL	PL	CZ	UK	IT	FI	MUAC
Légtérgazdálkodás (ASM)	I	I	I	I	R			I		I	I
Kommunikáció, navigáció, felderítés (CNS)	R	I	R	I				I		I	I
Repülésmeteorológia (MET)	R	I	I	I	R				I	I	
Légiforgalmi tájékoztatás (AIS)	R	I		I	R					I	
Légiforgalmi tájékoztató kiadvány (AIP)	R	I	I	I		I	I				I
Körzeti irányítás (ACC)	I	I	I	I	I		I	I	I	I	I
Közelkörzeti-repülőtéri irányítás (APP-TWR) ⁵³	R	I	R	I	I	R	R	I		I	
Légiforgalom-szervezés (ATM)	R	I		I				R		I	I
Légtértervezés (ASP)	R	I		I	I					I	I
Szimuláció/képzés (SIM/TRG)	R	I	R	I				R		I	I

26. ábra: Polgári-katonai együttműködési példák (készítette a szerző)

Jelölések: Integrált (I) Részben integrált / szorosabban együttműködő (R)

⁵³ Kettős felhasználású repterek lehetnek katonai, de civil forgalommal (pl. Sliac (SK), Pardubice (CZ), Rostock (GE), Kuopio (FI)) vagy polgári, de ott települő katonai szervezettel (pl. Bukarest (RO), Krakkó (PL), Eindhoven (NL), Zaragoza (ES), Tampere (FI), Szófia (BG), Ciampino (IT), Brüsszel (BE), Keflavik (IS))

1.6 Összegzés

A fentiekben ismertetett léginavigációs és légiforgalmi szolgáltatások között – nemzeti és nemzetközi viszonylatban – mindhárom relációban (polgári-polgári, polgári-katonai, katonai-katonai) találkozhatunk azonos funkciókra párhuzamosan kialakított tevékenységi körökkel.

Egyes tevékenységeknél beazonosítottam a részleges vagy teljes mértékű integráció lehetőségeit vagy szükségleteit, néhány funkcionál példával is szemléltettem a konszolidációra irányuló törekvéseket, lépéseket, megoldásokat.

A korábbi alfejezetekben vázolt körülményekből adódóan, az államok önálló léginavigációs infrastruktúra fenntartásával és fejlesztésével biztosítják a szuverén nemzeti légtérben kötelező szolgáltatásokat és funkciókat. A nemzeti rendszerek és funkciók főbb általános sajátosságai a következők (nem fontossági sorrendben):

1. A légiforgalmi irányításhoz használt adatfeldolgozó és megjelenítő rendszerek monolitikus architektúra szerinti felépítésűek. A korábban kifejtett szakma-evolúciós folyamatok eredményeként, az ENSZ légiközlekedési szakosított intézménye a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO) Chicagói Egyezményében foglalt tagállami feladatellátásához önálló nemzeti infrastruktúrákat alakítottak ki, amelyek alapvetően függetlenek a szomszédos országok rendszereitől. A nemzeti rendszerek szinte kizárólag üzemfolytonossági szempontból (és csak korlátozott mértékben) veszik igénybe a szomszédos országok eszközparkját (pl. bizonyos térségek redundáns radar vagy rádiólefedettsége érdekében) vagy az előállított adatait.
2. Az állami kötelezettségvállalás keretében nyújtott léginavigációs és légiforgalom-szervezési funkciók állami tulajdonú infrastruktúrákkal üzemelnek. A Chicagói Egyezményen és nemzetközi szerződéseken alapuló, valamint a légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvényben rögzített kötelezettségek (mint állami közfeladat ellátása) folyamatos biztosításához a légiforgalmi irányítási és léginavigációs funkciókhoz az állam és a tulajdonában lévő léginavigációs szolgáltató a nemzeti vagyongazdálkodás alapelveivel összhangban üzemelteti és fejleszti a szükséges ATM alapinfrastruktúrát és közrendszerét.
3. A nemzeti léginavigációs és légiforgalom-szervezési rendszerelemek közfeladat ellátását biztosító kritikus infrastruktúra elemnek minősülnek. A szolgáltatás fenntartásának biztosítása állam felelőssége minden körülmények között, amelynek jogalapját nem csak a Chicagói Egyezmény, de egyes nemzeti

jogszabályok is előírnak. A magyar állam nevében a léginavigációs feladatokat ellátó – 100 százalékban állami tulajdonban lévő – HungaroControl tehát nem csak a polgári légiközlekedésre vonatkozó előírásokból vonatkoztatott kötelmei, de az ország működésének folyamatossága érdekében felmerülő kötelezettségei miatt is kritikus infrastruktúra elem, amelyből adódóan vonatkoznak rá az egyes jogszabályok, így pl. a honvédelmi létfontosságú rendszerelemek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 359/2015. (XII. 2.) kormányrendelet, illetve a közlekedési és energetikai szervek honvédelmi feladatairól szóló 22/2014. (IV. 18.) NFM rendelet is. A HungaroControl az említett besorolásából adódóan nemzetbiztonsági felügyelet alá is esik.

4. Nem állami szereplő(k) jelenleg csak elenyésző mértékben és lokális körülmények között nyújtanak a léginavigációs és légiforgalmi szolgáltatásokat. Az európai léginavigációs környezetben a körzeti légiforgalmi irányítás és a hozzá kapcsolódó infrastruktúra üzemeltetése állami monopóliumok által végzett tevékenység. A nemzeti légiközlekedési ökoszisztémában fellelhető – nem feltétlenül állami tulajdonú – szereplők önállóan nyújtanak egyes léginavigációs vagy légiforgalmi szolgáltatásokat. Hazánkban ilyen például a vidéki repülőterek helyben kiépített és működő CNS és ATS tevékenységei és a szükséges infrastruktúrák. Az egyes országokban az állami, illetve magánszereplők részvételének aránya a nemzeti közlekedéspolitikai és gazdasági körülmények függvénye.
5. A léginavigációs és légiforgalom-szervezési szabályok, funkciók és szolgáltatások (az alkalmazott munkatechnológiákat és rendszereket is beleértve) a polgári és katonai oldal közötti szoros együttműködésben, szimbiózisban működnek.
6. Nemzeti szinten, a polgári és katonai fél a sajátos igényeinek megfelelően önálló eszközparkot alakított ki, amelyek funkcionalitásában (közel) azonosak. Egyes funkciók tekintetében a béke- és minősített időszakos követelmények (rendelkezésre állás) is megegyezik.
7. Az egyes funkciók működéséhez (üzembiztonsági vagy légiközlekedés-hálózati szempontok alapján) a nemzeti polgári-polgári és polgári-katonai együttműködések túl nemzetközi kooperáció is kapcsolódik.
8. Hazánkban a vidéki repülőterek forgalmából nem egyértelműen lehet következtetni a nyújtott légiforgalmi szolgáltatások körére. A megengedő

jogszabályi környezet miatt számos repülőtér üzemeltető a gazdasági szempontból kedvezőbb besorolást választja, és nincs is nyomás rajtuk a légiforgalmi szolgáltatások és léginavigációs infrastruktúra fejlesztésére. Az intenzívebb és komplexebb forgalom azonban természeténél fogva indokolja a magasabb repülésbiztonsági és szolgáltatói szintet szavatoló légiforgalmi szolgáltatások proaktív bevezetését.

2. HELYFÜGGETLENÍTETT ÉS VIRTUÁLIS SZOLGÁLTATÁSOK KONCEPCIÓI

2.1 Előzmények, háttér

A konvencionális léginavigációs infrastruktúra teljesítményét és hatékonyságát az értéklánc minden szereplője folyamatosan értékeli önrevíziós jelleggel, helyi és rendszerszinten egyaránt. Az önálló vagy magasabb elvárási szinteket kiszolgáló elemzések és kutatások elsődleges célja a léginavigációs és légiforgalom-szervezési rendszerek működésének minőségi fejlesztése, a felek közötti interakciók javítása és az ökoszisztémában alkalmazott eljárások, technológiák optimalizálása és rugalmasabb szabályozói környezet megteremtése.

Az ATM környezetre is helytálló az innováció, mint az ember-gép-rendszerre értelmezhető (a kreativitásból induló és a megvalósulásig tartó) modernizációs és fejlesztési folyamat főbb jellemzői:

- piaci indíttatású, azaz a fogyasztók (légtérfelhasználók) igényeinek kielégítésére új technológiák és megoldási módszerek megoldását keresi;
- technológiai ösztönzésű, miszerint új (de már bizonyított és megbízható) biztonságkritikus technológiák implementációjára képes és keresi az új igényeket, alkalmazási területeket, szolgáltatási réseket;
- kapcsolatfejlődési készletű, azaz a résztvevők (léginavigációs szolgálatok szakszemélyzetei⁵⁴ és a légtérfelhasználók) egymás munkafolyamatainak mélyebb megértésével azonosítanak be szükségleteket;
- megjelenhetnek olyan bomlasztó (diszruptív) innovációk, amelyek szükségesek a gyors, radikális környezeti változások lereagálására [31].

Ezeken túlmenően kiemelendő a léginavigációs környezetre gyakorolt – meghatározó légitársaságok által támogatott – uniós politikai ambíció is, amely a fent említett mikro-szintű folyamatokat használja ki az az európai rendszer (makroszintű) reformjához. Ennek szellemében az Európai Parlament és a Bizottság egyrészt az Amerikai Egyesült Államokban alkalmazott „föderációs” modellhez igyekszik közelíteni az európai ATM környezetet (amelyben nagyobb hangsúlyban vannak a központosított hatáskörök, funkciók) [141], másrészt pedig piaci körülményeket erőltet egyes léginavigációs és

⁵⁴ E környezetben a léginavigációs szolgálatot biztosító légiforgalmi mérnök-műszaki (ATSEP) és a légiforgalmi szolgáltatást (ATCO) ellátó szakszemélyzet.

légiforgalom-szervezési szolgáltatások újra definiálásán és az állami feladatoktól tervezett leválasztásán keresztül [142].

Annak ellenére, hogy a légitársaságok fejlődési trendjét időszakonként megzavarják, megtörik bizonyos tényezők (geopolitikai események, térségi konfliktusok, gazdasági krízishelyzetek, globális pandémia stb.), megítélesem szerint az iparág korszerűsítési folyamata és a légiforgalom növekedése töretlenül folytatódik. A globális klímavédelmi törekvések [143] és az egyre erősödő uniós környezetvédelmi politikák [144] természetesen 20-30 éves időtávon jelentős mértékben átalakítják a jelenkor légitársasági és légiforgalom-szervezési környezetét, de az újonnan megjelenő technológiák és megoldások ugyanúgy megteremtik majd a lehetőségét a légitársasági ágazat környezettudatosabb fejlődésének.

2.2 Konzolidációt szorgalmazó koncepciók

Az Európai intézmények – a SES koncepció és jogszabályi csomag megjelenése óta – folyamatosan törekszenek az európai légitársasági hálózat konzolidációjára. 2017-ben az Európai Parlament újabb állásfoglalást fogadott el az Európai Bizottság által készített Európai repülési stratégiáról [145]. Az állásfoglalás ismételten nyomatékosította, hogy a légtér is az EU egységes piaca részének tekintendő, és a légitársasági hálózat nem hatékony használatából fakadó esetleges töredezettség, valamint az eltérő nemzeti gyakorlatok pedig az optimálistól eltérő repülési időket, ebből fakadóan késéseket, többlet üzemanyag felhasználást és magasabb károsanyag kibocsátást eredményeznek. A Parlament felszólította az Európai Bizottságot, hogy hajtsa végre a SES jogszabályban szereplő Európai Felső Repüléstájékoztató Körzet (European Upper Flight Information Region - EUIR) koncepcióját.

Ennek megfelelően az Európai Bizottság meghatalmazta a SESAR JU közös vállalkozást, hogy készítsen rendszerelemzést és tegyen javaslatot a Parlament által jelzett anomáliákra és az európai ATM rendszer korszerűsítésére. A SESAR JU 2019 márciusában közzétette A proposal for the future architecture of the European airspace című SESAR JU tanulmányát (a továbbiakban: EAAS), amely napjaink uniós szakmapolitikai tárgyalásainak és jogalkotási folyamatainak irányadó (de legalábbis folyamatosan hivatkozott) dokumentuma lett⁵⁵.

⁵⁵ Irányadónak tekinthető a Bizottság oldalán, hiszen az előző fejezetben részletezett SES2+ jogalkotási tárgyalásokon a Tanácsban hangztatott tagállami érvelések sokszor a tanulmány megállapításait és ajánlásait hivatottak megkérdőjelezni.

2.2.1 AZ EAAS HIPOTÉZISEINEK ÉRTÉKELÉSE

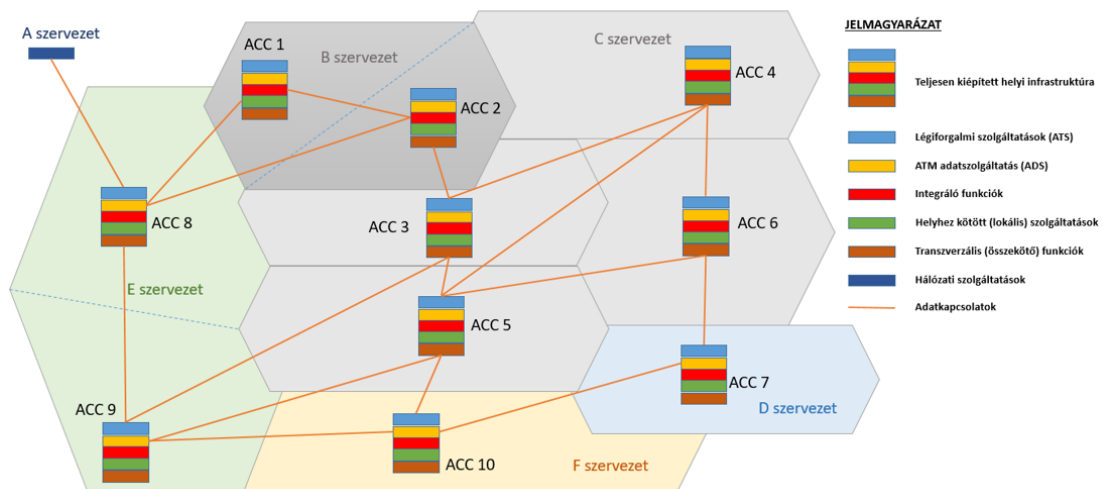
A tanulmány földrajzi kiterjedésben 44 európai ország (ECAC térség) és Marokkó vonatkozásában és múltbeli adatok elemezte a jelenlegi ATM környezet hatékonyságát.

Az elemzések és javaslatok az alábbi hipotézisekre alapulnak:

1. az európai környezet egy egységet képez, és ennek megfelelően keres a (részelemekre érvényesíthető) megoldásokat az infrastruktúra kapacitására, méretezhetőségére és rugalmasságára vonatkozóan;
2. az elemzés figyelembe veszi a jelenlegi légiforgalmi irányító központok számát és egy hipotetikus rendszerre tesz javaslatot, valamint
3. az új európai ATM ökoszisztémának a jelenleginél (a 2018/19-ig tapasztalt) nagyobb forgalmi növekménnyel kell megbirkóznia, tehát a javasolt európai ATM környezetnek képesnek kell lennie a várhatóan fokozódó kereslet hatékonyabb kiszolgálására.

A tanulmányban végzett egyik elemzésénél egy elvi modellben (fiktív környezetben) hat szervezet működik egymással kooperálva, amelyek közül

- „A” szervezet biztosítja a hálózatmenedzseri funkciókat (minden résztvevőnek);
- „B” - „F” szervezetek azonos portfólióval működnek: klasszikus léginavigációs és légiforgalom-szervezési feladatokat végeznek (lokális ATS, ADS és integráló és transzverzális szolgáltatások, funkciók) monolitikus infrastruktúrákkal;
- „B” - „F” szervezetek eltérő méretű vagy összetételű felelősségi körzetben működnek, ezért egy, kettő vagy négy irányító központot üzemeltetnek, amelyek teljes mértékben helyi funkciókkal és szolgáltatásokkal működnek.



27. ábra: Fiktív monolitikus ANSP környezet
(Készítette a szerző. Forrás: EAAS SESAR JU)

Az elemzés gyakorlatilag azokat a lehetőségeket kereste, hogy milyen formában lehet az előző fejezetben bemutatott elemekből felépülő monolitikus infrastruktúrát „újra alkotni”, és az egyes szolgáltatásokat, rendszerelemeket – virtualizáció, helyfüggetlenítés útján – racionalizálni, konszolidálni. A tanulmány alapvetően az előző fejezetben ismertetett folyamatokra elemei közül végezetül az adatfeldolgozás, az adatfelhasználás és az illetékességi körzet vonatkozásában tett – többségében paradigmaváltó – javaslatokat⁵⁶.



28. ábra: Konszolidált léginavigációs szolgáltatások alapelemei (Készítette a szerző)

Megítélésem szerint a fenti feltételezések két szempontból (részben) megkérdőjelezhetők és ezáltal nem feltétlenül szolgáltatnak minden kétséget kizáró megoldási javaslatokat. Egyrészt, az európai légiforgalmi hálózat a nemzeti infrastruktúrák együttesét jelenti, amelyek azonban önálló entitásként értelmezendők és kezelendők. Egyetértek a tanulmány azon megállapításával, hogy a vizsgált európai környezetben a rendszerek (az azonos funkciók tekintetében) túltervezettek és túlbiztosítottak, amelyből logikusan következik az optimalizáció lehetősége, viszont a nemzeti rendszerek nem véletlenül redundánsak. A jelenlegi nemzeti infrastruktúrák az előző fejezetben kifejtett állami kötelezettségek miatt – és a tagállamok közötti mélyebb együttműködés hiányában – alakultak ki önálló jelleggel. Egyes európai országok földrajzi méretükből és forgalmi komplexitásukból adódóan kényszerültek több légiforgalmi irányító központ kiépítésére (de elfogadom az EAAS elemzések során feltárt hiányosságokból, anomáliákból fakadó kritikát, miszerint létezik olyan állam pl. Svájc [100], amelyben mérete ellenére két körzeti irányító központ üzemel, ráadásul a rendszerek egymással nem is kompatibilisek). Mindezek okán a megállapítások, illetve a tanulmányban tett technológiai és funkcionális javaslatok véleményem szerint szükségesek, de nem elégséges feltételei a monolitikus struktúrák felszámolásának. Megítélésem szerint természetesen a Bizottságnak a jogalkotás során is egyre szélesebb körben érvényre juttatott interoperabilitási törekvései erősítik ezt a felszámolási folyamatot, de az interoperabilitási követelményeket sem tekintem önmagában elégséges feltételnek.

⁵⁶ Ennek értelmében az adatforrás, adatfeldolgozás és adatfelhasználás földrajzilag és/vagy felelősi kör tekintetében egymástól elkülönülhetnek

Másrészt, a forgalom jövőbeni növekedése jelen körülmények ismeretében nem egyértelmű irányokba fordulhat. Az EU klímapolitikai célkitűzései és a COVID-19 utáni gazdasági visszarendeződési ambíciói egymással ellentétes hatású folyamatok. A környezettudatos magatartás elsőbbségét feltételezve valószínűleg a forgalom alakulása nem folytatja a 2010-es évek növekedési trendjét, a következő harminc évben az európai légtérrészek valamilyen mértékű felső korlátozással fognak működni. Ezen érték feletti növekedést a – károsanyag kibocsájtási korlátok megtartásával – a légi járművek alternatív üzemanyagainak elterjedése és újfajta (környezetbarát) meghajtási módok széleskörű elterjedése után lehet majd ismét produkálni.

Az Airbus tervei szerinti időintervallummal számolva, miszerint az első hidrogén meghajtású légi járművek 2035 magasságában válnak elérhetővé a piacon [32], lehetővé téve a közlekedési szektor 2050-re tervezett zéró emissziós képességre való átállását, véleményem szerint az ATM technológiáknak is ezen időtávon kell elérniük azt a magasabb fejlettségi szintet, amellyel az emberi (légiforgalmi irányítói) képességek korlátjai (és ezáltal az adott légiforgalmi irányítói szektorok maximalizált áteresztőképessége) kiterjeszthetők (a tanulmányban is jelzett új technológiákkal⁵⁷). Ezen időtartam alatt kell az államoknak megoldást találniuk a tanulmányban vázolt technológiai és konszolidációs javaslatok magasabb szempontrendszerek szerinti implementációjára. Az állami szakma és védelempolitikai szempontok, valamint a technológiai lehetőségek és megoldási javaslatok együttesen már szükséges és elégséges feltételei az európai ATM rendszer optimalizációjának.

2.2.2 AZ EAAS MEGÁLLAPÍTÁSAINAK ÉS JAVASLATAINAK ÉRTÉKELÉSE

A tanulmány megállapítása szerint a jelenlegi légi forgalom-szervezési ökoszisztéma fejlődésének fő korlátozó tényezője a légi forgalmi irányító szolgálatok izoláltsága és ATM rendszerek kompatibilitásának hiánya. [147] A vizionált jövőkép szerint a technológiai fejlesztéseknek leginkább a légtér konszolidációjára, a légi forgalmi szolgálatok repülési és felderítési adatfeldolgozó rendszereinek integrációjára és egyes szolgáltatások helyfüggetlenítésére, virtualizációjára kellene irányulniuk. Az egységesített európai légtérrendszer (SEAS⁵⁸) elképzelésben a jövőbeni (számukat tekintve a jelenleginél akár kevesebb) léginavigációs szolgálatoknak már nem kell önálló (az előző fejezetben részletezett) monolitikus ATM rendszereket fenntartaniuk és

⁵⁷ AI, Big Data, IoT, felhőalapú központosított szolgáltatások stb.

⁵⁸ Az USA analógiájára (National Air Space - NAS) felépített Single European Airspace System

fejleszteniük, mert Európában elegendő lesz néhány regionális virtuális adatfeldolgozó/elosztó központot fenntartani, amelyek biztosítják a szükséges információkat (szabványosított adatokat) a légiforgalmi irányító egységek és a légtérhasználók részére.

Erre az elképzelésre véleményem szerint a légiközlekedési iparági evolúció markáns, ám mégis egy közbenső állomásaként kell tekintenünk. Amennyiben elfogadjuk azt a hipotézist, hogy a távoli (egyelőre nem definiálható) jövőben a légi járművek közötti elkülönítést és a repülési profil számításokat automatizált és szofisztikált fedélzeti rendszerek biztosítják majd, a telemetriai adatok feldolgozása és biztosítása, valamint a nagy kiterjedésű (regionális, kontinentális) áramlásszervezési funkciók (4D trajektória menedzsment) és a taktikai szintű konfliktus-kezelés maradnak egyedül a földi infrastruktúráknál, úgy az EAAS által vázolt tizenöt éves jövőkép ennek a távolabbi megvalósulásnak a részemekeként lehet (és kell) értelmezni.

Az EAAS koncepció szerint a tradicionális szerepkörök jelentősen átalakulnak: napjaink léginavigációs szolgáltatóinak portfóliója megváltozik, amelynek végezetével egyes funkciókat leépítenek vagy megtartanak, illetve új szerepköröket választanak üzletstratégiai és nemzeti szakmapolitikai prioritásaik és technológiai képességeiknek és nemzetközi iparági partnerségeiknek megfelelően. A tanulmány tehát a földrajzi és együttműködési töredezettség „felszámolására” tesz javaslatot a szolgáltatási lánc újra tagolásával. Az elemzések megállapításai szerint az infrastruktúra három fő csoportja

- központosított hálózati szolgáltatások (áramlásszervezés, hálózati funkciók, hálózati válságkezelési tevékenységek);
- virtuális szolgáltatások
 - földrajzilag függetleníthető tevékenységek (körzeti légiforgalmi irányítás, repülési adatfeldolgozás, meteorológiai, felderítési és légiforgalmi információmenedzsment);
 - lokális szolgáltatások (CNS és meteorológia, légiforgalmi tájékoztatási adatgenerálás);
- transzverzális szolgáltatások (föld-föld és levegő-föld kommunikációs és adatkapcsolati hálózatok, hálózatbiztonsági funkciók) (29. ábra).

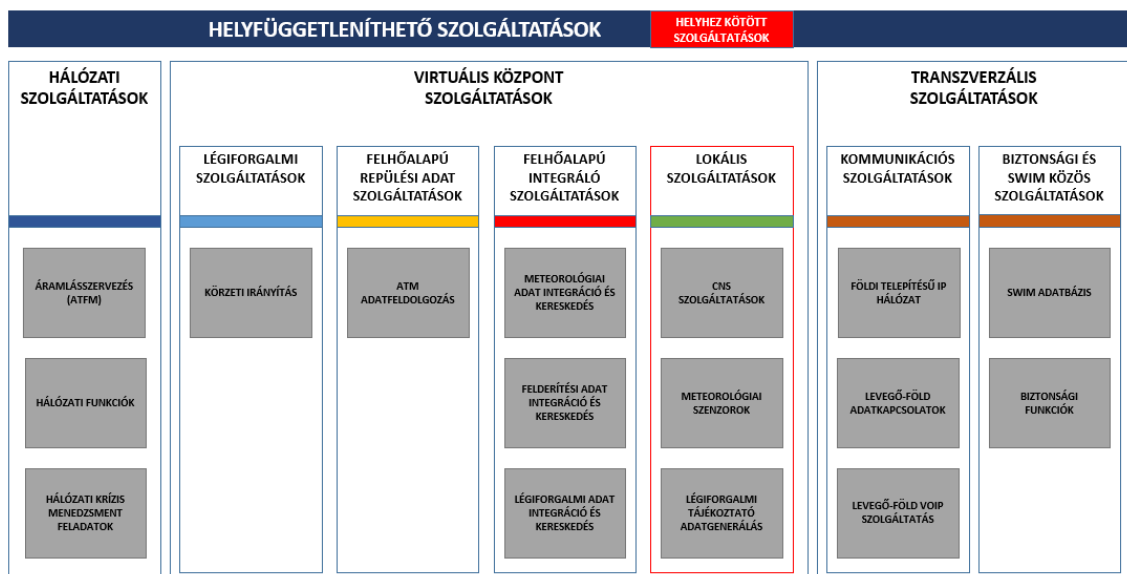
Ez a koncepció szolgáltatás-orientált architektúraként vázolja az elviekben hatékonyabb, az elemek számosságát tekintetében egyszerűbb infrastruktúrát. A tanulmányban vázolt új iparági környezetben a konvencionális környezet elemei (léginavigációs és légiforgalom-

szervezési szolgáltatások és funkciók köre) új csoportosításban jelennének meg az alábbi szolgáltatói kategóriákba formálódva:

Léginavigációs szolgáltató (Air Navigation Service Provider - ANSP): a szolgálat a konvencionális környezet kapcsán taglalt szolgáltatások és funkciók teljes körét a jövőben is teljeskörűen megtartja, azokat önálló infrastruktúrával biztosítja.

Légiforgalmi szolgáltató (Air Traffic Service Provider - ATSP): kizárólag légiforgalmi szolgáltatásokat és funkciókat végző szolgálat, amely a tevékenység ellátásához szükséges egyéb adatokat és támogató tevékenységeket külsős féltől szerzi be szolgálatként.

Légiforgalmi adatszolgáltató (ATM Data Service Provider - ADSP): a légiforgalmi tevékenység ellátásához szükséges adatok központosított szolgáltatója, amely egy vagy több légiforgalmi szolgálat (ATSP) kiszolgálását végzi.



29. ábra: Szolgáltatások és funkciók jövőképe
(Készítette a szerző. Forrás: SESAR JU EAAS [147] alapján)

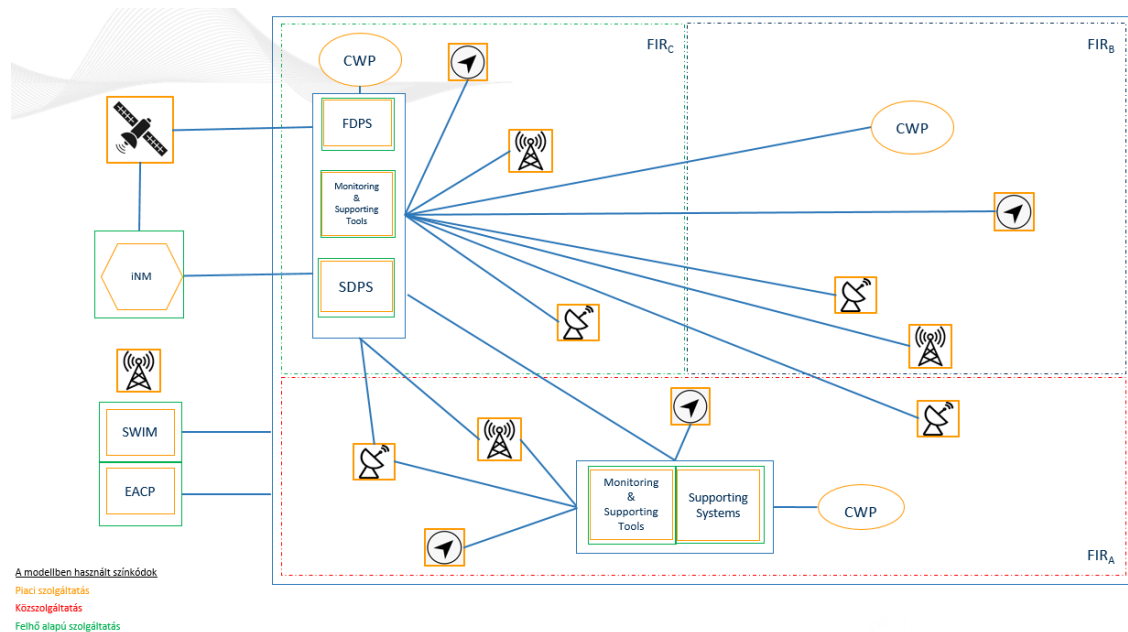
CNS szolgáltató (Communication, Navigation, Surveillance Service Provider - CNSP): A körzeti, terminál és repülőtéri műveletekhez és légiforgalmi szolgáltatásokhoz szükséges kommunikációs, navigációs és felderítési infrastruktúra üzemeltetőjeként ad támogatást, adatokat az ATSP-knek és ADSP-knek.

Repülésmeteorológiai szolgáltató (Meteorology Service Provider - METSP): repülésmeteorológiai adatokat biztosító szolgálat.

Léginavigációs tájékoztató (Aeronautical Information Service Provider - AISP): léginavigációs szolgáltatásokat biztosító szervezet.

Közös információszolgáltató (Common Information Services Provider - CISP): statikus és dinamikus adatok terjesztéséből álló szolgáltatás, amely lehetővé teszi a pilóta nélküli légi járművek forgalmának irányításához szükséges (ún. U-space) szolgáltatások nyújtását és az ATM-UTM információáramlást.

A fenti szolgáltatói típusok önállóan vagy egymással bármilyen kombinációban is elképzelhetők, attól függően, hogy az adott állam milyen képességek megtartásában is fejlesztésében látja a hosszútávú elképzeléseit. A tanulmány elvileg csak technológiai megközelítésben vizsgálta az infrastruktúra reformot, a transzformációhoz szükséges egyéb elemek vonatkozásában nem tesz javaslatot (ennek bizonyos lépéseit az előző fejezetben részletezett SES2+ jogalkotási javaslatok képezik, amelynek keretében az Európai Bizottság az első javaslatában – a körzeti légi forgalmi irányítás kivételével – megteremtene a szolgáltatások és funkciók kiszervezhetőségét és versenykörülményeit). A konvencionális környezetet részletező fejezetben alkalmazott vizualizációval az EAAS javasolt modellje az alábbiak szerint ábrázolható:



30. ábra: Szolgáltatás-orientált architektúra (Készítette a szerző)

Ahogy a hipotézisek között szerepel, a rekonfigurációs elképzelés nem veszi figyelembe a meglévő irányító központok számát és elhelyezkedését, de a modellezéshez a szerzők kétségkívül előzetesen feltárták a jelenlegi ATM-ben fellelhető tapasztalt anomáliákat, hiányosságokat, túltervezettséget (indokolatlan redundanciát). A körültekintő elemzés ellenére a tanulmány megítélésem szerint egy olyan téves elvi modellt vázol, amelynek implementációja pont az európai környezet, az állami (ICAO és honvédelmi)

kötelezettségek, illetve a politikai és technológiai berendezkedés miatt ütközik nehézségekbe, mert

- az átalakulás egy más dimenziójú szolgáltatási töredezettséget eredményezne;
- az egyes szolgáltatások és infrastruktúrák közötti szimbiózis miatt nem kimutatott a jobb hatékonyság (költség és teljesítmény), illetve magasabb üzembiztonsági szint;
- nem irányított az ökoszisztéma átállási folyamata (kiknek és milyen objektív tényezők alapján javasolt/kell funkciókat leépíteni/bővíteni);
- nem egyértelmű, hogy a polgári-katonai érintettségű funkciók, különösen a légtér ellenőrzéséhez és a honvédelemhez kapcsolódó mindenkori állami és ANSP kötelezettségek miként biztosíthatók harmadik fél bevonásával;
- nem történek részletes számítások⁵⁹ az átállás és az új rendszer fenntartási költségeire és finanszírozási modelljeire vonatkozóan (különösen annak a redundanciának, amely nem csak egy új, több szereplőt is kiszolgáló rendszer, de az egyes szereplők függetlenedésére is alkalmas tartalék is egyben);
- nincsenek garanciák és követelmények az új szereplők (külsős felek) számára a honvédelmi (légtérellenőrzési, légtérrendészeti, légvédelmi) kötelezettségek és az állami célú légiközlekedési feladatok béke és minősített időszakos biztosítása vonatkozásában.

Mindezek ellenére, a technológiai fejlődésben látott reformlehetőségek úgy vélem megállják a helyüket. Egyetértek a tanulmány azon megállapításával – és vizsgálataimat is ennek szellemében végeztem – miszerint:

- az új technológiák (funkcionalitások automatizálása, Big Data alapú gépi tanulás és mesterséges intelligencia stb.) [148], növelhetik a léginavigációs szolgáltatások (beleértve az együttműködő vagy integrált polgári és katonai szolgálatok) hatékonyságát és teljesítményét;
- a virtuális megoldások (felhőalapú belső hálózati szolgáltatások, nagysebességű adatkapcsolati lehetőségek, kiberbiztonsági protokoll, magasabb szintű interoperabilitási szabványok stb.) lehetővé teszik a léginavigációs és légiforgalmi szolgálatások helyfüggetlenítését (amely megítélésem szerint

⁵⁹ Feltételezve, hogy nem változik az alapelv (azaz a légtérfelhasználók fizetik a léginavigációs szolgáltatás fenntartási és fejlesztési költségeit), az átállást is a légitársaságoknak kell finanszírozniuk.

magában hordozza az egyes funkciók, képességek telepíthetőségének, moduláris felépítésének és védettségének lehetőségeit is);

- a központosított szolgáltatások (páneurópai informatikai hálózatmenedzsment, kontinentális áramlásszervezés, regionális légtér/kapacitás menedzsment és CNS infrastruktúraüzemeltetés stb.) javíthatják az európai légiforgalmi hálózat összteljesítményét.

Egyetértek továbbá az elemzés azon megállapításával, hogy az integrált ATM adatfeldolgozó rendszer lesz az alapja az egymással szomszédos vagy együttműködő légiforgalmi irányító egységek azonos adatprotokoll szerinti működésének, ezáltal növelve a felek összevont felelősségi körzetében működő (országhatároktól független) légiforgalmi irányító szektorok hatékonyságát, statikus és dinamikus légtérgazdálkodási környezetben egyaránt. Az integráció költséghatékonyságot is jelenthet az együttműködők számára, a közös fejlesztések több szempont együttes teljesítésére irányulnak, fokozva a rendszerbiztonságot. Ezt a megállapítást érvényesnek tartom a nemzeti polgári-katonai rendszerek integrációja tekintetében is, mivel egy ilyen közös infrastruktúra jelentősen javítja a felek együttműködését és mindenkor működésük védettségét, üzembiztonságát.

2.3 Az európai légtér töredezettségének kérdései

Az Európai Bizottság és a légtérfelhasználók által az európai légtérszerkezettel kapcsolatban megfogalmazott – és a SESAR JU EAAS elemzésben is egyik alapproblémának beállított – töredezettség vonatkozású kritikával azonban nem értek egyet. A légiforgalmi irányítás a szakszemélyzet képességei, légügyi hatósági jogosításai alapján végzett, az ATM és egyéb rendszerekkel és funkciókkal támogatott biztonságkritikus tevékenységnek tekintem.

A töredezettséget, mint a rendszerben vélt jelenséget, a megoldások érdemi kutatása érdekében jellemzőik alapján kategóriába kell sorolni. A légtér töredezettség tipológiájának egyik lehetséges módja [54]:

- szervezeti (organizational);
- műveleti (operational);
- technikai (technical);
- funkcionális (functional).

Ezek közül kiemelve a műveleti töredezettség kérdését, a repülési műveletek (hajtómű indítástól és felszállástól a leszállásig és hajtómű kikapcsolásig) és a légtér minden eleme

vonatkozásában pontosan meghatározott a légi jármű parancsnoka és a légiforgalmi szolgálat közötti jogok és felelősségek megoszlása. Az elvart/nyújtott irányítói munkafolyamatok és a szolgáltatásokhoz szükséges légtérellem a korlátozott emberi és technológiai képességek, valamint az adott háromdimenziós felelősségi körzetben vart/tapasztalt forgalom mennyisége és komplexitása alapján kerül meghatározásra. Egy nagyobb kiterjedésű légtér (pl. egy repüléstájékoztató körzet) ezen elvek alapján kerül felosztásra, tehát egy ellenőrzött légtér körzeti, közeli körzeti és repülőtéri szegmensében is az elvart légiforgalmi irányítási tevékenységet előre kiszámított kapacitási értékek szerint oszthatók fel további részekre, szektorokra [149]. Egy kontinentális légiközlekedési hálózat teljesítenye pedig a szektorkapacitási értékek makroszintű modellezésével és elemzésével határozható meg [150]. Az európai légiforgalmi hálózat teljesítményét az egyes nemzeti légtér (szektorokból számított) kapacitásértékeiből számítható ki. Egy állam légtérének légiforgalmi irányítói kapacitásértékeit a nemzeti légiforgalmi szolgálat határozza meg az EUROCONTROL tanácsadásával összeállított szektorkonfigurációk⁶⁰ alapján. Az európai hálózati összképet az EUROCONTROL (mint az uniós jogszabályban kijelölt hálózatmenedzser) által összeállított European Network Operations Plan c. dokumentum tartalmazza [151], amely nemzetenként taglalja a szektor- és ATM rendszerképességeket. Az európai hálózat fejlesztésének irányait a közös döntéshozatali eljárásban készülő Network Strategy Plan [152], valamint az EU-s országoknak a meghatározott (öt éves) tervezési időszakokra készített önálló teljesítménytervei határozzák meg. Az ún. referencia időszakra összeállított nemzeti teljesítménytervek pontosan meghatározott célértékeket tartalmaznak, az adott uniós állam a nemzeti szektorkonfigurációk fejlesztését (tehát a nemzeti légtér teljesítményében számított hatékonyság növekményt) a számított forgalmi előrejelzések figyelembevételével és a tervezett kapacitásbővítési beruházásokkal alakítja ki [153]. Az európai légtér szektorokra történő felosztásában – az önálló nemzeti fejlesztéseken kívül – kistérségi dimenzióban is felmerül az optimalizációs potenciál. A légiforgalom-szervezési kérdések páneurópai szakmai megvitatására hivatott Network Directors of Operations (NDOP) testület 2016. március 15-16. között megrendezett ülésén a hálózatmenedzser javaslatot tett az éjszakai szektorüzemeltetés hatékonyságának javítására [154]. A hálózatmenedzser elemzései kimutatták, hogy a napi csúcsidőszakokban átlagosan 540 szektor üzemel Európában (ez az érték nyáron 570, míg

⁶⁰ Irányító állomány, irányítói munkaállomások, forgalmi összetétel stb. inputok figyelembevételével.

télen 520 körül mozog). Ezzel szemben ez az érték az éjszaka (22:00 és 04:00 UTC közötti időszak) visszaesik 230 szektorra, amely országoként átlagosan három szektort jelent. A hálózatmenedzser (Network Manager - NM) szerinti viszonylag nagy éjszakai érték a körzeti irányító központok és szektorcsoportok számából eredeztethető, viszont a javaslat értelmében – legalább az éjszakai időszakban – lehetne több országhatártól független összevont szektort üzemeltetni, amely jelentős erőforrás megtakarítást eredményezhet a légiforgalmi szolgálatok oldalán.

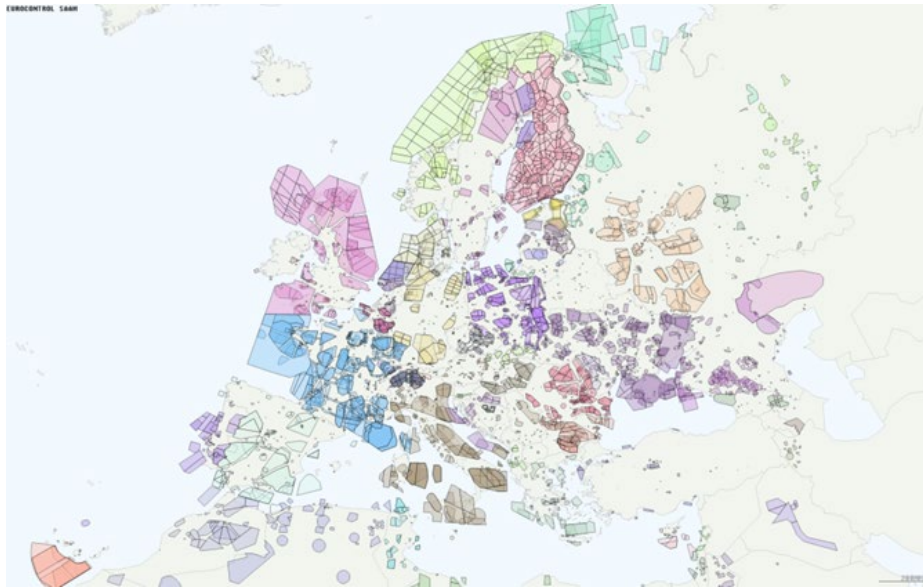
Az éjszakai szektorterheltség földrajzilag eltérő lehet, hiszen pl. a térségünket érintő áramlási vonalon korábban telítődnek a délkeleti országok szektorai, mivel a távol- és közel-keleti térségből érkező járatok a kora hajnali órákban érik el az európai kontinentst, és csak pár óra elteltével érkeznek a közép- és nyugateurópai célállomásaikra. Ettől függetlenül az NM javaslata logikus koncepciónak tekinthető, a megvalósításhoz természetesen az együttműködők részéről szükséges a technológiai, operatív, jogi és kompetencia feltételeket megteremteni. Ez a megoldás sem azt jelenti, hogy a légtér töredezettsége abszolút megszűnik, hanem optimálisabban kerül felosztásra (az irányításból adódó szükségleteknek megfelelően).

A katonai repülésekhez szükséges nemzeti időszakosan korlátozott légtereket a honvédség eszközállománya, harckiképzési szükségletei és műveleti képességei alapján határozzák meg számos tényező figyelembevételével. Annak ellenére, hogy a polgári légiforgalom áramlását aktív állapotukban akadályozzák, az időszakosan korlátozott légterek repülésbiztonsági szempontból szükségesek, mert a bennük végzett műveletek nagyobb repülésbiztonsági kockázatot jelentenek a légiforgalom többi szereplőjére nézve, ezért elengedhetetlen az időben és térben optimalizált üzemelésük.

A töredezettséggel kapcsolatos európai bizottsági és ATM szakmai állásfoglalások ütköztetésére és a hosszú ideje fennálló eltérő értelmezések tisztázását szolgálta a 2019. május 14-15. között a Magyar Tudományos Akadémián szervezett *Research Workshop Fragmentation in Air Traffic and its impact on ATM Performance* c. tudományos rendezvény is. A Budapesti Műszaki Egyetem, a German Aviation Research Society, a FAB CE és a FABEC együttműködésével, valamint a Florence School of Regulation támogatásával szervezett konferencián bemutatott tudományos publikációk igazolták a légtér szükségzerű töredezettségét, illetve a légtérfelosztottságban korlátozottan fellelhető potenciált.

A konferencián ismertetett *Military requirements and European airspace – genesis of fragmentation (?)* című publikációmban részletesen kifejtettem a katonai fél általános

állásfoglalását a Chicagói Egyezményben, valamint a SES jogszabályban a polgári légiközlekedéssel kapcsolatban.



31. ábra: Katonai légterek Európában (Forrás: EUROCONTROL SAAM)

A NATO csúcstalálkozók (Lisszabon, Wales, Varsó) többször megerősítésre került a szövetség elrettentési és kollektív védelmi ambíciója, amelyhez műveleti képességek fejlesztése és szinten tartása szükséges. A NATO légtérrendészeti és légi mobilitási feladatai a polgári légiforgalom által is használt légtérben zajlanak, sokszor a védelmi szükségleteket biztosító külön légterek igénybevételével és aktiválásával. Ahogy kifejtettem, a légtér szűkös erőforrás, amelyben a katonai igénybevételnek sokszor elsőbbséget kell biztosítani.

2.4 Összegzés

A SESAR JU EAAS tanulmánya a jelenlegi monolitikus architektúrát állítja szembe egy elvi síkon felépített szolgáltatás-orientált modellel. Az elemzések olyan új környezet kialakítására tesznek javaslatokat, amelyben a léginavigációs szolgáltatások és funkciók portfóliójának összes eleme országhatároktól és a tradicionális állami szolgáltatóktól függetlenül működhetne, alapvetően piaci versenykörülmények között.

A tanulmány a rendszer töredezettségének forrásaként aposztrofált légtérstruktúra átalakításában, az adatfeldolgozó rendszerek és légiforgalmi szolgáltatások virtualizációjában és központosításában látja a megoldást az európai légiforgalmi hálózat jövője vonatkozásában.

A légiforgalom-szervezés egyik technológiai fejlesztési iránya tehát a légiforgalmi szolgáltatók adatfeldolgozó rendszereinek integrációjára irányul, amely koncepció szerint

a jövőben néhány regionális virtuális központ elegendő lesz a repülésirányításhoz szükséges adatok előállításához. Az elemzés azonban nem veszi teljes körűen figyelembe a nemzeti léginavigációs szolgálatok nemzeti kötelmeit, amelyek nem csak a Chicago-i Egyezményből, de egyéb honvédelmi célokból eredeztethetők.

A koncepciók jövőképe alapján a légtérszerkezet polgári légiforgalmi irányítás tekintetében az országhatároktól függetlenedik és a fő áramlási irányvonalakhoz igazodik, illetve dinamikusan illeszkedik az aktuális igényekhez. A légiforgalom-szervezésben az automatizáció és a virtuális technológiák elterjedése lesz a jellemző, míg a rendszerek moduláris felépítése lehetővé teszi a skálázhatóságot és az interoperabilitást. Annak ellenére, hogy a tanulmány számos megkérdőjelezhető pontot tartalmaz, az Európai Bizottság hivatkozási alapnak tekinti a javaslatokat a SES2+ jogszabályi módosításaiban, míg az iparági szereplők és nemzetközi partnerségek általánosságban irányadónak tekintik a főbb megállapításokat és technológiai fejlődési irányokat. Ennek szellemében a hazai szakmai elemzések is ezen opciók alaposabb megértését és ok-okozati összefüggéseit célozzák, a FAB CE 2020-2030 időszakra kidolgozott stratégiájában pedig a prioritást élvező feladatok a légtér konszolidációjára, valamint a kiszolgáló infrastruktúrák konszolidációjának mélyebb vizsgálatára irányulnak [28].

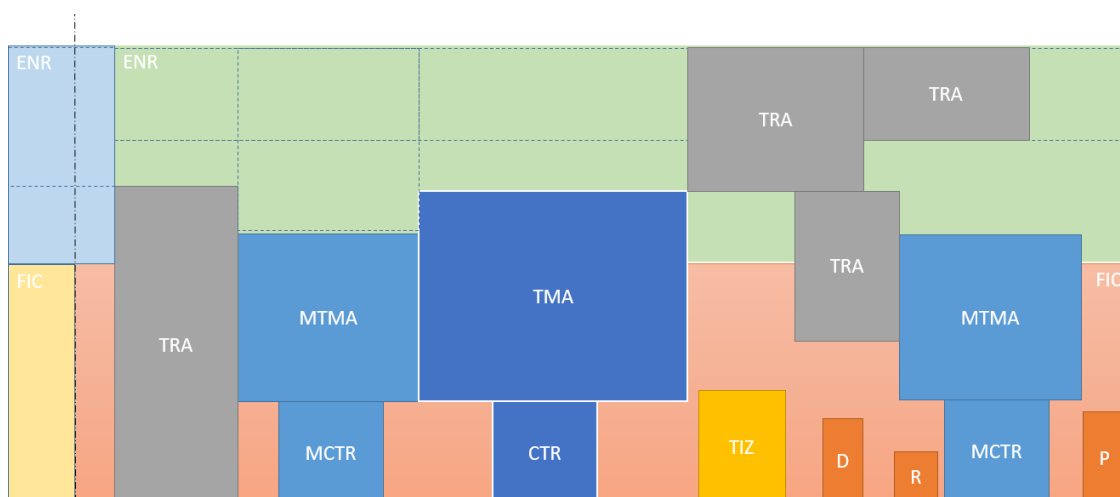
Az európai légtér, a polgári infrastruktúra és a polgári-katonai együttműködés „töredezettségét” azonban a rendszer szükséges és alapjaiban feloldhatatlan tényezőjeként kezeltem. A fragmentáltság (töredezettség) teljes megszüntetésére megítélésem szerint nincs lehetőség, ezért az elemzéseknek és tanulmányoknak kizárólag a repülésbiztonság miatt szándékosan töredezett infrastruktúra javítását lehet célzniuk.

3. LÉGIFORGALMI SZOLGÁLTATÁSOK DELEGÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

3.1 Bevezetés

Az előző fejezetben felvázolt jövőkép alapján a szintén korábban ismertetett minden léginavigációs és légiforgalom-szervezési szolgáltatás és funkció esetében lehetséges megoldás a feladatok vagy a támogató rendszerek integrációja, kiszervezése, áttelepítése. Az ebben a fejezetben vizsgált körülmény, amikor egy adott légtérben meghatározott légiforgalmi szolgálati felelősség átadásra kerül a nevezett légtér bizonyos részének vagy teljes egészének kijelölésével úgy, hogy az ATS delegált szolgálat elhelyezkedése szomszédos vagy távoli, míg maga az ATS delegálás pedig statikus vagy dinamikus jellegű.

A légtérben nyújtott légiforgalmi szolgálati felelősség átadásának kérdéseit gyakorlatilag a nemzeti légtér szerkezet felosztottságán keresztül vizsgálom. A nemzeti légterek az ICAO által meghatározott légtérosztályok és kategóriák szerint tagoltak, melynek okán az egyes légtér elemek közötti különbséget alapvetően a légtérben alkalmazandó repülési szabályok, valamint a légtérben üzemelő légi jármű parancsnoka (drónok esetében üzemeltetőjének) és a légiforgalmi szolgáltatásokat biztosító szakszemélyzet közötti jogok és felelősségek megoszlása határozza meg. Annak ellenére, hogy a nemzeti légterek alapvetően ugyanazon eszköztárból (légtértípusokból) épülnek fel, az országok légtér szerkezetete minden esetben sajátos formát alkot (igazodva a helyi körülményekhez). Egy nemzeti légtérben fellelhető elemek az alábbi elvi modellel szemléltethetők.



32. ábra: Légtér felosztásának elvi modellje (Készítette a szerző)

A korlátozott (Restricted), veszélyes (Dangerous) és tiltott (Prohibited) légtereken kívüli elemek mindegyikére jellemző, hogy illetékes polgári (az ábrán jelölt TMA, CTR, TIZ,

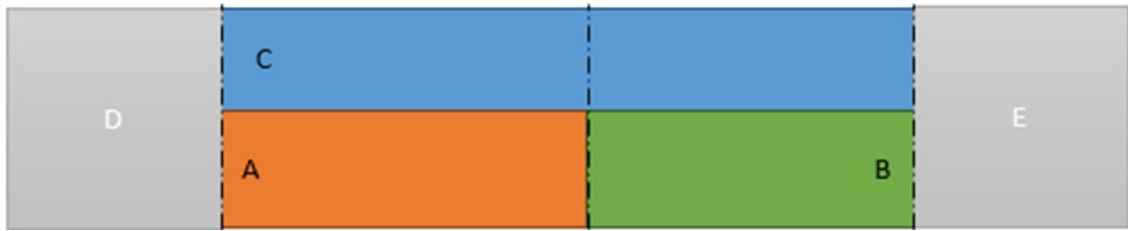
ENR és FIC) vagy katonai légiforgalmi (MTMA, MCTR), illetve a katonai kiképzési repülésekhez igényelt időszakosan korlátozott légterekben (TRA) légvédelmi szolgálatok felelősek a repülési műveletek biztonságos kezeléséért. Ahogy korábban kifejtettem, a repülési szabályok és a légtér gazdálkodás szabályait jogszabályok, míg az egymással szomszédos szolgálatok közötti együttműködést nemzetközi szabványok szerinti megállapodások rögzítik. Egyes országokban (köztük hazánk esetében is) előfordul, hogy a légiforgalom hatékonyabb kezelése érdekében a nemzeti légtér bizonyos része (légiforgalmi irányítási felelősség tekintetében) átadásra kerül a szomszédos ország légiforgalmi szolgálati egysége részére. Ezekben az ún. ATS delegált légterekben a delegáló és delegált fél közötti külön megállapodás rögzíti a felelősséggel és irányítással kapcsolatos részletszabályokat. A távoli szolgáltatások elviekben lehetővé teszik, hogy a légtér minden eleme vonatkozásában és jóval szélesebb dimenzióban lehetőség legyen a szolgáltatói felelősség átadására más (akár nem szomszédos) egység részére.

3.2 A légiforgalmi irányítói szolgáltatás delegálásának vizsgálata

Az európai környezetben a különböző légiforgalmi szolgáltatásoknak és az általuk viselt felelősség átadására/delegálására több megoldási lehetőség is mutatkozik, melyek elvi, illetve már létező formáit részletezem az alábbi példákon keresztül, a légtér kijelölésének esetei alapján.

3.2.1 ATS DELEGÁCIÓ INTEGRÁLT SZOLGÁLTATÁSSAL VERTIKÁLIS ÉS HORIZONTÁLIS LÉGTÉRMEGOSZTÁSBAN

Általános bemutatás: ebben a modellben a földrajzilag szomszédos országok légiforgalmi irányító egységei (ACC_A , ACC_B) integrált légiforgalmi irányítói központba (ACC_C) települve végzik a légiforgalmi irányítási tevékenységet. A kijelölt légtérben (C) az irányítási felelősség függőlegesen kerül felosztásra az irányítói egységek között. Amennyiben nem a teljes légtér kerül delegálásra az integrált irányítói központ felelősségi térségébe, úgy a nemzeti légtér a jogszabályban kijelölt eredeti nemzeti szolgáltató (ACC_A , ACC_B) és az ATS delegált szolgáltató (ACC_C) között oszlik meg. Az integrált szolgáltató (ACC_C) az A vagy B ország területén kerül kialakításra (emiat az egyik részes félnek az integrált szolgálat távoli/remote szolgáltatónak minősül).



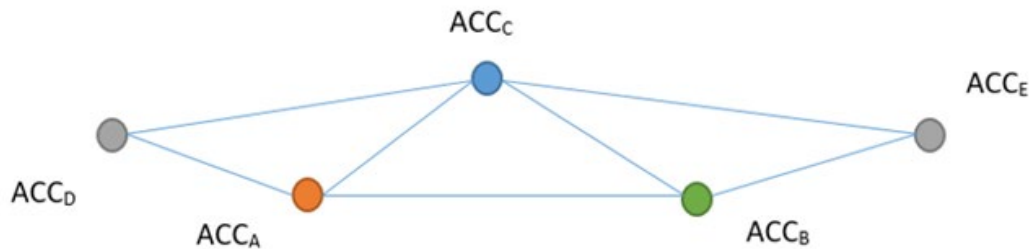
33. ábra: Integrált légiforgalmi szolgáltatási modell (Készítette a szerző)

Jelmagyarázat: A ország légtere B ország légtere C ATS delegált légtér

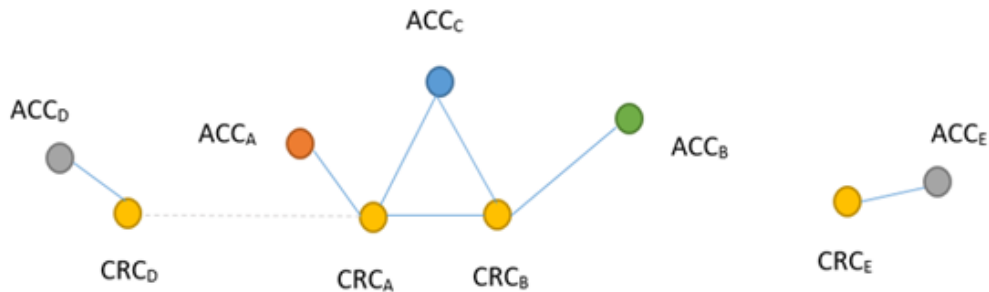
D, E országok légterei

----- országhatár/FIR határ

Szolgálati egységek közötti kapcsolati háló:



34. ábra: Polgári légiforgalmi irányító egységek közötti együttműködési séma (Készítette a szerző)



35. ábra: Polgári légiforgalmi irányító egységek kapcsolata a nemzeti katonai légtérel ellenőrzési egységekkel (Készítette a szerző)

Elemzés: A modellben szereplő légiforgalmi szolgálatok (ACC-k) nem csak a velük szomszédos polgári légiforgalmi egységekkel (ACC_C esetében vertikálisan ACC_A és ACC_B, horizontálisan ACC_D és ACC_E) de a szuverén légtérben illetékes nemzeti katonai légivezetési műveleti és irányítási központokkal (CRC-k) is közvetlen kapcsolatot kell tartaniuk a légtérel ellenőrzési feladatok ellátása érdekében. A nemzeti légtérben felelős CRC_A és CRC_B egységeknek nem csak az alaprendeltetésszerű ACC_A és ACC_B, de szükségszerűen a delegált ATS szolgáltatást nyújtó ACC_C egységgel is kapcsolatban kell lenniük. CRC_A és CRC_B közötti kapcsolatot a delegált légtér vagy más védelmi partnerség teheti szükségessé. CRC_A és CRC_D, valamint CRC_B és CRC_E egységek közötti kapcsolat

a modellben opcionális megoldás, gyakorlatban általában NATO/PfP tagsági viszony (vagy egyéb bilaterális megállapodás) alapján jön létre együttműködési viszony (ezt szemlélteti CRC_A és CRC_D közötti kapcsolat).

Gyakorlati példa: Németország északnyugati, valamint Belgium, Luxemburg, Hollandia magaslégterében⁶¹ az érintett államok és az EUROCONTROL által közösen létrehozott, Hollandia területén felépített MUAC⁶² biztosítja a szolgáltatást, míg a nevezett országok alacsonyabb légtér részében a felelősség megmaradt a nemzeti szolgáltatók felelősségi körében. [37] A delegált légtérben nyújtott szolgáltatás tekintetében a szoros polgári-katonai együttműködés (funkciók integrálása) teszi hatékonyabbá a katonai műveletek végrehajthatóságát.



36. ábra: Maastricht Upper Area Centre felelősségi területe [Forrás: FABEC]⁶³

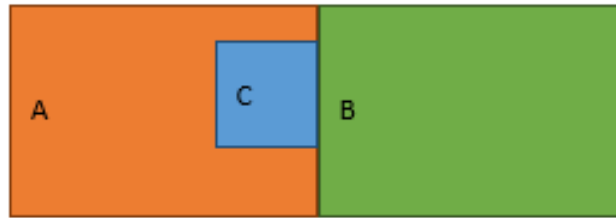
3.2.2 ATS DELEGÁLÁS SZOMSZÉDOS IRÁNYÍTÓI EGYSÉGEK KÖZÖTT

Általános bemutatás: Az ATS delegálás klasszikus és nemzetközi viszonylatban széles körben elterjedt módja egy sajátos kiterjedésű országhatármenti légtér rész (C) kijelölése, amelyben a szomszédos ország légiforgalmi irányító egysége felelős a légiforgalmi szolgáltatásokért. A kijelölés alapvetően a delegálást igénylő légiforgalmi szolgálat (ACC_B) működését teszi hatékonyabbá, valamint csökkentheti az egymással szomszédos légiforgalmi szolgálatok közötti koordinációs feladatokból adódó munkaterhelését.

⁶¹ FL245-FL660 repülési szintek (Flight Level) közötti magasságtartomány

⁶² MUAC – Maastricht Upper Area Control Centre

⁶³ <http://docplayer.net/54038850-Maastricht-upper-area-control-centre.html>



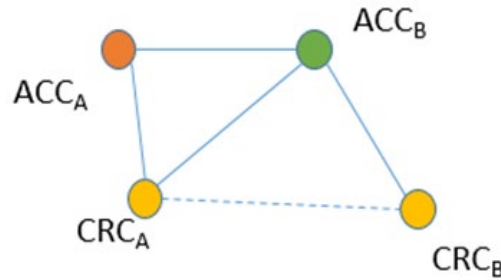
37. ábra: ATS delegálási modell (Készítette a szerző)

Jelmagyarázat:

A ország légtere

B ország légtere

C ATS delegált légtér

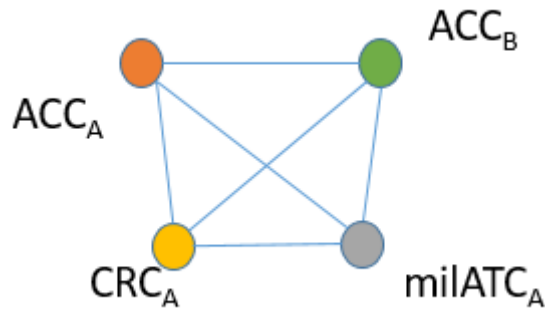


38. ábra: Szolgálati egységek közötti kapcsolati háló (Készítette a szerző)

Elemzés: A modellben szereplő egymással szomszédos légiforgalmi szolgálatok (ACC_A és ACC_B) viszonyrendszere a (C) légtér kijelölésével módosul. Az ATS delegált légtér függőleges és vízszintes kiterjedése (mérete) sajátos igényektől függ, amelyből fakadóan előfordulhat, hogy az ATS delegált légtér más légiforgalmi egységgel szomszédos a delegáló fél oldalán. Ennek gyakorlati példája a Magyarország légtérében kijelölt ún. LESMO boks, amelyet az osztrák léginnavigációs szolgáltató (Austro Control) igényelt a bécsi nemzetközi repülőtér induló/érkező forgalmának hatékonyabb kezelése érdekében. A LESMO légtérrel szomszédos a pápai katonai közelkörzeti irányítói körzet, így a vonatkozó előírásoknak megfelelően az illetékes osztrák légiforgalmi egységnek a Budapest körzeti irányító központ mellett a pápai katonai légiforgalmi szolgálat irányába is közvetlen koordinációs kapcsolattal kell rendelkeznie.

„Hazánk vonatkozásában a nemzeti légtér két részében külön légterek kerültek kijelölésre a kassai és a bécsi induló/érkező forgalom hatékonyabb kezelésére. Ezekben a légterekben a szlovák és osztrák bevezető irányítói egységek kiterjedtebb légtérben képesek feladataik ellátására. Fontos megemlíteni, hogy a bécsi forgalom hatékonyabb kezelését támogató magyarországi (ún. LESMO) légtérrész szomszédos az MH Pápa Bázisrepülőtér katonai közelkörzeti irányítói körzetével, aminek okán elengedhetetlen volt az osztrák polgári és a magyar katonai légiforgalmi szolgálatok közötti együttműködési eljárások kialakítása, illetve a bázisrepülőtér jövőbeni fejlesztései [155]

esetén is az érintett (magyar és osztrák polgári és a magyar katonai) felek között a koordináció további folytatása.”



39. ábra: A LESMO légtérrészt szemléltető kapcsolati háló (Készítette a szerző)

A modell szerint a nemzeti légtérben illetékes légvédelmi légivezetési műveleti és irányítási központ (CRC_A) a jogszabályi kötelezettségeit (pl. fegyveres készenléti erők repüléseinek elsőbbséggel biztosított végrehajtása) az A és C légtérben illetékes légiforgalmi egységekkel szorosan együttműködve tudja végrehajtani (ezt szemlélteti CRC_A és ACC_A, valamint ACC_B közötti közvetlen kapcsolat).

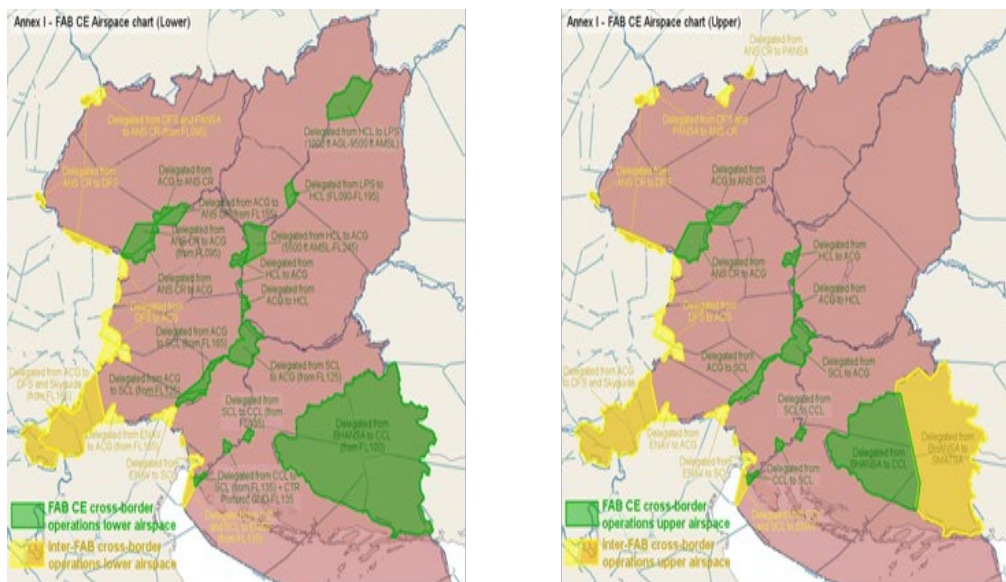
Gyakorlati példák: Ahogy az általános ismertetőben is vázoltam, az európai légtérben számos példát találhatunk az országhatármenti légtérrészek kijelölésére. Az ATS delegálások általában

- az országhatárszakaszokat követő szektorok oldalainak „kiegyenesítése” (pl. osztrák-magyar egyszerűsített szektorhatár);
- országhatárokhoz közeli elhelyezkedésű repülőterek közelkörzeti irányítói körzeteiben kialakított indulási és érkezési eljárások javítása (pl. müncheni nemzetközi repülőtér közelkörzeti légtérének osztrák területre történő kiterjesztése, a kassai repülőtér légtérének magyarországi kibővítése, vagy a budapesti nemzetközi légikikötőt kiszolgáló közelkörzeti irányítói körzeteinek „megtoldása” a szlovák oldalon a RUTOL légtérellemmel stb.) vagy
- egymással határos nemzetközi körzeti irányító szektorokban végzett irányítói és koordinációs tevékenységek komplexitásának csökkentése érdekében történnek.

További általános jellemzőjük, hogy az ATS delegált légterek kiterjedése viszonylag elenyésző a teljes nemzeti légtérhez viszonyítva. Regionális viszonylatban megvizsgálva, a hazánk részvételével – uniós jogszabályi kötelezettség alapján – működő FAB CE térségben is számos ATS delegált légteret találhatunk a FAB CE belső és külső határvonalain (az alábbi ábrán zöld szín jelzi a FAB CE partnerek közötti, sárga szín pedig

a FAB CE-val határos ATS delegált légtereket alacsony (lower) és magas (upper) irányítói szegmensek szerint⁶⁴).

Az uniós jogszabályi kötelezettség alapján, nemzetközi megállapodással létrehozott FAB CE együttműködésben a tagállamok légtereiben a légiforgalmi szolgáltatásokat továbbra is ugyanaz a hét állami tulajdonú nemzeti szolgáltató biztosítja, de ahogy az a FAB CE uniós tagállamaival szemben indított kötelezettségzegési eljárásban a Bizottságnak 2014 novemberében megküldött hivatalos nemzeti válaszlevélben is szerepel, a működési optimalizáció részeként a FAB CE légtér ~15%-ában a légiforgalmi irányítási szolgáltatás már országhatár függetlenített, tehát a felelősség már delegálásra került a vele szomszédos léginavigációs szolgáltató részére. A térségi ATS delegálás egyik érdekessége ugyanakkor, hogy Bosznia-Hercegovina 2019 decemberében megkaphatta a magaslégtér (FL325 – FL660 repülési szint) szuverén irányítási jogát a horvát és szerb felektől.



40. ábra: FAB CE ATS delegált légterek (Forrás: [156] alapján)

Az ábrán szereplő ATS delegált légterek az említett elveket követve, a korábban tapasztalt forgalmi komplexitás és irányítói terheltség kezelése kapcsán kerültek kijelölésre (többségük már a FAB CE létrejöttét megelőző – az 1997-ben ugyanezen résztvevői kör által önkéntesen indított – CEATS⁶⁵ együttműködési időszakban).

⁶⁴ Bosznia-Hercegovina magaslégtérében a szerb és horvát fél által ATS delegálással biztosított irányítási szolgáltatás 2019. december 4-én megszűnt (az Európai Unió támogatásával 2009-ben megalakult nemzeti szolgáltató 2014-ben kezdte meg irányítási tevékenységét és öt év alatt készült fel a szuverén légtér teljes vertikumának ellenőrzésére).

⁶⁵ Kihirdette a Közép-európai légiforgalmi szolgáltatókról (CEATS) szóló Megállapodások kihirdetéséről szóló 139/2005. (VII. 18.) Korm. rendelet

Az uniós követelmény alapján zajló repülési útvonalmentesítés (útvonalaktól mentes légtérszerkezet, Free Route Airspace – FRA) újabb lehetőségeket teremt az országhatároktól függetleníthető szektorszerkezet kialakítására is, amelynek eredményeként újabb ATS légtérdelegálások jelenhetnek meg az egymással szomszédos felek együttműködésében.

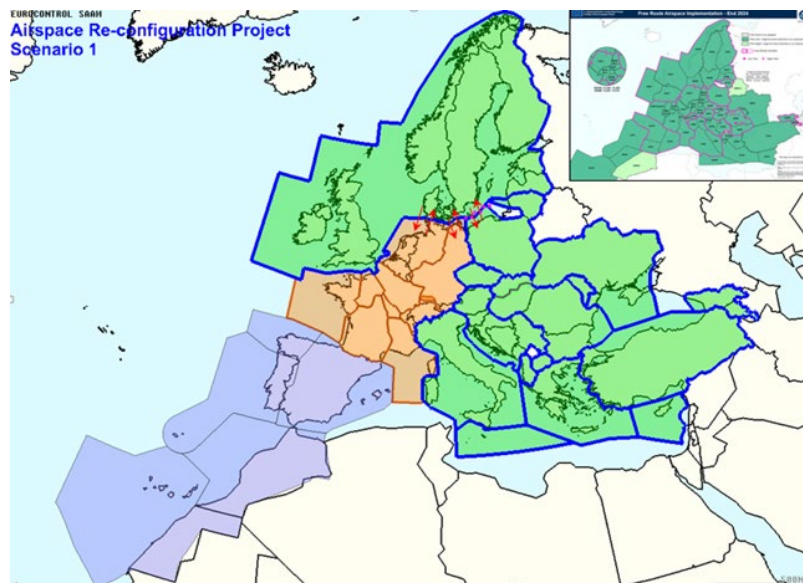
A nemzeti útvonalmentes légterek az európai hálózati hatékonyság javítása érdekében egyre táguló földrajzi kiterjedésben harmonizálódnak, összeolvadnak a fő légiforgalmi áramlási vonalak mentén. A FAB CE az egyik élenjáró ebben az ún. FRA expanzióban, ugyanis a térségben az elsők között bevezetett nemzeti, majd többnemzeti részvételű FRA struktúrák megteremtették a légiforgalmi szolgálatok (szubregionális szintű) közös eljárásrendjét és az ATM rendszerek közötti interoperabilitást. Környezetünkben az alábbi két konstelláció szolgálja ki a térségre jellemző délkelet-északnyugati fő (tranzit) légiforgalmi áramlást:

SEEFRA⁶⁶: Bulgária, Románia, Magyarország és Szlovákia részvételével működő szabadlégtér, amely a tervek szerint 2022-23 magasságában tovább bővül Csehország, a BALTIC FAB (Lengyelország, Litvánia) irányába, de tárgyalások folynak Ukrajna és Moldova későbbi csatlakozásáról is [157].

SECSIFRA⁶⁷: Ausztria, Szlovénia, Horvátország, Szerbia és Bosznia-Hercegovina együttműködésével kialakított szabadlégtér, amely a tervek szerint 2022-23 magasságában tovább terjeszkedik Albánia, Észak-Macedónia és Görögország irányába. A FAB CE szakmai munkacsoportja a hálózatmenedzserrel és a szomszédos léginavigációkkal közösen tárgyal a fenti két FRA bővítésének menetrendjéről és részleteiről. A felek 2025 magasságában látják megvalósíthatónak a két FRA összeolvadásának lehetőségét, amelyhez az összes érintett országban szükségszerű ATM rendszerfrissítés lesz szükséges.

⁶⁶ South East Europe Free Route Airspace

⁶⁷ South East Common Sky Initiative Free Route Airspace



41. ábra: Európai Free Route Airspace klaszterek
(Forrás: EUROCONTROL Airspace Reconfiguration Project)

A vázolt FRA expanzió részfeladataként a hálózatmenedzser előzetesen beazonosította azokat az interfészeket (országhatármenti szektorkapcsolatokat) is, ahol feltétlenül szükséges az ún. X-border reszektorizáció, azaz az országhatároktól mentes légtérszerkezet kialakítása. Hazánk vonatkozásában a szlovák, osztrák, horvát és szerb országhatárok mentén várható jelentősebb ATS légtér delegálás, mivel az előzetes elemzések szerint ezeken a területeken alakult vagy alakulhat ki jelentősebb légiforgalmi irányítói terheltség, amely végezetül forgalmi torlódásokhoz (szektor áteresztőképességvesztéshez) vezet.

A kijelölésre tervezett légterek mérete egyelőre nem ismert, mivel ahhoz a hálózatmenedzser és az érintett felek közösen végrehajtott előzetes forgalmi szimulációi⁶⁸ szükségesek. A közösen validált légtérmódosítási javaslatokat követően lehet majd az érintett felek közreműködésével elkezdni az együttműködési megállapodások kidolgozását, a hatályos jogszabályok módosítását, valamint a légiforgalmi irányító állomány felkészítését.

Az ATS delegáláshoz azonban a hálózatmenedzser javaslatánál komplexebb megközelítés és ügykezelés szükséges. Tudományos kutatásaim részeredményeit is felhasználva, a FAB CE Irányító Bizottságban tett szakmai javaslataim alapján az országhatároktól függetlenedő jövőbeni légtérátalakítások olyan előfeltételek

⁶⁸ Áramlási sémák hatásait vizsgáló ún. Fast Time Simulation, valamint a légiforgalmi szolgálati egységek munkatechnológiájának hatékonyságára irányuló ún. Real Time Simulation (a légiforgalmi irányítók munkaterhelését célzó humánfaktor elemzésekkel kiegészítve)

vizsgálatával rendeződnek, amelyek számos – napjaink ATS delegált légterei esetében sem rendezett – fontosabb kérdésre és kockázati forrásra is válaszokat, megoldásokat nyújtanak. A X-border sektorszerkezet fontosabb alappillérjei (nem fontossági sorrendben):

1. A javasolt légtérmódosítási elgondolásban előre meg kell határozni, hogy statikus vagy dinamikus ATS delegálásra kerülne sor. A statikus környezetben fixek az átadás-átvételre tervezett légterek, a dinamikus környezetben a felek megállapodása szerint változatható a kijelölt légtér mérete, illetve a benne az irányítási felelősséget vállaló szolgálat. A FAB CE szakmai álláspontja szerint a térségben 2030-ig nem tervezzük a dinamikus scenárió bevezetését.
2. A légtér kijelölését a valóságot leginkább megközelítő forgalmi és áramlási predikciók alapján végzett szimulációkra támaszkodva kell előkészíteni. A FRA légterekben várható forgalmi átrendeződés előrejelzése több szempontból kényes kérdés, ugyanis a tapasztalatok alapján a légtérhasználók nem minden esetben választják az elvi síkon számított ideális repülési trajektóriát (az akár egy napon belül is változó preferált repülési útvonalakat számos tényező pl. időjárási tényezők (magassági szelek, turbulencia, jegesedés), légtérrészekben fizetendő útvonaldíjak, felszálló tömegből számított ideális repülési magasság forgalmi telítettsége stb. befolyásolhatja). Mindamellet, egyelőre a COVID-19 utáni forgalmi visszarendeződés mértéke és intenzitása is egyelőre kérdéses, ezért akár az is lehetséges, hogy egyes interfészek esetében már nem is lesz szükség a korábbi „hotspot”-ok feloldására. A forgalmi áramlási szimulációk mellett a tervezett műszaki és módszertani változások hatásait előzetes repülésbiztonsági elemzésekkel is meg kell vizsgálni.
3. Az ATS delegált légterekben megfelelő technikai háttérrel kell biztosítani. A redundáns radarlefedettségi és kommunikációs lefedettség általában az országhatárok közvetlen környezetében biztosított, azonban egy jelentősebb kiterjedésű (pl. Magyarország légtérének jelentősebb részét érintő) légtér esetében ez már egy nagyobb volumenű feladat, amely mélyebb együttműködést igényel a delegáló és delegált felek között (akár harmadik fél infrastruktúrájának igénybevételével). Egy statikus légtérszerkezetben az érintett felek ATM rendszereiben (repülési adatfeldolgozó és megjelenítő szegmenseben) új adatbázisok kialakítása és protokollok lefektetése válik szükségessé, míg egy dinamikus változó irányító felelősségű légtér esetében meg kell teremteni az

aktuálisan felelős irányítói munkaállomásokon az adott szektorral szomszédos egységekkel való közvetlen kommunikációs és adatkapcsolatokat is. Megítélesem szerint a dinamikus sektorszerkezet kiszolgálását minden kétséget kizáróan hatékonyabban lehetne egy ATM rendszer üzemeltetésével biztosítani, amely a konvencionális környezetben a körzeti légiforgalmi irányításnál alkalmazott nemzeti sektorkonfigurációkhoz hasonló működési elvek szerint működhetne.

4. Az ATS delegálás során a delegált félnek alkalmazkodnia kell a delegáló fél által támasztott nemzeti honvédelmi (légtérrendészeti, légvédelmi, légiközlekedés-védelmi) követelményekhez és eljárásokhoz, béke és minősített időszakra vonatkozóan. A delegált szolgáltatónak minden esetben biztosítania kell a prioritást élvező repülések (különösen az állami légi járművekkel végrehajtott OAT⁶⁹ kiképzési, illetve a gyakorló/valós fegyveres légvédelmi készenléti műveletek) elsőbbségét. Amennyiben a delegált légtérbe katonai felhasználású légtérellem is beágyazódik, vagy a delegált és a katonai felelősségű légtér egymással szomszédos, külön együttműködési megállapodásban kell rögzíteni a sztenderd és különleges helyzetekre vonatkozó eljárásokat, köteleket. A delegált légtérben más időszakosan működő légtérellem esetén az illetékes irányító egység és a nemzeti (általában integrált polgári-katonai) légtér-gazdálkodási részleg között is közvetlen együttműködést kell kialakítani. A reszektoralizációs együttműködések során figyelemmel kell lenni arra a körülményre is, hogy a térségben együttműködő felek nem mindegyike NATO tagállam.
5. Az együttműködések keretében az ATS delegálásnak jogi háttérét is rendezni szükséges. A légiforgalmi szolgáltatók kijelölésének alapjait a léginavigációs szolgálatoknak az egységes európai égbolt keretében történő ellátásáról szóló 550/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet határozza meg, miszerint a tagállamok biztosítják a légiforgalmi szolgálatok kizárólagos alapon történő ellátását, ehhez pedig saját belátásuk szerint választhatnak légiforgalmi szolgáltatót. Amennyiben a légiforgalmi szolgálatok ellátása esetén másik szolgáltató szolgáltatásait is igénybe veszik, szükség van az érintett tagállamok jóváhagyására. Az országhatárokon átnyúló légtér esetében tehát nem elégséges az EUROCONTROL által szabványosított kétoldalú együttműködési

⁶⁹ Operational Air Traffic – műveleti repülés

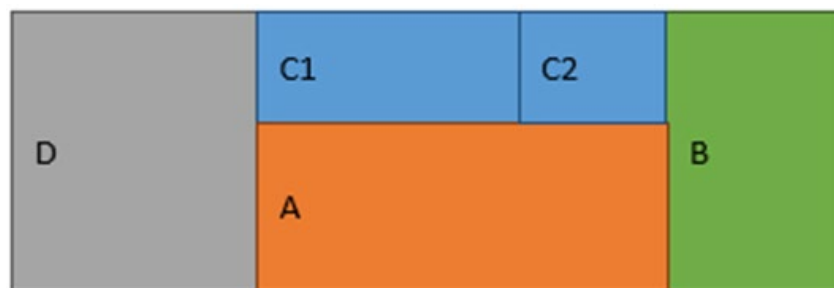
megállapodás⁷⁰, a kijelölést államközi megállapodással és a nemzeti jogszabályokban is át kell vezetni. A légiforgalmi irányítási felelősség átadása-átvétele vonatkozásában tehát a szakmai protokollon túlmenően állami szintű kijelölés vagy szerződés is szükséges, amelyben a kárfelelősségről is rendelkeznek az államok és a szolgáltatók egyaránt. A határon átnyúló ATS szolgáltatás kárfelelősségi kérdései nem egységesek sem az európai uniós jogban sem a nemzetközi közjogban. A kétoldalú (pl. Ausztria-Németország (1967), Németország-Svájc (2002), Németország-Hollandia (2003)) és térségi (FAB-ok, MUAC) együttműködések eltérő módon rendezik a közösen alkalmazandó kárfelelősségi modelleket, a FAB CE környezetben (különösen a magyar légteret vagy a HungaroControlt érintően) viszont – a hosszas nemzetközi egyeztetések ellenére – továbbra is tisztázatlanok a felelősségi alakzatok (esemény/szolgáltató állam, illetve a szolgáltató ANSP/állam elsődleges felelőssége, hatósági felügyeleti jogosultságok és hatáskörök stb.) [158]. Annak ellenére, hogy Európában alacsony (a légiforgalmi irányításhoz köthetően pedig gyakorlatilag nulla) a halálesettel járó légiközlekedési események száma, a 2002-ben bekövetkezett überlingeni légikatasztrófa rávilágított a kárfelelősség jelentőségére, ugyanis a német nemzeti jog az állam elsődleges felelősségét tartotta fenn (*state primary liability doctrine*), míg a svájci nemzeti jog az állam mögöttes felelősségét ismerte el (*state ultimate liability doctrine*).

6. A jelentősebb kiterjedésű ATS légtér delegálás esetében felmerül a szolgáltatások és a szükséges infrastruktúra finanszírozásának kérdése. A felek között tisztázandó, hogy továbbra is alkalmazzák az általános gyakorlatot (miszerint a delegált légterekben végzett repülések útvonaldíja a delegáló felet illeti), valamilyen alternatív elszámolási/kompensációs modell kerül kialakításra vagy esetleg a felek közös díjzónát (Common Charging Zone) hoznak létre a megosztott szolgáltatások és infrastruktúra üzemeltetésére, fejlesztésére.

E kategóriában a különleges megoldások egyikeként fontosnak tartom megemlíteni Bosznia-Hercegovina kifejezetten sajátos esetét is, amelyet nem az általam korábban vázolt szokványos szempontszer alapján soroltam ebbe a kategóriába. A balkáni térségben zajlott eseményeket követően – az 1995 magasságában kialakult helyzet

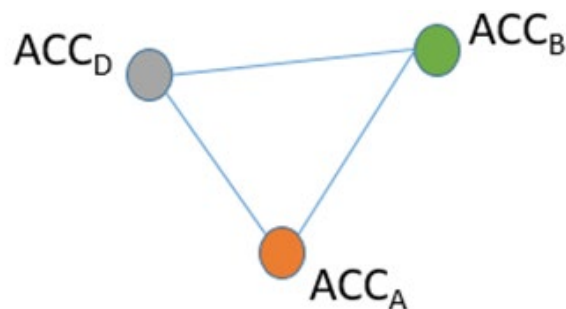
⁷⁰ EUROCONTROL Légiforgalmi Szolgálati Egységek Közötti Együttműködési Megállapodás Közös Formátuma

feloldására tett ICAO ajánlásokat [159] is figyelembe véve – a 2014. november 13-án újonnan megalakult nemzeti léginavigációs szolgáltató (BHANSA⁷¹) első lépésként átvette a légi forgalom irányítását az ország feletti FL100-FL325 repülési szint közötti tartományban, míg a magasabb (FL325-FL660) légtér részben a szerbia és montenegrói (SMATSA⁷²), valamint a horvát (Croatia Control⁷³) repülésirányítás biztosította a légiforgalmi szolgáltatásokat, egészen 2019 decemberéig. [160] Ebben a kivételes (az kijelölt magasságtartományban az ország teljes részére kiterjedő) esetben elsődlegesen nem infrastrukturális, légiforgalmi irányítási kompetenciaalapú vagy hatékonyságnövelő aspektusok játszottak szerepet, hanem leginkább térségi politikai (légtér normalizációs) és védelmi szempontok voltak a meghatározók. Ez a nem szokványos modell az alábbiak szerint ábrázolható:



42. ábra: Bosznia-Hercegovina nem szokványos légiforgalmi szolgáltatói modellje (Készítette a szerző.)

Tehát az A jelű ország jelentős kiterjedésű légtér részében (C1, C2) D és B országok irányító szolgálatai nyújtanak légiforgalmi szolgáltatást, amelynek kapcsolati hálója az alábbiak szerint szemléltethető:



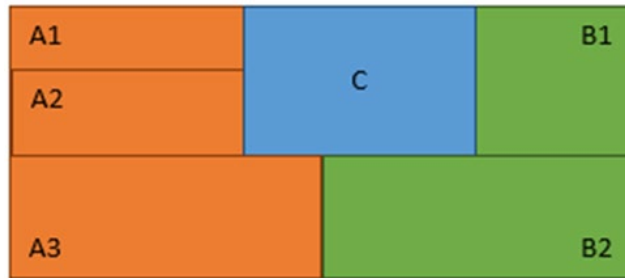
43. ábra: BHANSA-SMATSA-CroatiaControl kapcsolati viszony (Készítette a szerző.)
A polgári légtér felhasználás és az irányítási kapacitás-optimalizáció az elmúlt tíz évben az egyik leginkább kutatott területe a dinamikus szektorizáció. Az EAAS koncepció szerint az európai légtér lefedő napi 700-750 aktív szektorok száma nem csak méretük

⁷¹ BHANSA – Bosnia and Herzegovina Air Navigation Services Agency

⁷² SMATSA – Serbia and Montenegro Air Traffic Services

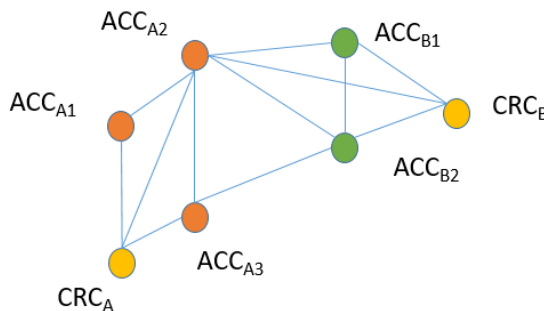
⁷³ CCL – Croatia Control Ltd

újra tervezésével csökkenthető, de egyes szomszédos szektorok párokba vagy nagyobb halmazokba rendezésével is. Az így létrejövő légtérellemek dinamikus menedzselésével optimalizálható az egy időben rendelkezésre álló légiforgalmi irányítók száma, illetve a légterek kapacitása, amely természetesen a fejlettebb ATM rendszerekkel támogatandó. A modellben két, egymástól eltérő szektorkonfigurációval működő légiforgalmi egységet ábrázoltam (ACC_{A1-3} , ACC_{B1-2}). A dinamikusan változtatható C légtérrész az alábbiak szerint kapcsolódik a két félhez:



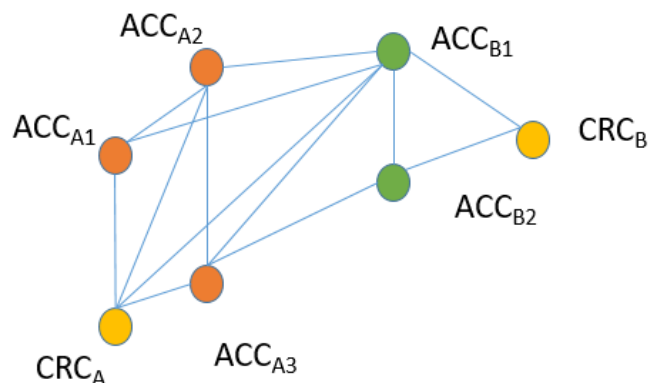
44. ábra: Dinamikus szektorizációs modell (Készítette a szerző)

Amennyiben A2 irányítói szektor veszi át C légtérrészben az irányítási felelősséget, akkor a kapcsolati ábra az alábbiak szerint alakul:



45. ábra: Dinamikus szektorizáció kapcsolati séma A2 szektor felelőssége esetén (Készítette a szerző)

A dinamikus szektorizációban C légtér felelőségének B1 egység részére történő átadás esetén a kapcsolati ábra ekképp változik:



46. ábra: Dinamikus szektorizáció kapcsolati séma B1 szektor felelőssége esetén (Készítette a szerző)

Elemzés: a dinamikusan változó felelősségi viszonyrendszerben az irányítói munkaállomásokon biztosítani kell az aktuális szomszédossági kapcsolatokból adódó közvetlen kommunikációs és adatkapcsolatokat. A dinamikus rendszerben a légiforgalmi szolgálatok és az illetékes CRC közötti együttműködést is kötetelmeket is rendezni szükséges (e modellben a CRC-k kapcsolatát nem tüntettem fel). Minél szélesebb kiterjedésű a dinamikus struktúra, annál több kapcsolódási pont keletkezhet, különösen, ha a szektor harmadik féllel is szomszédos. A dinamikusnak tervezett légtér rész modulárisan is felépíthető, de az természetesen növeli az együttműködési struktúra komplexitását. Egyetértek az általános szakmai állásponttal, miszerint ennek a modellnek szükséges feltétele a felek által közösen alkalmazott integrált ATM rendszer. A modell egyik kezelendő gyenge eleme, hogy a légiforgalmi irányító állománynak rendszeresebb kompetencia fejlesztést biztosító képzéseket és szimulációkat kell biztosítani.

Gyakorlati példa:

A finn és észti léginavigációs szolgáltatók együttműködésével indított FINEST projekt [23] a dinamikus légtér gazdálkodás első szignifikáns megvalósulása Európában, amelynek eredményeként a két légiforgalmi szolgálat a jövőben a légiforgalom napi (akár napszak szerinti) alakulása szerint, országhatároktól függetlenül tudja majd alakítani a szükséges szektorelemeket az ellenőrzött légtér teljes vertikumában (FL095-FL660 közötti repülési tartományban). A rugalmasan kezelhető sektorszerkezetben a felelőség dinamikusan átadható lesz Tallin és Helsinki körzeti irányító központok között.

A felek elvárásai szerint az országhatároktól függetlenített, a forgalmi áramlások alapján kialakított dinamikusan kezelhető infrastruktúra költséghatékonyabb, környezettudatosabb és versenyképesebb léginavigációs szolgáltatást jelent a légtér felhasználók számára. A projektben integrált repülési adatfeldolgozó rendszert (Thales által gyártott TopSky FDP) telepítésére és fejlesztésére kerül sor és közös szolgálatvezénylési szoftvert és munkarendet vezetnek be. Az infrastruktúra 2022 áprilisában tervezett alkalmazásba vételéhez új veszélyhelyzeti forgatókönyvek és eljárások kidolgozását is igényli.

Megítélésem szerint a kijelölt légtér részben a dinamikus légiforgalmi szolgáltatás biztosításához a feleknek félnek rendelkezniük kell a légtér fedő redundáns felderítési infrastruktúrával és az üzemfolytonosságot biztosító adatokkal, adatforrásokkal. Az egymással szomszédos légtérekben történő, határvonal menti légtér kijelölés esetén a radarlefedettség mind a delegáló, mind a delegált szolgáltatók részéről biztosított, mivel légtér felderítési képességeik révén, az országhatár előtti azonosítás érdekében és az

irányítási felelősség zökkenőmentes átadás-átvételéhez a szenzorok a velük szomszédos légtér részben is átfedést/lefedettséget biztosítanak. A delegált légtér részben a radar és rádiólefedettség mértéke igény vagy szükség esetén növelhető a delegáló és delegált fél közötti megállapodással, amelynek eredményeként a delegált fél a delegáló szolgáltató infrastruktúrája adatait is felhasználhatja. Az önálló adatforrás megtartása mellett a veszélyhelyzetekre külön infrastruktúra fenntartása javasolt. E szükséglet vonatkozásában felmerül a kérdés, hogy a tartalék rendszernek integrálnak vagy a felek önálló nemzeti rendszereknek kellene lenniük. Utóbbi esetében a költséghatékonyság megkérdőjelezhető, hiszen nem történik valós infrastruktúra konszolidáció.

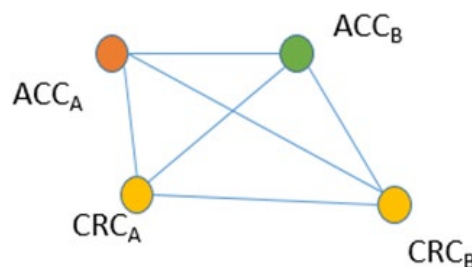
3.2.3 LÉGVÉDELMI IRÁNYÍTÓ SZOLGÁLATOK KÖZÖTTI FELELŐSSÉG ÁTADÁS-ÁTVÉTEL

Ez a modell rendhagyó az ebben a fejezetben vázolt esetekhez képest, hiszen a légvédelmi irányító szolgálatok nem végeznek légiforgalmi szolgálati tevékenységet, viszont a légvédelmi irányítás illetékességébe tartozó légtérnek a polgári légiforgalmi szolgálati egység(ek) felelősségi körébe tartozó légtérbe való beágyazottságára tekintettel fontosnak tartom a körülmények bemutatását. Az irányítási felelősség delegálásának egyik sajátos fajtája az országhatáron átvélő időszakosan korlátozott légtér (CBA), amelyben a két állam katonai műveletei vonatkozásában az illetékes CRC-k egymással megosztva végzik a légtér felügyeletét.



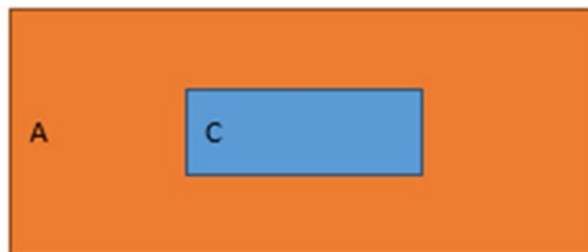
47. ábra: Országhatáron átnyúló katonai légtérmodell (Készítette a szerző)

Ebben a megoldásban a légtér statikusnak tekinthető (jogszabályban rögzített fix koordináták és magassági paraméterek), működése időszakos jellegű (előzetes igénybejelentéssel és taktikai szintű aktiválással), viszont a légtérben felelős katonai irányító egységek dinamikusan változhatnak. A C jelölésű légtér Cross-border jellege miatt a CRC-k mindkét polgári irányító szolgálattal közvetlen kapcsolatban állnak:

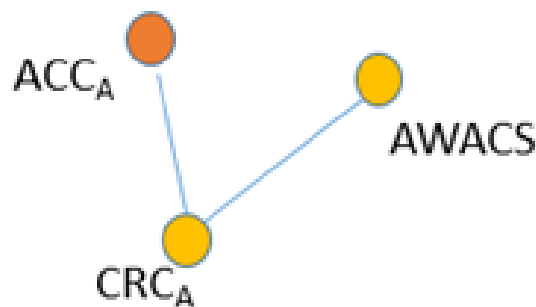


48. ábra: Országhatáron átnyúló katonai légtér kapcsolati sémája (Készítette a szerző)

A katonai felelősségű légterekben (függetlenül országon belüli vagy országhatárokon átnyúló elhelyezkedésüktől függetlenül) a felelősség átadás-átvétele nem csak földi vezetési pontokon működő légvédelmi irányító szolgálatok között történhet, de egyes feladatok tekintetében a légtérész ellenőrzése delegálható a NATO Korai Előrejelző és Légtérellenőrző Rendszer (AWACS) fedélzeti légvédelmi irányító állománya részére. Normál körülmények között a kiképzési feladatok a nemzeti jogszabályban rögzített időszakosan korlátozott (TRA) és elkülönített (TSA) légterekben, nemzetközi gyakorlatok esetén pedig eseti légterekben kerülnek végrehajtásra. Az AWACS és a katonai légtérrel szomszédos illetékes polgári légiforgalmi szolgálat között nincs közvetlen kapcsolat, a koordináció az illetékes CRC közreműködésével történik (ebben az esetben a repülésbiztonság érdekében többnyire nincs engedélyezve a polgári átrepülő forgalom). Ez az atipikus együttműködési viszony az alábbiak szerint ábrázolható:



49. ábra: Eseti légtér modellje (Készítette a szerző)



50. ábra: AWACS-CRC-ACC kapcsolat (Készítette a szerző)

Ennek a modellnek – a kiképzési feladatokban való hazai alkalmazásán túl – szignifikáns jelentősége és potenciálja van valós alkalmazási körülmények között. Az ENSZ Biztonsági Tanácsának 2011. március 17-én hozott 1973. számú határozata alapján Líbia felett Repüléstilalmi Zónát (NFZ⁷⁴) rendeltek el, de a térségben folytatott katonai légi műveletek Málta Repüléstájékoztató Körzetre (FIR-re) is jelentős hatást gyakoroltak [161]. A műveleteket támogató NATO légtérgazdálkodási elemeket a máltai polgári

⁷⁴ NFZ – No-Fly Zone

légiforgalmi légtérben jelölték ki, ezért a polgári légiforgalom a kijelölt műveleti légtereket elkerülte (az elterelés a környező légiforgalmi irányítói szektorokban és a máltai nemzetközi repülőtéren túlterhelést okozott). A műveletek idejére kijelölt speciális eseti légterekben végrehajtott műveleti repülési feladatokat légtérelőőr repülőgépekről, korai előrejelző rendszerekről vezették, irányították.

Ez az eset a dinamikus műveleti légtér-gazdálkodáson és légvédelmi irányítói felelősség-delegáláson túlmenően azt is kiválóan szemlélteti, hogy békeidejű környezetben is kialakulhatnak magasabb prioritású honvédelmi vagy szövetségi célokhoz rendelt különleges légtérigények, amelyekhez felelősség átadás-átvétel, új szereplőkkel kialakítandó közvetlen együttműködések, és jelentős polgári légiforgalmi tiltások/korlátozások tartoznak. A máltai léginavigációs szolgáltatnak abban a (magasabb nemzetvédelmi fokozatú) helyzetben tehát az állam nemzetközi polgári légiközlekedési és egyben a szövetségi védelmi kötelezettségeit is teljesítenie kellett.

Elemzés: Megosztott felelősségű katonai X-border légterekből viszonylag kevés található Európában (a polgári ATS delegált légterekhez képest), amelynek véleményem szerint két fő magyarázata van:

- a katonai légterek többnyire a repülőbázisokhoz viszonylag közel kerülnek kialakításra, lehetőleg a főbb nemzetközi forgalmi áramlásoktól mentesebb területeken
- a katonai fél saját hatáskörben szervezi légierő komponensek igénybevételét (képeségei és kapacitásai önálló feladatvégzésre alkalmasak) és csak magasabb együttműködési szint esetén merülhet fel az igény a kiképzési feladatokban a felek harceszközeinek és légvédelmi irányítói egységeinek és erőforrásainak közös (megosztott) használatára.

Gyakorlati példák:

Svéd- finn közös légtér: A megosztott katonai légtér egyik példája a svéd- finn közös időszakosan korlátozott légtér (EUCBA10), amely a két ország északi részén került kialakításra (gyakorlatilag a TRA80 azonosítóval ellátott svéd katonai kiképzési célokat kiszolgáló légtér finnországi térségre történt kiterjesztése) [38].

Ebben a speciális légtérben az irányítói felelősség külön bilateárlis megállapodás alapján a svéd és finn légierő légvédelmi irányító szolgálatai között megoszlik (attól függően, hogy az előzetes egyeztetéseknek megfelelően melyik fél veszi igénybe a légteret), az igénybevétel koordinációját pedig a finn légtér-gazdálkodási részleg (AMC) biztosítja.



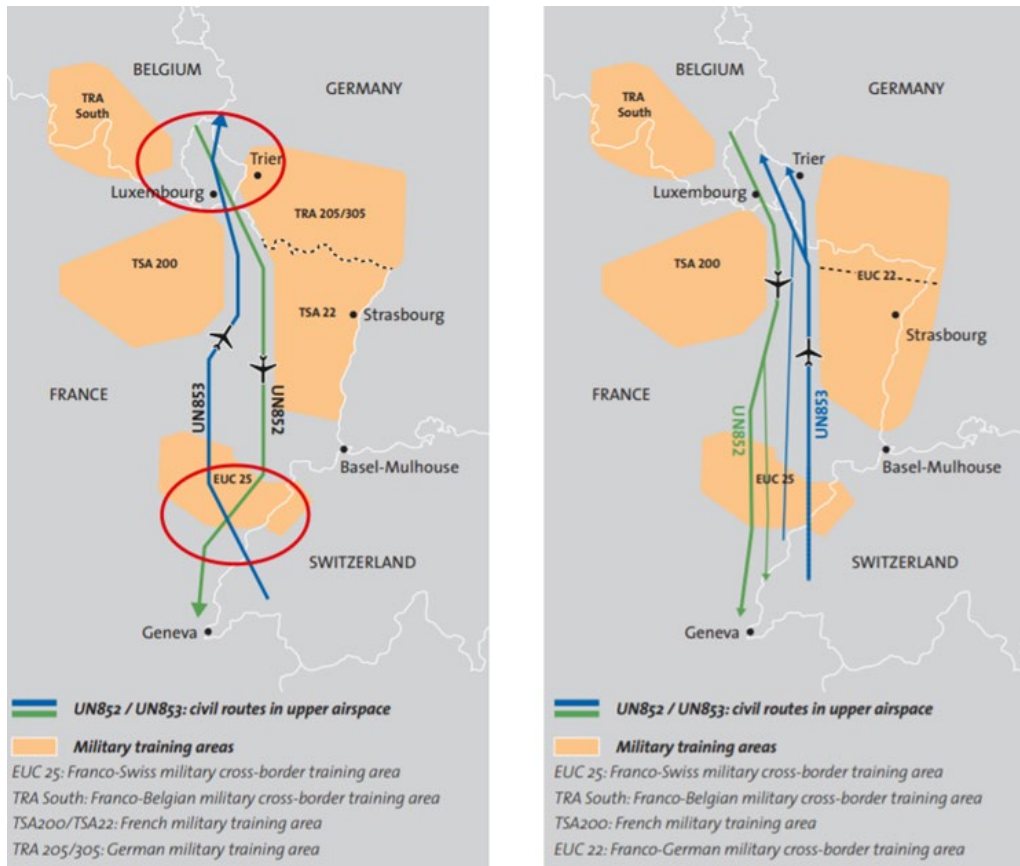
51. ábra: Svéd- finn együttműködésű Cross Border Area (Forrás: AIP Sweden)

Többszemzeti légtér optimalizáció: Szintén jogyagorlatként említendő a FABEC együttműködés South-East Project elnevezésű, katonai légtér optimalizációt célzó (többszemzeti együttműködésű) projektje is, amiben a francia-német-svájci hármashatáron – a katonai légterek elhelyezkedése miatt – tapasztalt polgári légiforgalmi torlódás rendezése volt az alapvető célkitűzés [39]. A térségben működő polgári repülőterek (Strasbourg, Trier, Luxemburg, Basel, Genf), valamint a nagyobb európai repülőtéri elosztóközpontok (ún. HUB-ok, pl. Frankfurt, Zürich), illetve a FABEC UN852/UN853 útvonalakat használó tranzit légiforgalmát jelentősen bekorlátozták a térségben működő (nemzeti és országhatáron átívelő) katonai légterek.

A helyzet rendezésére a projektben folytatott elemzések és egyeztetések eredményeként három megoldási javaslat született, amelyek együttes alkalmazása minden fél érdekeit szolgálta:

1. Rugalmas légtérfelhasználás: térségben kijelölt útvonalak és repülőtéri indulási/érkezési eljárások átalakítása, a katonai légterek polgári „átrepülhetőségéhez” szükséges együttműködési protokoll kialakítása (a technikai, módszertani, légiforgalmi tájékoztatási módosítások összesen tizenkét polgári és katonai légiforgalmi irányítóközpontot érintettek).

2. Új országhatáron átnyúló katonai légtér kialakítása: ez a német TRA205/305 időszakosan korlátozott és a francia TSA22 időszakosan elkülönített légtér fúziójával létrejött EUC22 volt az első francia-német érintettségű CBA.
3. Modularitás: A kialakított új EUC22 légtér moduláris szerkezetű (kisebb elemekre bontható), aminek eredményeként az igénylő katonai fél az adott kiképzési műveletnek megfelelő kiterjedésű (és foglaltságban időtatrámú) légteret igényel, míg az inaktív elemek nem korlátozzák a polgári légiforgalmat [40].



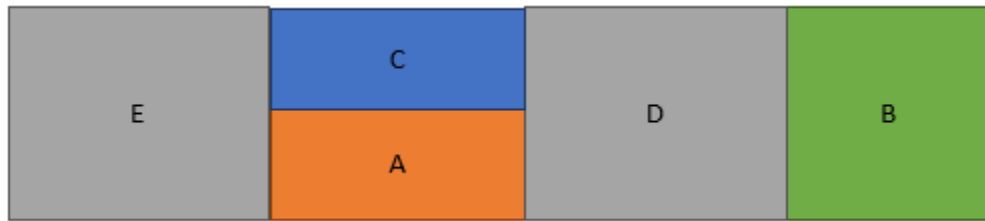
52. ábra: FABEC South-East Project (Forrás: FABEC)

3.2.4 ATS DELEGÁCIÓ NEM SZOMSZÉDOS IRÁNYÍTÓ EGYSÉGEK KÖZÖTT

Általános bemutatás: ebben a scenárióban a légiforgalmi szolgáltatás delegálása nem a klasszikus szolgáltatók közötti szomszédosság elv szerint, hanem földrajzilag független szereplők részvételével valósul meg. A delegált (C) légtérben a légiforgalmi szolgáltatáshoz szükséges adatok előállítására történhet

- a delegáló (A) fél által kiépített és/vagy
- a delegált (B) fél által helyben telepített és/vagy
- a térségben (környező országokban, a modellben D, E) működtetett már kiépített infrastruktúrákon keresztül.

Az adatfeldolgozás és a feldolgozott adatok felhasználása (irányítói munkaállomásokon történő megjelenítése és maga az irányítói tevékenység is) szintén az irányítói felelősségi körzethez képest távolról történik.



53. ábra: Nem szomszédos viszonyrendszerű ATS delegálás (Készítette a szerző.)

Jelmagyarázat:

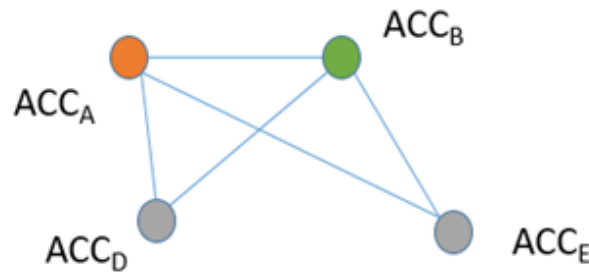
A ország légtere B ország légtere

C delegált légtér D, E ország légtere

Elemzés: a modell alapján a delegált szolgáltatónak (ACC_B) alaphelyzetben nincs szomszédossági és együttműködési kapcsolata ACC_A és ACC_E szolgálatokkal. A delegálás okán azonban közvetlen kapcsolatot kell kialakítania C légtérrel szomszédos légiforgalmi szolgálatokkal. A modellben C légteret statikusnak tekintem, de ez a konstelláció sem zárja ki a lehetőségét annak, hogy az irányító egységek bármelyikének részvételével dinamikus légtérgazdálkodási és irányítás-delegálási környezet is kialakításra kerüljön. Ebben a modellben is alapvető követelmény, hogy a mindenkori ATS delegált irányító egységnek nem csak a vele szomszédos polgári légiforgalmi egységekkel, de a teljes (A-C) légtérben illetékes légvédelmi irányító szolgálattal is legyen közvetlen koordinációs kapcsolata. Ez az alább vázolt, a világon egyedülinek számító nem szomszédos jellegű koszovói magaslégtéri ATS delegáció esetében szintén speciális esetnek tekinthető, mivel a delegálás jogi aktusa tekintetében Koszovó szuverenitása nemzetközileg nem teljes körűen elismert, polgári-katonai együttműködés vonatkozásában pedig az országnak nincs önálló, nemzeti katonai légtérelenőrző és légvédelmi képessége.

A vázolt módszer valójában az uniós szakmapolitikai törekvések teljesítésének elégséges feltétele, ugyanis az európai légtér szerkezetben bárhol felmerülő és hosszú ideig fennálló kapacitási igény (vagy infrastrukturális gazdaságossági szükséglet) a szolgáltatói környezetben feltárható (nem szomszédossági) erőforrás tartalékokkal hatékonyan kezelhetővé válhat. Az szabad kapacitások optimális elosztásának hatékonyságát javíthatja, ha a nem szomszédossági alapon biztosított ATS delegálás nem statikus, hanem inkább dinamikus formában valósul meg, ugyanis ez megosztja a delegáló felek

között az erőforrás igényeket, ezáltal csökkentheti a delegált féltől elvárt kapacitás-többlet értéket.



54. ábra: Nem szomszédos viszonyrendszerű ATS delegálás kapcsolati sémája
(Készítette a szerző)

Gyakorlati példa: előzetes kutatásaim során nagy hangsúlyt fektettem Európában elsőként kialakított koszovói távoli magaslégtéri irányítási infrastruktúra elemzésére. Ezt az egyedi távoli (remote) irányítási rendszert a Koszovói magaslégtéri irányítási rendszer gráf-modellezése c. publikációban részletesen elemeztem [162].

A balkáni légtér normalizációja egy hosszútávú geopolitikai folyamat fontos állomása. A térség politikai, védelmi és gazdasági stabilizációjának keretében a polgári légiközlekedési környezet rendezésére is sor került, [41] melynek eredményeként 2014 áprilisában (a NATO, az EUROCONTROL, az érintett szomszédos országok és szolgáltatóik⁷⁵, továbbá Magyarország részvételével) ismét megnyílt a Koszovo feletti magaslégtér (FL205-FL660 repülési szint között) a polgári légiforgalom számára.

A kialakított konstrukció egyedülálló a maga nemében, ugyanis a NATO által 2001 óta fenntartott repülési tilalmi zónát úgy oldották fel, és az újranyitott légtérben az Észak-Atlanti Tanács mandátumával – a helyi vagy szomszédos szolgáltatók helyett – a HungaroControl ~700 km távolságból biztosítja a körzeti irányítói feladatokat. [42] A magaslégtér alatti szomszédos alacsonylégtérben (gyakorlatilag a pristinai repülőtér induló/érkező forgalmának kezelése érdekében) a koszovói léginavigációs szolgáltató tevékenykedik. A KFOR légtérben a 2014-2020 közötti időszakban a forgalom folyamatosan növekedett, amely hűen mutatja a légtérhasználók elégedettségét a repülési útvonalak optimalizálásában.

A koszovói térségben illetékes NATO szervezeti egység (CAOC TJ) által meghatározott repülés szabályokat Magyarország légiforgalmi tájékoztató kiadványának melléklete (AIP Supplement for Hungary) és külön NATO dokumentum tartalmazza (*Regulations For Aircraft Operating As General Air Traffic In The Balkans Region, Version 4.0*) [43].

⁷⁵ Melynek szakmai egyeztetői fóruma a NATO Balkans Aviation Normalization Meetings (BANM).

A térségben rögzített útvonalak biztosítják a légiforgalom áramlását és egyelőre nincs szándék az útvonalaktól mentes (FRA) környezet bevezetésére.

A térségi fejlődés és normalizáció erős szövetségi és nemzetközi szándékát azonban mutatja az is, hogy számos állam külpolitikai közbejárással igyekszik egyezségeket kialakítani a belgrádi és pristinai politikai vezetés között. Ennek egyik szimbolikus példája az köztük az Amerikai Egyesült Államok berlini nagykövetségén 2020 januárjában szervezett találkozó is, ahol a két állam és a Lufthansa közös megállapodásban nyilatkoztak Belgrád és Pristina közötti közvetlen légijáratindítás szándékáról [44].



55. ábra: Koszovói magaslégtér (Forrás: HungaroControl irányítói légihelyzetkép)

A NATO és a HungaroControl közötti megbízatás öt évre szólt, de a szerződésnek a magaslégtéri légiforgalmi szolgálat biztosítására szóló mandátuma a felek közös egyetértésével 2019 év végétől határozatlan időre módosult. A térségi normalizációs folyamat természetes velejárója, hogy ez a határozatlan idejű megbízatás végezetül egyszer mégiscsak lezárul, amikor egy (egyelőre még) előre nem definiált jövőbeni fázisában a koszovói léginavigációs szolgáltató jogosulttá válik a magaslégtéri irányítás átvételére. Ehhez első lépésben azonban a koszovói léginavigációs szolgáltató nemzetközileg elfogadott hatósági felügyeletét kell biztosítani, amely kötelezettséget 2020 februárjában – NATO felkérésre – Izland légügyi hivatala vállalta el [45].

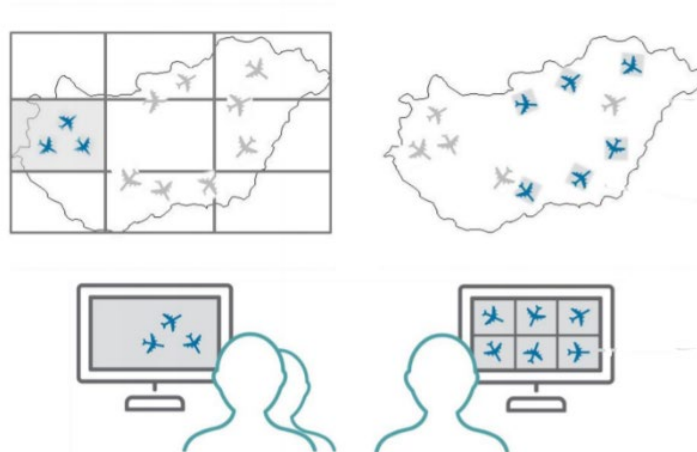
Mindaddig azonban a HungaroControl távoli körzeti légiforgalmi irányító egysége biztosítja az légiforgalmi szolgálatot az kijelölt légtérrel szomszédos országok légiforgalmi irányítói egységeivel együttműködésben (a szomszédos felekkel történő

koordinációs protokoll természetesen az EUROCONTROL ajánlása szerinti együttműködési megállapodásokban került rögzítésre).

3.2.5 SEKTORFÜGGETLEN LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÁSI MODELL

A SES célok megvalósításához indított SESAR kutatás-fejlesztési projektek egyike egy, a légtér szektorok általi töredezettségét feloldó – paradigmaváltó elképzelés, amelynek tesztelése és validálása a HungaroControl, a DFS német léginavigációs szolgáltató, a német űrkutatási központ (DLR), valamint a Frequentis vállalat együttműködésében történt.

A SESAR Solution PJ.10-01b (Flight Centric ATC) kódjelű projektben a magaslégtéri körzetben lévő légi járművek irányítása nem szektorokba tagoltan, hanem repülőjárat-orientáltan történik [33]. Az eredetileg DFS és DLR által megkezdett, de az új tagok részvételével 2017-ben már uniós finanszírozású K+F keretek között magasabb szinten folytatott projektben a légtérben található légi járművek (szektor- vagy országhatártól, illetve földrajzi elhelyezkedéstől függetlenül) egy bizonyos algoritmus szerint csoportosításra kerültek, a csoportokat pedig légiforgalmi irányítókhoz rendelték [34]. A légtér besorolása és a légiforgalmi szolgáltatás jellege nem változott⁷⁶, az adott légiforgalmi irányítóhoz tartozó légi járművek földrajzilag eltérő pozícióban tartózkodtak. Az irányítók feladata a – konfliktus-kutató és előrejelző szoftverek segítségével – az adott légi járművek elkülönítésének és tervezett repülési profiljának biztosítása volt.



56. ábra: Konvencionális és szektorfüggetlen irányítás (Forrás: HungaroControl [35])

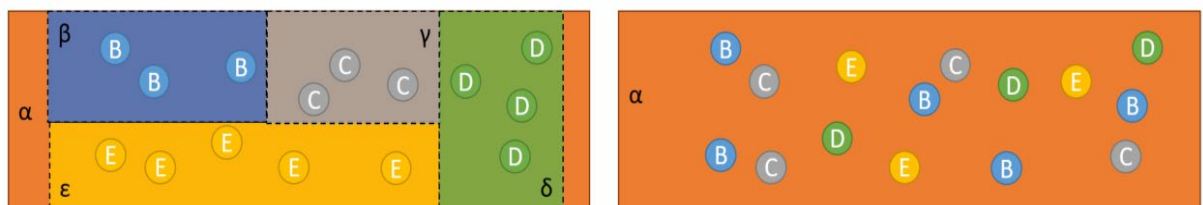
A működési elgondolás, rendszerkonfiguráció és szimulációs forgatókönyvek közös előkészítését követően 2019 januárjában többnapos validációra került sor a HungaroControl szimulációs központjában, amelynek keretében tíz magyar légiforgalmi

⁷⁶ Továbbra is ICAO „C” osztály, amiben légiforgalmi irányítási tevékenység folyik.

irányító látta el Magyarország magas légterében tartózkodó légi járművek új koncepció szerinti irányítási feladatait. A teszteredmények alapján ígéretesnek mutakozó elképzelésnek természetesen még számos aspektusát kell részleteiben tovább vizsgálni (például a felmerülő irányítási személyi felelősségi kérdések, irányítói kompetenciák és kapacitási határértékek, technológiai kihívások mint a térség rádiólefedettsége és használható frekvenciatartományai, polgári-polgári és polgári katonai munkaállomások közötti koordináció, vész- és kényszerhelyzeti eljárások alkalmazása stb.).

Elemzés: a klasszikus modellben az α jelű nemzeti légtérben a légiforgalmi szolgáltatás (irányítói felelősség) β - γ - δ - ϵ szektorokba tagolva jelenik meg B-C-D-E légiforgalmi irányítók által. Ebben a környezetben a légi járművek az adott szektor illetékes légiforgalmi irányítója felelősségi körébe tartoztak. Ebben a környezetben β - γ - δ - ϵ szektorok kapacitása számos tényező alapján meghatározásra került és rendelkezik bizonyos maximális értékekkel⁷⁷.

A szektorfüggetlen és légi jármű-orientált modellben a légi járművek – mozgási paramétereik alapján előzetesen számított komplexitási súlyozással – csoportokba rendeződnek, a csoportokat pedig B-C-D-E légiforgalmi irányítók kezelik. B-C-D-E légiforgalmi irányítók a hozzájuk rendelt légi járműveik esetleges kontaktálása esetén egymással koordinálnak az elkülönítés és kívánt repülési paraméterek⁷⁸ teljesítése érdekében. A támogató algoritmusok segítségével az irányítóknak kizárólag az előre jelzett (detektált) konfliktusokat kell megoldaniuk önállóan vagy az érintett másik légi járművért felelős „szomszédos” légiforgalmi irányítóval. A légiforgalmi irányítók természetesen azonos ATM adatfeldolgozó és támogató rendszert használnak. A légi járművek irányítási tagoltsága a konvencionális (szektorizált) és a szektorfüggetlen modell szerinti különbséget az alábbi ábrával szemléltetem.



57. ábra: Szektoralapú és légi jármű-orientált irányítási modellek (Készítette a szerző)

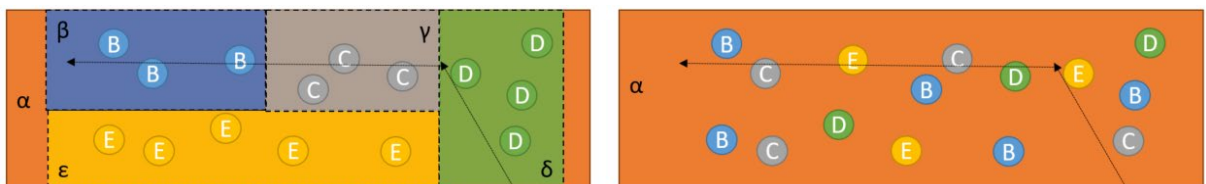
⁷⁷ Egyidejűleg a légtérben tartózkodó vagy adott időegység alatt átrepülő légi járművek száma.

⁷⁸ Repülési szint és/vagy repülési irányváltoztatás, sebesség módosítás.

Megítélésem szerint az új modell kizárólag szofisztikált (mesterséges intelligencia-alapú) konfliktus-kutatási és repülési profil számítási algoritmusok esetén működhet a valóságban. Az új modell paradigmaváltó jellegét többek között abban látom, hogy szakít a légiforgalmi irányítóknak a szektorok forgalmi mintázatából adódó rutinműveleteivel és földrajzi paraméterekhez rendelt helyzettudatosságával, viszont nagy hangsúlyt fektet a légiforgalmi irányítók fókuszált légihelyzetképzésére és proaktív jellegű taktikai beavatkozási képességeire.

Ez a modell egyben azt is vizionálja, miként alakul át napjaink légiforgalmi irányítási környezete egy olyan fedélzeti autonóm elkülönítési módozattá, amelyben a légiforgalmi irányítóknak túlnyomórészt az áramlás felügyelete és taktikai szintű beavatkozási jogosultság marad. A szimulációkon mért forgalom elosztás és terheltségi vizsgálatok azt jelezték, hogy a konvencionális környezethez képest kevesebb számú légiforgalmi irányítóval lehet majd kezelni egy adott légtér forgalmát, illetve, ha a légiforgalmi irányítók számát állandónak tekintjük, akkor az adott légtérben nagyobb forgalmi kapacitás lenne biztosítható.

Mindazonáltal, számos tisztázatlan technológiai és eljárási kérdésre kell még válaszokat találni a soron következő kutatások keretében. Véleményem szerint, az egyik tisztázatlan kérdés a légvédelmi készenléti erők légtérrendészeti repülési elsőbbségének szavatolása. Amíg a jelenlegi rendszerben egy adott szektorban csak egy irányítóknak kell taktikai beavatkozással biztosítani a légicél elfogásához szükséges kirepülési útvonalat, addig az új modellben jóval több koordinációra van szükség a légvédelmi irányítás és a célravezetési trajektórián érintett légi járműveket felügyelő légiforgalmi irányítók között. Ezt egyszerűen szemlélteti az előbbi ábrába beillesztett (vektorokkal szemléltetett) légvédelmi készenléti repülési profil. Amíg a szektor-alapú modellben, időrendi sorrendben δ - γ - β szektorokban szükséges az irányítói beavatkozás, addig az új modellben E, D, C és B irányítóknak többszöri taktikai szintű beavatkozással kell megoldaniuk a légicél elfogásához szükséges repülési profil forgalmi akadálymentességét.



58. ábra: Fegyveres légvédelmi készenléti repülés kontaktviszonya a polgári légiforgalmi környezetben (Készítette a szerző)

3.3 Polgári-katonai együttműködés szükségessége

A légiforgalmi irányításban a polgári-katonai együttműködés egyik legkritikusabb eleme a légi kutatás-mentés és az állami légiközlekedés, különösen a fegyveres légvédelmi készenléti erők riasztása során folytatott koordináció és interakció. A katonai erőforrásokkal végrehajtott mindkét művelet időkritikus tevékenység, amelyben felértékelődik a polgári-katonai együttműködés gördülékenysége és eredményessége, amelyet a továbbiakban a fegyveres légvédelmi készenléti erők alkalmazásán keresztül kívánok szemléltetni.

„Az Európában napi szinten kezelt több mint 26 ezer légi jármű vonatkozásában felértékelődik az ANSP-k és a légtér ellenőrzéséért felelős katonai szervezetek közötti együttműködés, amelyet az egyes nemzetek légtérének védelme és a NATO országok esetében a szövetségi légtér ellenőrzési és légtérrendészeti kötelezettségek teljesítése érdekében kell végezni. A légiközlekedés-védelmi kockázatok feltárása és a többnemzeti kooperáció különösen az 2001. szeptember 11-én az USA-ban elkövetett terrorcselekmények okán vált kiemelt jelentőségűvé, hiszen a hazánkban is alkalmazott RENEGADE koncepciónak megfelelően a magyar nemzeti légtérben repülő összes légi jármű magában hordozhatja a terrorista céllal eltérített, fegyverként való használat veszélyét, amely a légtér folyamatos ellenőrzését és a Magyar Honvédség fegyveres légvédelmi készenléti erőinek beavatkozását teszi szükségessé.” [163]

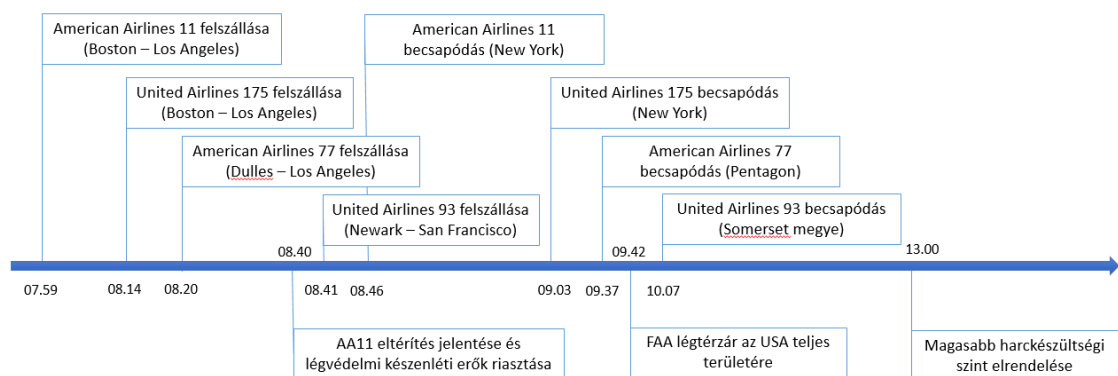
A 2001. szeptember 11-én az USA-ban elkövetett terrorcselekmények drasztikusan megváltoztatták a repülésbiztonsággal és a légiközlekedés-védelemmel kapcsolatos nézeteinket, szabályrendszerünket. Annak ellenére, hogy az elmúlt húsz évben nem volt példa ilyen jellegű eseménysorozatra, a légtér ellenőrzésére és a légtérrendészeti feladatok ellátására hivatott szereplők olyan működési környezetet alakítottak ki, amelyben az elvárásoknak megfelelő eredményességgel kell végrehajtaniuk a terrorista céllal eltérített, és különösen a fegyverként is használni szándékozott légi járművekkel szembeni ellentevékenységeket.

A nemzeti és a NATINAMDS keretében a szövetségi ellentevékenységek fontossága és elsődlegesége megkérdőjelezhetetlen a hazai légiforgalmi szolgálatok és az ATS delegálással megjelenő új szereplők számára, hiszen a nemzeti jogszabályok és egyéb jogi eszközök a szuverén nemzeti légtérben illetékes összes szereplőre kötelező érvényűek.

A légtérrendészeti feladatok kritikus jellegének és időérzékenységének jelentősége a légiforgalmi szolgáltatások együttműködési viszonyrendszerében résztvevők számának

növelésével különösen felértékelődik, amelyet az alábbi logikai okfejtésen keresztül szemléltetnek.

A 2001. szeptember 11-ei terrorcselekményekben a terroristák négy menetrendszerinti járatot használtak fel fegyverként. A repülőjáratok a reggeli forgalmi csúcsidőszakban indultak intra-kontinentális útvonalon az USA keleti parti indulási pontjairól a nyugati parti célállomásokra, amely időszak egyébként is túlterhelt volt a légiforgalmi irányító szolgálatok számára [164]. Annak ellenére, hogy a szabályozói környezetben voltak kidolgozott kényszerhelyzeti eljárások⁷⁹ az eltérített légi járművek kezelésére, az eseményláncban egymás után gyorsan bekövetkezett események nem tették lehetővé a már levegőben lévő légi járművekkel szembeni hatékony ellentevékenységeket.



59. ábra: 9/11 események kronológiája (Készítette a szerző)

Ahogy a fenti kronológia is mutatja, a légi járművek felszállása és a katasztrófa bekövetkezése közötti időintervallum 26-77 perc között mozgott. Az első három – nagy rombolási hatást kiváltó – légi jármű repülési idejének átlaga alapján az alábbi gondolatmenetemben 60 perces időtartammal kalkulálok.

Feltételezem, hogy a felszállástól számított 10 percen belül a légi járművek elhagyják az indulási repülőtér közelkörzeti irányítói körzetét, amelyet az egyszerűség kedvéért a repülőtér vonatkoztatási pontjától mért 20 tengeri mérföld, azaz 37,04 km sugarú körnek veszek.

Szintén feltételezve, hogy a maradék 50 percnyi repülési időtartamban a légi jármű sebessége átlagosan 800 km/h, az így megtett egyenesvonalú repülési távolság $50 \text{ perc} \times 13,3 \text{ km/perc} = 665 \text{ km}$.

Tehát egy 9/11 eseményekhez hasonló, fenti paraméterekkel számolt repülési profilt európai környezetben elképzelve megállapítható, hogy a fenti számítás szerint egy

⁷⁹ Pl. U.S. Department of Defense, Federal Aviation Administration and Federal Communications Commission Joint Action Plan for the Security Control of Air Traffic and Air Navigation Aids (SCATANA)

eltérített és fegyverként használni szándékozott légi jármű az indulási repülőtérről mérve kb. 700 km-re tud eljutni, amely Budapest-Berlin távolságnak felel meg.

Európában egy ekkora volumenű repülési időtartammal és távolsággal⁸⁰ számolt terrorhelyzet esetén gyakorlatilag jelentős mennyiségű földi nagykockázatú infrastruktúra, számos nemzeti légtér, és természetesen még több szektor (polgári légiforgalmi irányító egység) és légvédelmi irányító szolgálat lenne érintett, melyek reakciós képességét és koordinációs leterheltségét nagyban befolyásolja a kényszerhelyzet deklarációjának időpontja.

Megítélésem szerint egy esetlegesen bekövetkező terrorhelyzet esetén, a nemzeti légvédelmi irányítás és a nemzeti légiforgalmi szolgálatok közötti együttműködést bonyolítaná, ha a valós és feltételezett repülési útvonal ATS delegált légtérrel is érintene. Ez esetben ugyanis a koordinációba és a fegyveres légvédelmi készenléti erők repülése elsőbbségének biztosításába – a nemzeti légtérellenőrzésben érintett két főszereplő mellé – további fél vagy felek bevonására is szükség lenne. Mindezek okán az a véleményem, hogy egy országhatároktól függetlenített, ATS delegálásokkal kialakított légtérstruktúrában a normál üzemmenet⁸¹ szerinti polgári-katonai együttműködés, de különösen egy időkritikus kényszerhelyzetnek a kezelése alacsonyabb határfokkal teljesíthető a nagyobb koordinációs leterheltség miatt.

3.4 Összegzés

A fejezetben vázolt módok alapján számos variációban lehetséges az ATS delegált légtérstruktúra kialakítása. Ahogy a nemzetközi példák is mutatják, Európában az országhatárokon átnyúló légterek, illetve légiforgalmi felelősségi körzetek (szektorok) elsődlegesen a polgári légiforgalmi irányítói terhelés csökkentése és a légtér áteresztő képességének (szektorkapacitás) növelése érdekében kerültek kialakításra.

A gyakorlati példák rávilágítottak a nemzetközi együttműködések sokszínűségére. Egyes bi/multilaterális kooperációk jóval előrehaladottabbnak tekinthetők, amelyek eredményeként a mélyebb bizalmi alapokon nyugvó légtér rekonfigurációk kialakítását is megfigyelhetjük. A magasabb ambíciószintű együttműködések (pl. finn-észt, francia-német-svájci) már feloldották a másutt még feloldhatatlannak vélt jogi és technológiai akadályokat. Természetesen az élenjárók eredményessége megítélésem szerint

⁸⁰ Különösen, ha a 9/11 események repülési nyomvonalaiából kiindulva nem csak egyenesvonalú trajektóriákat, hanem oldalirányú eltéréseket is valószínűsítünk.

⁸¹ Pl. MH Pápa Bázisrepülőtér északi irányba tartó induló forgalmának koordinációja a magyarországi ATS delegált LESMO légtérrel illetékes Austro Control irányító egységével.

alapvetően nem pusztán a légiforgalmi (irányítás-kapacitási, repülésbiztonsági, áramlási) szükségletekben, hanem inkább a szakma (közlekedés és védelem) politikai támogatottságban keresendő.

A bemutatott példák között szemléltettem azokat az általam diszruptívnak tekintett megoldásokat (dinamikus szektorizáció, KFOR műveletek, szektorfüggetlen irányítás), amelyek irányadók lehetnek az európai légtérszerkezet konszolidációs folyamataiban. A konszolidációs folyamatokat és az ígéretesnek tűnő megoldásokat értelemszerűen az uniós szakmapolitikai irányvonalak, törekvések és jogszabályi normák tükrében lehet és kell majd figyelembe venni.

Az ATS delegálás szükségességét és hatékonyságát légvédelmi és légtérrendészeti szempontok alapján is vizsgálni szükséges. Az ATS delegálásokkal a szektorok számának csökkentésével az európai polgári légiforgalmi környezet fragmentáltsága bizonyos mértékben csökken(het), de a nemzeti légtérben zajló katonai tevékenységek (pl. fegyveres légvédelmi készenléti erők műveleti repülése) szemszögéből vizsgálva az ATS delegálások inkább megnövelik a légvédelmi irányító és a polgári légiforgalmi egységek közötti koordinációt.

4. LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÓI MUNKAÁLLOMÁSOK DISZLOKÁCIÓJA

4.1 Munkaállomások elhelyezkedése

A konvencionális ATM infrastruktúra további jellemzője, hogy a feldolgozott adatok felhasználásának helyszíne, azaz a légiforgalmi irányítói munkaállomások földrajzilag rögzítettek. A légiforgalmi irányító szolgálatok és az irányító központok elhelyezkedése megítélésem szerint legalább az alábbi – múltbeli működési körülményekből eredeztethető – indokokkal magyarázható:

- a repülőterek és a légiforgalmi szolgálatok egy üzemeltetőhöz tartoztak/tartoznak, az ingatlanok kialakítása állami tulajdonú területen történt;
- a korábbi (analóg) technológia időszakában törekedni kellett a jelveszteség távolságból adódó minimalizálására;
- a mérnök-műszaki állomány közelsége a CNS a rendszerek⁸² üzemeltetése végett;
- az irányító központok megfelelő talajmechanikai feltételekkel⁸³ rendelkező, jól megközelíthető⁸⁴, de izolálható⁸⁵ területen épültek;
- a repülőtéri légiforgalmi irányításnak a vizuális láthatósági körülményektől való függősége miatt az irányító torony a repülőtéren belül, vagy annak közvetlen szomszédságában épült, a légiforgalom nyomon követhetősége és a repülőtér munkaterületének beláthatósága érdekében.

Annak ellenére, hogy a nemzeti léginavigációs eszközpark elemeit alapvetően fix telepítésűeknek tekinthetjük, a monolitikus infrastruktúrák üzemeltetése és biztonsága vonatkozásában megjelenhetnek olyan körülmények, amelyek indokoltá teszik a légiforgalmi szolgálatok és irányítói munkaállomások diszlokációját, következésképpen a légiforgalmi szolgálatások helyfüggetlenítése képességének kialakítását. Az áthelyezés történhet a korábban vizsgált irányítói felelősség átadásával, illetve olyan esetekben is, amikor a szolgáltatási felelősség változatlanul megmarad az illetékes légiforgalmi szolgálatnál.

A monolitikus léginavigációs infrastruktúra redundáns kialakítási szükséglete tehát az egyes rendszerelemek túlbiztosítása mellett a szolgálati létesítmények egyfajta tartalékolását is jelenti. A redundancia vagy a légiforgalmi szolgálatások mobilitási

⁸² Különösen a repülőtéri berendezések

⁸³ Pl. talajvíztől, földrengéstől mentes környezet

⁸⁴ Dolgozói állomány és üzemeltetéssel összefüggő teheráru forgalom

⁸⁵ Őrzés-védelmi szempontok alapján

képessége így nem csak az előző fejezetekben már vázolt – uniós szakmapolitikai törekvésekkel is támogatott – új technológiai lehetőségek vagy a szolgáltatás-delegálásban rejlő költséghatékonysági potenciál okán merülhet fel, hanem üzembiztonsági, légiközlekedésvédelmi és honvédelmi szempontok miatt is vizsgálandó fontos kérdés.

Az alábbi részben tehát azokat az eseteket vizsgálom, amikor a szolgáltatásokért felelős légiforgalmi szolgálati egység szolgálatvégzési helye ideiglenesen vagy állandó jelleggel áthelyezésre kerül egy másik helyszínre, viszont az áttelepülés nem az adott légtérben nyújtott szolgálat felelősségének átadás-átvételéből eredeztethető. Ebben a megváltozott környezetben a polgári és katonai irányító egységek kapcsolati viszonyát állandónak tekintem, ezért a hangsúlyt az áttelepítés körülményeire és a kihelyezett munkaállomásokkal szemben támasztandó követelményekre helyezem.

4.2 Munkaállomások áttelepítésének jellemzése

4.2.1 ÁTTELEPÜLÉS ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

Első lépésben az áttelepítésnek legalább az alábbi két aspektusát érdemes megvizsgálni, amely alapjaiban meghatározza az új szolgáltatási környezet főbb jellemzőit.

Az áttelepítés időtartamát tekinthetjük ideiglenesnek vagy állandónak. Az átmeneti diszlokációban rövid időtartamú munkavégzést feltételezek, amely során a mobil (tábori) és moduláris képességekkel rendelkező infrastruktúra biztosítja a minimális szolgáltatás (alapvető funkciók) folyamatosságának fenntarthatóságát. Az állandó áttelepülés hosszabb idejű és körültekintőbb tervezést és kivitelezési megoldásokat igényel. Az ideiglenes munkaviszonyok ergonómiai, de akár a szolgáltatási körülményei is elmaradhatnak az állandó áttelepítés során kialakított munkakörnyezethez képest. A véglegesen áthelyezett infrastruktúra esetében a mobilitási képesség kevésbé fontos szempont, viszont a modularitás annál hangsúlyosabb irányelv, hiszen a teljesítmény és a munkakörülmények természetszerű fejlődését is figyelembe kell venni a környezet kialakítása során.

Az áttelepített szolgáltatás teljesítménye logikusan lehet korlátozott (az ideiglenesen kialakított körülmények miatt) vagy teljes kapacitású. A véglegesen kihelyezett, remote munkakörnyezetben a szolgálatás minőségi szintje legalább a korábbival azonos, de az új technológiai megoldásokkal magasabb szintűvé is válhat.

A légiforgalmi szolgálat áttelepítésénél számos tényező meghatározhatja az új munkavégzés helyszínének kialakítását. A távoli munkaállomások esetében további

szempont, hogy a kialakítandó munkakörnyezet vis-major (vészhelyzeti) vagy tervezett körülmények között kerül alkalmazásba.

4.2.2 A DISZLOKÁCIÓ ESETEI, SZEMPONTJAI

A technológia napjainkra lehetővé teszi, hogy a léginavigációs szolgáltatási portfólió összes eleme, különösen az előzőekben vázolt adatfeldolgozó rendszerek, illetve a légiforgalmi szolgáltatási formák mindegyike, azaz a körzeti, közeli körzeti, repülőtéri irányítói és tájékoztatói funkciók a távoli (remote) irányítói munkaállomásokkal áthelyezhetők legyenek. A légiforgalmi szolgáltatási infrastruktúra diszlokációs képességét egyfajta üzembiztonsági (üzemfolytonosság) és védelmi (magasabb szintű védettség) szükségletnek, de ezekkel egyidejűleg szolgáltatási lehetőségnek (új vagy magasabb szintű funkciók) is tekintem.

A távoli munkaállomások kialakításának körülményeit interoperabilitási, mobilitási, modularitási és védettségi szempontok alapján lehet meghatározni. Az általam legfontosabbnak ítélt szempontok alapján, az irányítói munkaállomások áttelepítésének eseteit az alábbiak szerint csoportosítom⁸⁶.

a) Üzembiztonsági szempontok

Az irányítói munkaállomások infrastruktúráját érintő, olyan előre tervezett javítási és beruházási munkálatok, amelyek nem végezhetők el a szolgálatvégzés ideje alatt vagy a szolgálatvégzést jelentősen zavarják. Ilyen jellegű tevékenységek lehetnek azok az épületgépészeti, generálkivitelezési vagy rendszerfelújítási munkálatok, amelyek zaj- és porhatásai, illetve logisztikai és informatikai fázisai a légiforgalmi szolgálat folytonosságát vagy a munkavégzés nyugalalmát zavarják, ezáltal komoly repülésbiztonsági kockázattal járnak. Ennek egyik példája a HungaroControl 2020 őszén megkezdett és hat hónapra tervezett, a Budapest Légiforgalmi Irányító központ MATIAS ATM légiforgalmi irányító rendszerét és Frequentis hangkommunikációs rendszereit, valamint az irányító munkatermet és az 55 munkaállomást érintő teljes felújítási munkálatai, aminek végrehajtásához a központ légiforgalmi szolgáltatási képességét – az előzetes tervezések és előkészületeket követően – zökkenőmentesen áttelepítették a 2015-ben átadott szükséghelyzeti központba [165].

Az áttelepítés az alábbi munkaegységeket érintette:

⁸⁶ Nem fontossági sorrendben.

- Budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér induló/érkező forgalmát kezelő bevezető irányító szolgálat;
- a magyar egyéb ellenőrzött és a koszovói magaslégtérben felelős körzeti irányító szolgálat;
- ország nem ellenőrzött légtérben szolgáltatást nyújtó repüléstájékoztató szolgálat;
- légtérgazdálkodás és áramlásszervezés;
- repülési adatkezelő és bejelentő részleg;
- irányítási rendszereket üzemeltető műszaki csoport;
- ügyeletes vezető irányító (duty supervisor).

Az áttelepülés időszakában, a szükséghelyzeti központban különösen az alábbi berendezések folyamatos üzemeltetésre került sor:

- irányító központok MATIAS, KATIAS és adat- és hangkommunikációs berendezései;
- repülési adatközlést és információáramlást biztosító AFTN⁸⁷ és AMHS⁸⁸ központ;
- légiforgalmi tájékoztatási és repülésmeteorológiai rendszerek⁸⁹ és terminálok;
- ATM/ATS tartalékrendszer és az adatátviteli berendezések⁹⁰.

Az irányítói munkakörnyezetben olyan jellegű meghibásodások is bekövetkezhetnek, amelyek következtében a légiforgalmi szolgálat az eredeti helyszínről nem vagy csak jelentős korlátozással⁹¹ tudja ellátni feladatait és emiatt rögzített eljárásrend szerint kell végrehajtani az egyébként nem tervezett áttelepülést. Ennek példája a korábban már említett 2012. évi budapesti repülőtéri irányító toronyban és a 2014. évi zágrábi irányító központban bekövetkezett különleges esetek, amelyek légiforgalomra gyakorolt hatásainak hatékony kezeléséhez szükség lett volna az előzetesen kialakított szükséghelyzeti irányítói központra vagy munkaállomásokra, és a vonatkozó szükséghelyzeti kitelepítési/áttelepülési eljárásokra.

b) Védelmi szempontok

⁸⁷ Aeronautical Fixed Telecommunication Network

⁸⁸ Air Traffic Services Message Handling Services

⁸⁹ HAWK, AEROWEATHER, AIM, NetBriefing, EAD

⁹⁰ SDH, modemek, lokális multiplexerek

⁹¹ A minimális szolgáltatási szintre vonatkozó előzetesen meghatározott érték

Az irányítói munkakörnyezetet ért olyan ártó behatás⁹², amely a szolgálat ellátását korlátozza vagy jelentősen akadályozza. Egy, a fent vázolt műszaki meghibásodás, de különösen egy esetleges terrorcselekmény bekövetkezése hatásainak minimalizálása érdekében a világon elsőként a brit léginavigációs szolgáltató (NATS) 2009-ben üzembe helyezte az első, hatóság által hitelesített távoli repülőtéri vészhelyzeti irányító helyiségét, amely képes fenntartani London Heathrow nemzetközi repülőtér üzemfolytonosságát abban az esetben, ha komoly probléma merülne fel a repülőtéri irányítótoronyban. Heathrow – amely Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérhez hasonlóan két párhuzamos futópályával rendelkezik – nem csak Nagy-Britannia egyik fő légikikötője, de az európai légiforgalmi hálózat egyik kulcsfontosságú utas- és áruforgalmi gyűjtő és elosztóközpontja (HUB) is egyen, amely igazol, hogy a 2019. évi utasforgalmi adatok alapján a világ hetedik (Európában pedig az első) legforgalmasabb repülőtere volt [166] az általa kezelt 80,9 millió utassal [166] és ~1300 légi jármű/nap, illetve 476 000 légi jármű/év [167] műveletszámmal. A 2019. évi pénzügyi beszámoló alapján a repülőtér 1,587 ezer tonna teherárut kezelt, éves bevétele 2,976 millió GBP⁹³, EBITDA⁹⁴ értéke pedig 1,828 millió GBP⁹⁵ volt [168].

Egy polgári vagy vegyes (polgári-katonai) hasznosítású repülőtér működésében bekövetkező teljesítménycsökkenés vagy üzemi leállás anyagi vesztesége időegységre (pl. órákra, napokra) konvertálható, így a veszteség kompenzációjára szolgáló redundanciát képező tartalék irányítóközpont kiépítésének és fenntartásának tervezett költségei összevethetők az esetleges károk bekövetkezésének valószínűségével és pénzügyi hatásaival. Természetesen az állami légiközlekedésben, egy katonai légiforgalmi szolgálat alternatív működési szükséglete értelemszerűen nem gazdasági, hanem védelmi képesség-fenntartási szempont, ezért ebben az esetben más szempontok dominálnak a tartalék irányítói központ kialakítása során.

Mindazonáltal, mindkét esetben az üzemfolytonosság és a hadművelési képességfenntartás ugyanolyan magas prioritással kezelendő követelménynek, a költségmegtakarítási szempontokat e kérdéskörben pedig a legkevésbé releváns tényezőnek tekintem. Ezt azért kívánom nyomatékosan kihangsúlyozni, mivel a költséghatékonyság és a védettség (tartalékképzés), illetve a költségoptimalizálás és a

⁹² Pl. támadás vagy terrorcselekmény

⁹³ 1 GBP = 415 HUF árfolyammal számolva 1,235 Mrd Forint

⁹⁴ Kamatok, adózás és értékcsökkenési leírás előtti eredmény

⁹⁵ 1 GBP = 415 HUF árfolyammal számolva 758,6 millió Forint

repülésbiztonság általában olyan egymással ellentétes hatású szempontok, amelyek folyamatosan ütköznek a beruházási és üzletfejlesztési kérdések megtárgyalásakor.

A polgári és a katonai légiforgalmi irányítási infrastruktúra minden egyes részeleme (adatforrások-szenzorok, adatfeldolgozó rendszerek és az irányítói munkaállomások, de beleértve a berendezések tartalékalkatrészellátottságát biztosító tároló és raktártelephelyeket is) tekintetében az ellenállóképesség és védettség nagy hangsúllyal bír. Ebből adódóan a munkaállomások, repülésirányító pontok tágabb értelemben pedig a polgári, katonai és értelemszerűen az integrált irányítóközpontok kiber- és fizikai védelméhez a polgári és katonai vezetési pontoknál alkalmazott előírásokat tekintem a mindenkor irányadónak.

„A modern hadtudomány a háború sikeres megvívása egyik igen fontos feltételének a vezetés folyamatosságának fenntartását tekinti. A támadóeszközök fejlődése, az elektronika és számítástechnika megjelenése a hadvezetésben szükségessé tette olyan feltételek kialakítását, melyek biztosították a vezetési eszközök üzemét, a kapcsolattartás és információ áramlás biztosítását. Ez a követelmény alakította ki a vezetési pontok rendszerét, helyezte el e létesítményeket az erődítés rendszerében.” [77]

Ahogy a védelmi igazgatás és a katonai vezetés, úgy a léginavigációs szolgáltatók esetében az a védelem és erődítés mindig alá rendelt az adott időszak közlekedés- és védelempolitikai elvárásainak, de a cél- és feladatrendszer lényegében változatlanul biztosítja;

- a személyi állomány védettségét;
- a fegyverek és a polgári léginavigációs infrastruktúra folyamatos bevetetőségét, alkalmazhatóságát, szükség esetén a gyors és biztonságos diszlokációját;
- a katonai vezetési és polgári légiforgalmi irányítási rendszerek üzemfolytonosságát;
- a polgári és katonai technikai eszközök és anyagi javak védelmét.

„A jelenkori korszerű háborúban elmosódik a hadászati és a hadműveleti szintek közötti különbség, valamint megváltozott a győzelem fogalma, ugyanis a támadó félnek a politikai cél elérése érdekében nem szükséges az ellenség területének elfoglalása, haderejének, fegyveres erőinek megsemmisítése, gazdasági potenciáljának teljes lerombolása. A győzelem kivívásához elegendő lehet a hadászati csapásmérő erővel, nagy pontosságú fegyverrendszerekkel az ellenség állami és közigazgatási vezetés-irányítás központjainak, létfontosságú infrastruktúrájának a támadása, a kommunikációs rendszerek működésének blokkolása, a politikai vezetés cselekvési képességének

ellehetetlenítése, valamint az ellenség hadereje, katonai infrastruktúrája vonatkozásában a vezetési objektumokra történő csapásmérés, összességében tehát a célsország feletti teljes körű ellenőrzés megszerzése.” [169]

Egy légiforgalmi szolgálat védettségi szintjének fokozása történhet preventív jelleggel is, különösen, amikor a helyi őrzés-védelmi körülmények egy bizonyos mértéken túl nem javíthatók, ezért szükséges az áttelepülés elrendelése. Ez az eset szorosan összefügg a fent kifejtettekkel, ugyanis, a létfontosságú rendszerek, rendszerelemek üzembiztonságához kapcsolódóan, nem csak egy esetlegesen bekövetkező eseményre (pl. a terrorcselekmények) bekövetkezésekor kell kvázi utólagosan reagálni, hanem a rendelkezésre álló információk alapján meghozott előzetes intézkedések formájában is. Ebből adódóan, a légiforgalmi irányítási rendszer legalább két alapeleme – nevezetesen az adatfeldolgozás és az irányítói munkaállomások – vonatkozásában állandó, de külön egy ideiglenes áttelepítés eseteire is szükségszerű tervek és forgatókönyveket készíteni, és ennek megfelelően a tartalék eszközparkot is kialakítani. A szükséghelyzeti vagy tartalék irányítóközpontot vagy szolgálati helyeket állandó vagy tábori erődítési technikákkal kell megerősíteni. A repülésirányító központok (adatfeldolgozó rendszerek és munkaállomások) védettségét megítélésem szerint a légvédelmi irányítás védelméhez hasonló speciálisan erődített létesítmény és infrastruktúra szavatolhatja [128]. A szoros együttműködésből és függőségi viszonyból adódóan, a légiforgalmi és a légvédelmi irányítás esetleges centralizált elhelyezését azonban csak feltételekkel támogatom, mivel az növelheti a kitettségi kockázat szintjét.

Ahogy a virtuális központok vonatkozásában, úgy a diszlokált irányítói munkaállomásokkal, így különösen a szükséghelyzeti központok elhelyezésével kapcsolatban is kiemelten fontosnak tartom megemlíteni a biztonságot, az elkülöníthetőséget és a védettség jelentőségét. A HungaroControl telephelyén, az irányító központ szomszédságában található szükséghelyzeti központ elhelyezkedése tekintetében arra a következtetésre jutottam, hogy a teljes függetlenítés korlátozottan biztosított, mivel egy bekövetkező káresemény a – létesítmények közelségéből adódóan – hatást gyakorolhat a tartalék létesítményre vagy annak kiszolgáló infrastruktúra elemeire.

c) Költséghatékonysági, teljesítményjavítási és portfólió bővítési szempontok

A költséghatékonyság és a teljesítményjavulás a legtöbb esetben együttesen nem elérhető célok, azonban a légiforgalom-szervezésben megjelenő technológiák és megvalósítások több esetben is rácsafoltak erre az állításra. Az alábbi példákon keresztül tehát ezen

csoportba sorolom azokat az eseteket, amikor a teljesítményoptimalizálás a helyi körülmények között már nem vagy csak jelentős erőforrás ráfordítással biztosíthatók.

Ahogy korábban már említettem, a koszovói magaslégtéri repülésirányítás Magyarországról történő biztosítása – igaz más okokból eredően – a helyi infrastruktúra kiépítése helyett a környező országokban már telepített és üzemelő rendszerekből származó adatokon alapul. A helyi körülmények helyett távoli adatfeldolgozásra és felhasználásra (légiforgalmi szolgálatok) kerül sor, amelynek eredményeként koszovói légtérben szolgáltatási minőség- és teljesítményjavulás történt.

A légiforgalmi irányítási infrastruktúra bizonyos korlátjainak másik példája az irányító központban elhelyezhető munkaállomások száma. Amennyiben a létesítmény fizikai paraméterei nem teszik lehetővé a kapacitásbővítést, új munkakörnyezetbe történő áttelepülésre van szükség (teljes apparátussal vagy akár részlegesen). Példaként említhető az EUROCONTROL hálózatmenedzseri központjának – korábban már említett – iNM technológiai korszerűsítési programja, aminek keretében elemzések készültek a brüsszeli székhelyű műveleti terem (Operational Room) fejlesztésére vonatkozóan. A vizsgálat eredményeként a jelenlegi helyiség belső felújítása, illetve új központ kialakítása (ingatlan bérlése vagy vásárlása) helyett a jelenlegi helyszín (létesítmény) bővítése vált a megvalósítható és egyben költséghatékony megoldásnak [170].

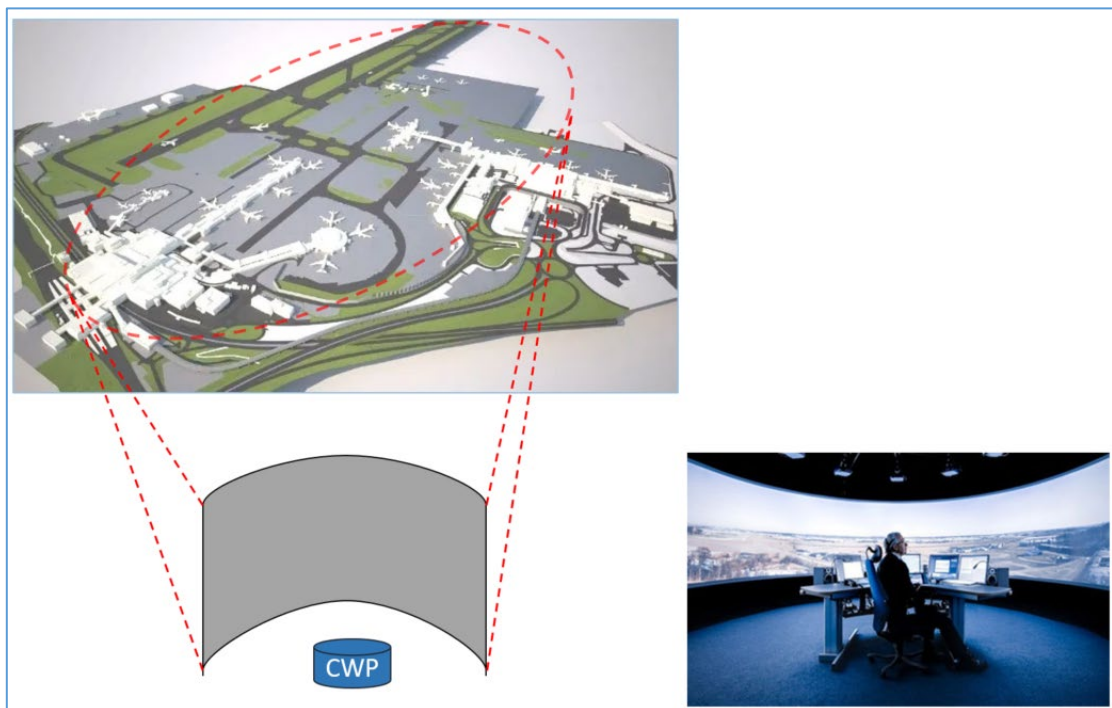
A költséghatékonyság és teljesítményjavítás együttes megvalósításának további példája a HungaroControl budapesti repülőtéri irányítási környezettel kapcsolatos döntése. Az 1976-ban hozott repülőtérfejlesztési döntést követően, az 1983-ban átadott toronyépület amortizációja [171] és folyamatos állagromlása, illetve a 2012. évben bekövetkezett műszaki meghibásodás miatt környezeti tanulmányok és elemzések készültek a repülőtéri irányítási infrastruktúra jövőjére vonatkozóan [46]. Végezetül az ingatlan teljes felújítása vagy új toronyépület létesítése helyett a léginavigációs szolgálat menedzsmentje és tulajdonosa a helyszíntől független, repülőtéri légiforgalmi irányítást biztosító, virtuális torony (Remote Tower – rTWR) megvalósítását választotta, amely a költséghatékonyság mellett a teljesítményjavulást is vizionálta.

Az új megoldás részletesebb kifejtésére azért helyezek nagyobb hangsúlyt, mert amíg a technológiafüggőségű, radaradatalapú körzeti és közeli körzeti légiforgalmi irányítás az adatkapcsolatok biztosításával bármikor helyfüggetleníthető, addig a vizuális azonosításon és nyomonkövetésen alapuló repülőtéri irányításban megjelenő technológiák új távlatokat nyithatnak a konvencionális szolgáltatási környezetben.

A távoli (remote) repülőtér koncepció a jelenlegi irányítástechnikai rendszerek és munkaeljárások duplikálásán alapul, de kiválóan ötvözi és kihasználja a korszerű technológiák kínálta lehetőségeket, mint pl. az infra/PTZ kamerák, szenzorok, digitális repülésnyilvántartás, a földfelszíni mozgásokat ellenőrző és irányító rendszer⁹⁶ vagy a többfunkciós és moduláris videófal [172].

A virtuális torony munkakörnyezetben a légiforgalmi irányítók a repülőtér területén kívüli helyszínről láthatják el feladataikat úgy, hogy a repülőtéri torony panorámaképe, valamint a futópályák és a repülőtéri munkaterület kiemelt repülésbiztonsági besorolású részei („hot-spot”-ok) láthatóvá válnak a harminc telepített kamerának köszönhetően, amelyek az optikai hálózati gyűrűn kapcsolódnak az adatfeldolgozó és integráló rendszerhez. Megjelenítés tekintetében a virtuális repülőtéri irányító munkakörnyezet alapvetően két formában alakítható ki:

- a) 180° vagy 360° látószögű panorámakörkép vagy
- b) több monitorból felépített (síkfalú) kijelzőfal, ahol a képernyők (külön-külön és csoportosítva) egyéni igények szerint konfigurálhatók

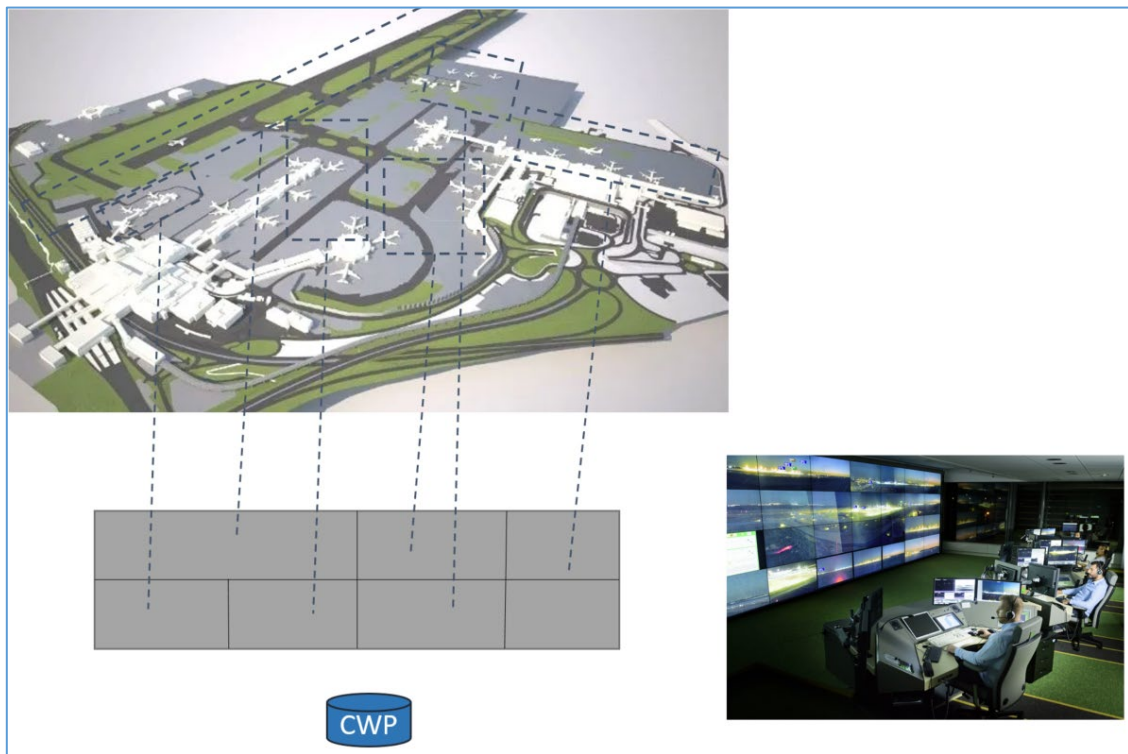


60. ábra: 180° látószögű rTWR panorámakép (Készítette a szerző)

Amíg az első a klasszikus vizualizációs környezetet „imitálja”, addig – a HungaroControl által is alkalmazott – utóbbi egy újfajta helyzet tudatosságot, „látásmódot” és felhasználási

⁹⁶ Advanced Surface Movement Guidance and Control System (A-SMGCS)

körülményeket produkál, tehát alaposabb felkészítést és átállást igényel a konvencionális környezethez szokott légiforgalmi irányítóktól.



61. ábra: Szegmentált rTWR videófal (Készítette a szerző)

A virtuális toronyba integrált technológiák – a redundancia biztosításán túl – több szempontból tűnhetnek ígéretes választásnak. Egyrészt költséghatékonyabb megoldást jelenthet a régi toronyépület felújítása vagy egy új ingatlanberuházáshoz képest. Megjegyzendő, hogy a költséghatékonysági elemzéseknél azt az opciót is javasolt megvizsgálni, amikor az eredeti helyszín megtartása mellett történne a virtuális toronyban alkalmazott technológiák egy részének a konvencionális toronykörnyezetbe történő telepítése. Ez a lehetőség abban az esetben kivitelezhető, ha a konvencionális toronyinfrastruktúrában az irányítói munkaállomások az új igények szerint átalakíthatók. Ez a megoldás természetesen nem helyettesíti a szükséghelyzeti tartalék repülésirányító munkahely rendelkezésre állását, de legalább bizonyos mértékben javítja az eredeti környezetben végzett munkavégzés teljesítményét.

A légiforgalmi szolgálat konvencionális környezetben végzett tevékenységét a virtuális (VR) vagy a kiterjesztett – augmentált – valóság (AR) rendszerek és eszközök is támogathatják. A légiforgalmi irányítók által viselt holografikus szemüvegen vagy intelligens „holosisakon” vagy távcsövön keresztül a valóságos vizuális környezet

ugyanúgy kiegészíthető fontos információkkal⁹⁷, mint ahogy az a virtuális torony munkakörnyezetben is a monitorokon megvalósul [173].



62. ábra: Klasszikus repülőtéri irányítás holografikus támogatása (Forrás: Hololens)

Mindezekből adódik a második szempont, a technológiával támogatott teljesítményjavulási potenciál. A konvencionális repülőtéri légiforgalmi irányítás fejlődésének az emberi képesség is fizikai korlátokat szab [172], hiszen ahogy az emberi érzékelés, úgy az információk befogadása is véges kapacitással bír, aminek határait csak az egyes kiegészítő, támogató technológiák alkalmazásával lehet javítani.

„A repülőtéri légiforgalmi szolgálatok munkatechnológiájára irányuló kutatások azonban bizonyították, hogy az irányító állomány – a tevékenységüket támogató rendszerek ellenére – elsődlegesen a vizuális felderítés és helyzetkép alkotására hagyatkozva végzik feladatukat, és a munkaterhelést jelentős mértékben növeli a rövid idő alatt többször várakozó nagy távolságba történő fókuszálás, illetve az ún. „head-down” munkafázis⁹⁸ időtényezője [145]. Ebből adódóan olyan rTWR megvalósítása célszerű, amely a felesleges munkafázisokat csökkentve, a legtöbb hasznos információt biztosítva támogatja a légiforgalmi szakállományt optimalizált tevékenysége eredményes végrehajtásában”.

A virtuális toronyban alkalmazott technológiák tehát segítik az irányítók helyzet tudatosságát: a kameraképek nagyíthatók, a mozgó célok nyomon követhetők, az előtérben, a gurulóutakon vagy a repülőtér forgalmi körén tartózkodó járművek fölött megjelenített adattáblából (címkéből) leolvashatók a fontosabb információk (hívójel, sebesség, magasság, útvonal stb.), az infrakameráknak és egyéb érzékelő

⁹⁷ 3D virtuális monitorok és munkafelületek, nagyítható és infravörös tartományú látkép

⁹⁸ Amikor a személyzet az irányítói munkahelyen (Controller Working Position, CWP) rendszeresített monitorjait használja

berendezéseknek köszönhetően pedig éjszaka vagy rossz látási viszonyok között is tiszta kép jelenik meg az irányítók előtt.

„A rTWR technológia vonatkozásában tehát a repülőtéri irányítást és funkciókat támogató rendszerek digitalizálásával és integrálásával biztosítható az emberi teljesítőképesség korlátainak kitolása, megteremtve ezzel a hatékonyabb légiforgalmi szolgáltatási környezetet a forgalmi kapacitás és a repülésbiztonság növelése érdekében [172].”

A harmadik fontos szempontnak az üzemeltetési hatékonyságot, különösen az emberi erőforrás optimalizálást azonosítottam. Az uniós versenyképességi mutatók javítása érdekében a légiközlekedés, különösen a repülőterek és a léginavigációs szolgálatok teljesítményalapú és költséghatékony működése az Európai Bizottság egyik elsőszámú ágazati elvárása. Az európai repülőterek légiforgalmi teljesítményfokozásának szándéka az uniós jogalkotási folyamatban is tetten érhető. Az egységes európai égbolt napjainkban formálódó új jogszabálysomagjában⁹⁹ az Európai Bizottság javaslatot tett a közeli körzeti és repülőtéri irányító szolgáltatások piacosítására azzal, hogy a szolgáltatások határozott időintervallumú beszerzése – az állam engedélyével, de végezetül – a repülőterek döntésétől függene.

Az Európában jelenleg nagyrészt állami feladatként ellátott közeli körzeti és repülőtéri légiforgalmi szolgáltatási tevékenységek liberalizációja megítélésem szerint három tényezőtől függ:

- tagállami szándéktól, azaz a jogalkotó/tulajdonos szándékozik-e vagy megengedi-e, hogy a nemzetközi légikikötők üzemeltetése és esetünkben a kapcsolódó léginavigációs és légiforgalmi szolgáltatások kiszervezhetők legyenek¹⁰⁰;
- uniós jogalap, azaz amennyiben a tagállamok mégis támogatnák a Bizottság koncepcióját, akkor a SES2+ jogszabály megteremtené a lehetőségét a repülőtérhez kötődő szolgáltatások opcionális vagy kötelező jellegű liberalizációjának¹⁰¹;
- helyfüggetlen, virtuális léginavigációs szolgáltatásokra alkalmas technológia, amellyel – a fenti két stimulus bármelyike esetén – felgyorsulhat az európai ATM

⁹⁹ SES2 Recast, más néven SES2+

¹⁰⁰ Ahogy például Németország kilenc repülőtérén az AustroControl, Gibraltáron és kilenc spanyol repülőtérén a NATS, vagy a Gatwick-i repülőtérén a DFS nyújt szolgáltatásokat.

¹⁰¹ A SES2+ jogalkotási folyamat trilógus szakasza kimenetelének függvénye, a dolgozat készítésekor a tagállamok egyelőre legfeljebb opcionális jelleggel támogatták a TWR, APP, CNS, AIS, MET és ADS szolgálatok kiszervezhetőségét.

szektor piaci működési irányba történő elmozdulása, amely egyben az állami feladatellátás körének fokozatos szűkülését is eredményezheti.

Nemzetközi és hazai szakirodalmak felhasználásával végzett kutatásaim rávilágítottak, hogy számos repülőtér esetében¹⁰² a légiforgalmi szolgáltatások nem vagy alacsony színvonalúan biztosítottak, holott az alacsony műveletszám és forgalmi összetétel ellenére – repülésbiztonsági szempontok miatt, vagy akár a forgalom jövőbeni növekedésének egyfajta ösztönzéseként – igenis szükség lenne a minimális léginavigációs funkciók és infrastruktúra kialakítására. Ebben a megközelítésben a virtuális irányítási technológiák – különösen a később kifejtett összevont távoli repülőtéri irányítási megoldások – szélesebb körű alkalmazása a nemzeti repülőterek minőségi fejlődését is szolgálhatja.

Az egyfutópályás, alacsony forgalmi intenzitású repülőtér légiforgalmi irányítói humánerőforrás gazdálkodási optimalizációjának egyik példája a svéd nemzeti szolgáltató (LFV) és a SAAB együttműködésével az Örnköldsvik-i repülőtéren 2015. április 21-én – a világon elsőként – átadott távoli repülőtéri irányítási rendszere, amely lehetővé tette a repülőtér felügyeletét a 150 km-re lévő Sundsvall-ban kialakított irányító központból [48]. Ezzel a megoldással a léginavigációs szolgáltatónak nem kellett a kisforgalmú repülőtéren teljes munkakörnyezetet fenntartania, és a munkavállaló kiküldetését elrendelnie, azaz az állományt vezényelni és állomásoztatni¹⁰³.

Az alacsony forgalmi intenzitás mellett – optimalizált humánerőforrással – biztosítandó magas szolgáltatási szint szükségességét számos állam és légiforgalmi szolgáltató felismerte. A norvég léginavigációs szolgáltató (AVINOR) például egy 2019-ben a nemzeti légiközlekedési kutatási közösség honlapján közzétett publikációjában kifejtette, hogy az ország földrajzi és közlekedési infrastruktúra adottságai miatt nagy igény mutatkozik a nehezen megközelíthető, távoli kis közösségek légi úton történő elérésére [173]. Ezeknek a régióknak, településeknek a légiforgalmi rekurrenciája és intenzitása meglehetősen hektikus, amihez nem kifizetődő légiforgalmi irányító állomány távoli állomásoztatása és a szolgáltató rotációja, helyette kézenfekvőbbnek tűnik az új technológia széleskörű alkalmazása. Az AVINOR és a KONGSBERG, valamint az Indra Navia cégek első lépésben Bodø-ban létrehozták a világ legnagyobb, öt repülőtér¹⁰⁴ kiszolgálását

¹⁰² Lásd konvencionális környezetet leíró fejezetben ismertetett hazai vidéki repülőterek, amelyek többségénél nincs semmilyen légiforgalmi szolgáltatás (AFIS, ATC).

¹⁰³ A két repülési művelet közötti időben az irányító állomány helyben, de csak készenlétben volt, az állásidő alatt nem volt lehetőség más munkakörben való foglalkoztatására.

¹⁰⁴ Røst, Vardø, Hasvik, Berlevåg, Meham

biztosító összevont távoli irányító központját [174]. A tervek szerinti következő fázisban (elvileg 2022-re) további tizenöt távoli és nehezen elérhető norvég repülőtéren valósítják majd meg a rTWR technológia kiépítését [175].

Napjainkra az uniós finanszírozású és nemzeti szakterületi K+F+I projektek már nem csak az egyedi¹⁰⁵ repülőtéri megoldásokra, de a távoli repülőtéri irányítás integrálása lehetőségeinek vizsgálatára is kiterjedtek. Ezekben a projekteknél több repülőtér le- és felszálló forgalmának egy helyszínről, illetve egy időben történő irányítása lehetőségeinek, kockázatainak elemzése és a megoldások, funkcionalitások validálása folyik. Az integráció lehetséges két formáját az alábbi példákon keresztül szemléltetem.

Integrált rTWR: a németországi léginnavigációs szolgálat (DFS) a Lipcsében kialakításra kerülő központba¹⁰⁶ tervezi az egyfutópályás Saarbrücken, Erfurt és Drezda repülőterek rTWR munkaadóit beintegrálni. A rTWR munkahelyek egy munkaterembe történő telepítése ellenére a repülőterek távoli irányítása egymástól elkülönítve fog történni.

Multiple rTWR: a holland léginnavigációs szolgálat (LVNL) és a holland nemzeti kutató intézet (NLR) közös SESAR projekt keretében 2016 szeptemberében az LVNL Schiphol-i központjában kialakított irányító központból tesztelte a keresztpályás Groningen-Eelde repülőtér kamerarendszerrel biztosított valós idejű forgalmának, és az egypályás Maastricht-Aachen-i repülőtér szimulált környezetében együttes megjelenítését [176].

Az egy irányítói munkaadóról több repülőtér egy irányító szolgálattal történő távoli kiszolgálásának további példája a Magyar Honvédség és a HungaroControl, a Frequentis és a német kutató intézet (DLR) 2016-2019 között folytatott közös SESAR technológiai K+F projektje [177]. A projektben két polgári (Budapest, Debrecen) és egy katonai (Pápa) repülőtéren telepített kamerarendszerekkel egy több repülőtérre kiszolgáló integrált irányítói munkakörnyezet kifejlesztésére és az irányítói munkavégzés demonstrációjára került sor.

¹⁰⁵ Éghajlati körülmények, forgalmi intenzitás, nyújtott légiforgalmi szolgáltatás, futópálya darabszám és konfiguráció, vizuális megjelenítés és integrálható rendszerek

¹⁰⁶ Remote Control Centre (RTC)



63. ábra: Három repülőtér megjelenítő multiple rTWR monitor (Forrás: HungaroControl)

A projekt keretében külön szimulációk is folytak, amelyek kifejezetten a repülésirányítók és a repülőtér flexibilis összerendezését vizsgálta. A kutatások során elemzésre kerültek azok a helyzet tudatossági képességeket tesztelő esetek is, amikor a légiforgalmi irányítónak egyidejűleg kellett kiszolgáltatnia a különböző repülőtér mindenkorai légiforgalmát. A munkakörnyezet kialakítása során a szakértők külön figyelmet szenteltek a vizuális környezet megjelenítését szolgáló videófalra, amelyen a három repülőtér kameraképe végezetül dinamikusan konfigurálható elrendezésben jelent meg. Ez a kutatási irány lehetőséget teremtene egy adott ország – esetünkben a konvencionális környezeti leírásban vázolt hazai – kisforgalmú nem ellenőrzött repülőtér szolgáltatási minőségfejlesztésére, hiszen a technológia kiépítésével a repülőtéri repüléstájékoztató centralizáltan (egy távoli központból) lenne biztosítható. Hazai környezetben egyébként a repülőtér összevont távoli irányítására történtek már kezdeményezések: amíg közel húsz évvel ezelőtt a HungaroControl az irányító állomány vezénylésével, helyben biztosította a sármelléki repülőtér légiforgalmi szolgáltatását, úgy a most jelentkező igények alapján a debreceni repülőtér légiforgalmi kiszolgáltatását már távoli irányítási technológiával tervezi megvalósítani [178].

d) Eseti jellegű feladatok kiszolgáltatása

A légiforgalmi szolgálatokkal kapcsolatban megjelenhetnek olyan különleges igények is, amelyek kielégítése új szolgáltatási környezet ideiglenes kiépítését teszik szükségessé. Ebbe a kategóriában sorolnám az eseteket, amikor átmeneti jelleggel jelenik meg az igény bizonyos léginavigációs vagy légiforgalmi szolgáltatás biztosítására. Gyakorlatban számos olyan példát lehet találni mind a polgári, mind a katonai

környezetben, amikor egy adott légtér részben ad-hoc jelleggel intenzívebb légiforgalom vagy légi műveletekkel támogatott tevékenység alakul ki, amelyhez dedikált rádiófrekvencia és – túlnyomórészt eseti légtér¹⁰⁷ esetében – egy koordinátor kerül kijelölésre.

A polgári oldalon ilyen esetnek tekintem például:

- a Red Bull Air Race versenyeket, amelyeknél külön kell biztosítani az eseti légtérbe történő ki/berepüléseket;
- Forma-1 Magyar Nagydíjat, amikor a Hungaroring versenypálya körüli eseti légtérben már koordinálni szükséges az intenzívebb induló/érkező helikopter forgalmat;
- olyan természeti¹⁰⁸ vagy ipari katasztrófákat [179], tömegbaleseteket, ahol az összetett, speciális légiműveleti¹⁰⁹ feladatok földi támogatást is igényelnek.

Ezekben az esetekben, a vonatkozó jogszabályok értelmében legfeljebb kizárólag koordinációs tevékenység folyik, azonban álláspontom szerint ezt a munkavégzést azonosnak tekinthetjük az AFIS-sal, hiszen egy szaktudással, tapasztalattal rendelkező felelős személy, a számára kijelölt frekvencián bizonyos információkkal¹¹⁰ – de parancsnok és utasítások nélkül – segíti az adott légtér részben¹¹¹ üzemelő légi járművek parancsnokait.

A hatályos jogszabályok értelmében [111, 180] azonban az AFIS állandóhelyű tevékenység, ugyanis a szolgálat nem ellenőrzött repülőtéren működik [109], és a biztosítás egyik feltétele a TIZ megléte [108], amennyiben a forgalom jellege indokolja. Úgy gondolom, hogy ezek a jogszabályi előírások azonban napjainkra már gátolják a távoli repülőtérei irányítási technológiák elterjedését és alkalmazhatóságát, az alábbi indokok miatt:

1. Az indokolt repülőtérei forgalom jellege nincs definiálva, ebből adódóan a nem nyilvános repülőterek nem kötelezettek a légiforgalmi szolgáltatások

¹⁰⁷ A magyar légtér igénybevételéről szóló 4/1998. (I.16.) Korm. rendelet.

Pl. 2002-es hortobágyi vegetációtűz, 2007-es kunfehértói erdőtüz, tiszai és dunai árvizek stb.

¹⁰⁹ drónok és légi járművek koordinált repülése, kutató-mentő és evakuációs feladatok, légi tűzoltás stb. amelyekhez a Magyar Honvédség biztosított támogatást.

¹¹⁰ A szél iránya és erőssége, hőmérséklet, légnyomás, ismert forgalom, légtér megközelítésének és elhagyásának körülményei, terepakadályok, szomszédos légiforgalmi/légvédelmi szolgálat frekvenciája, speciális művelethez szükséges kiegészítő információk, javaslatok és figyelmeztetések stb.

¹¹¹ Nem is feltétlenül kijelölt eseti légtérben pl. közúti tömegszerencsétlenséghez érkező mentőhelikopterek leszállásainak segítése

fejlesztésében, így saját belátásuk szerint halaszthatják vagy fejleszthetik a szolgáltatásaikat¹¹².

2. Az ad-hoc jellegű és számos esetben nem is repülőtéren történő repülési-műveletek támogatásának jelenleg nincs olyan jogforrása, amelyben határozott időtartamra, repülőtéren kívül, eseti légtér vagy akár anélküli környezetben lehetne légiforgalmi szolgáltatásokat biztosítani.

A fenti megállapításaimat erősítik az állami célú légiközlekedés vonatkozásában szerzett tapasztalataim is. A Magyar Honvédség alapvető feladata¹¹³ [181]

- Magyarország függetlenségének, területi épségének, szuverén légterének és határainak katonai védelme;
- a NATO és egyéb nemzetközi szerződésekből eredő kollektív védelmi és békefenntartó feladatok ellátása;
- a honvédelem szempontjából fokozott védelmet igénylő létesítmények őrzése és védelme;
- a nemzetközi jog szabályaival összhangban humanitárius tevékenység végzése;
- a katasztrófavédelmi feladatokban való részvétel;
- veszélyhelyzetben, egészségügyi vagy tömeges bevándorlás okozta válsághelyzet kezelésében való közreműködés és végül, de nem utolsó sorban
- együttműködés az arra kijelölt és felkészített erőkkel a nemzetközi terrorizmus elleni harc katonai feladatainak ellátásában.

A Magyar Honvédségnek a fenti kötelezettségek szerinti, hazai környezetben vagy az ország határain kívül végrehajtott kiképzési és műveleti feladatokhoz ellenálló, rugalmas alkalmazkodási képességű, moduláris és telepíthető eszközökkel és felkészültséggel kell rendelkeznie [77]. A feladatok alapvetően katonai repülőterekről, de a műveleti képességek fejlesztése érdekében, illetve a honvédség alapfeladataiból adódóan számos esetben akár polgári repülőtérről, kiépített helikopter leszállóhelyről vagy célrendeltetésű leszállóhelyről kerülnek végrehajtásra [78], amely műveletek földi támogatását nem katonai légiforgalmi irányító szakszemélyzet végzi.

¹¹² A konvencionális környezetet ismertető fejezetben részletezett hazai repülőtéri forgalmi statisztikák összehasonlítása alapján, számos helyen már lehetne AFIS vagy akár ATC (költséghatékony) szolgáltatási portfóliót kialakítani.

¹¹³ Békében, valamint terrorveszélyhelyzet, megelőző védelmi helyzet, rendkívüli állapot, szükségállapot és váratlan támadás idején.

Amennyiben a műveleti feladat nem a katonai repülésirányító szolgálattal működő honvédségi repülőbázison vagy légiforgalmi szolgálattal ellátott polgári felhasználású repülőtéren történik, felmerül a fentiekben is már vázolt fő kérdés, hogy légiforgalmi szolgáltatás (azaz jogok és kötelezettségek) tekintetében mi a rádióforgalmazást végző földi személyzet státusza, hiszen tevékenysége során ugyanolyan jellegű üzenetek hangoznak el, mint amelyeket a polgári koordinátori vagy AFIS munkavégzés során példaként már említettem.

A célrendeltetésű leszállóhely esetén – legyen az merev vagy forgószárnyas légi jármű üzemeltetése céljából kialakítva – a műveletek kezdeti időszakában kerülnek kijelölésre, és mint műszaki támogatási feladat kiépítésre, valamint berendezésre [80]. A nem kiépített infrastruktúráról történő üzemelés értelemszerűen magasabb repülésbiztonsági kockázattal bír, ugyanis a repülő balesetek 50%-a pont fel- és leszállás közben történik [79]. A repülésbiztonsági szintet és diszlokált műveleti hatékonyságot jelentősen javíthatják az egyre felértékelődő tábori elhelyezésű szükségletek [182] és a honvédség telepíthető ATM komponens fejlesztése, amely a hazai és a – nemzetközi szerepvállalásból adódó – expedíciós műveletek során egyaránt fontos alkalmazási képesség.

A katonai mozgékonyság az erők és a teljes harcképesség, egyben a légierő és a harctámogató és kiszolgáló alegységek mobilitását és telepíthetőségét is jelenti. Az országon belüli diszlokációs, illetve az országhatárokon kívüli expedíciós képességre való felkészülés nem csak nemzeti, de a NATO szintjén is megjelenő szükséglet. A Szövetségben 2004 óta készülnek koncepciók¹¹⁴ és katonai szabványok¹¹⁵ a telepíthető légiforgalom-szervezési¹¹⁶ képesség, tágabb kontextusban pedig az úgynevezett telepíthető légibázis aktiválási modul¹¹⁷ állományának és infrastruktúra elemeinek tagállami együttműködésben történő összevonására és megosztására [183].

A NATO DATM képesség elsősorban a nemzeti védelemgazdasági infrastruktúra körében fellelhető – polgári és katonai – repülőtérei, léginavigációs, légiforgalom-szervezési és repülésmeteorológiai eszközök és erőforrások bevonásán alapul. A műveletekben részt vállaló nemzetek a számukra előírt minimum követelmények szerint,

¹¹⁴ Pl. Principles and Elements for a ATO Deployable ATM Component

¹¹⁵ Pl. STANAG 7204 Minimum requirements for personnel providing air traffic services (ATS) in NATO-led operations, STANAG 7210 Guidance in the selection of STANAGS for deployed air operations services

¹¹⁶ Deployable ATM (DATM)

¹¹⁷ Deployable Airbase Activation Modul (DAAM)

modulárisan állítják a meghatározott NATO ambíciószint eléréséhez szükséges erőforrásaikat.

„Egy hatékonyan működő mobil ATM csoport létrehozásához a szövetségen belül is nemzetközi együttműködésre van szükség. A felajánlásra kerülő MH telepíthető ATM csoport összeállításakor meg kell tervezni, hogy egy műveleti területen lévő repülőtér kiszolgálásának mely területeit képesek magyar szakemberek kiszolgálni. A képességek mellett elengedhetetlen a rendelkezésre álló lehetőségek vizsgálata, vagyis a megfelelő kiképzettséggel, tapasztalattal és nyelvtudással bíró állomány és annak tartalékai.” [184]

A modularitás a telepített repülőtér funkcióinak szükség szerű bővítésének alapfeltétele. A műveleti terület ellenőrzött és védett részén létrehozott, a szövetségi erőket támogató többnemzeti üzemeltetésű repülőtér vagy helikopter leszállóhelyekből álló komplexum olyan területen kerül kijelölésre, ahol a megfelelőek a domborzati viszonyok a légi járművek műveleti bejövetelei és indulási eljárásaihoz, valamint a le- és felszálláshoz, a földi mozgáshoz, parkoláshoz, átfegyverzéshez, valamint a személy- és teheráru ki/berakodásához szükséges munkaterület megépíthető, kialakítható a befogadó nemzeti támogatás igénybevétele nélkül.

A NATO DATM képesség készenléti ideje 28 nap¹¹⁸, a létesített repülőtérnek folyamatosan¹¹⁹ kell biztosítani elsődlegesen a jelentkező műveleti repülések és légiforgalom kiszolgálását [38]. Ez a készenléti idő katasztrófaelhárítási és humanitárius műveletek esetében jelentősen lerövidülhet, a reakcióidő a nemzeti képességektől és belső normáktól függően.

A béketeremtés fázisában a műveleti területen – a közúti és vasúti hálózat és egyéb infrastruktúra hiányában – a repülőterek jelenthetik az összeköttetést a világgal. Kétségtől a károkat szenvedett repülőterek vagy újonnan és átmeneti jelleggel kialakított célrendeltetésű leszállóhelyek is bizonyosan javításra és fejlesztésre szorulnak, ezért a mindenkori állapotuk és a szövetségi elvárások szerinti üzemeltetésük nagymértékben meghatározza az oda tervezhető repülőműveleteket, légiforgalmat. A fegyveres konfliktusok nyomainak felszámolása és a térség normalizációja tehát egyre szélesebb távlatokat nyit az üzemeltetés¹²⁰ és a kiszolgálható forgalom tekintetében. A

¹¹⁸ Műveleti területre történő kitelepüléshez szükséges időintervallum.

¹¹⁹ 24óra/7nap/365nap idő intervallumban.

¹²⁰ A szükséges CNS infrastruktúra, a repülőtéri repüléstájékoztató/irányító, a közelkörzeti irányító, útvonali (körzeti) irányítói, repülésmeteorológiai és egyéb funkciók lépcsőzetesen kiépíthetők.

műveleti alkalmazású repülőtéri és légiforgalom-szervezési infrastruktúrának nem csak telepíthető és gyorsan szállítható, de

- a többnemzeti szerepvállalás és a légtérelenőrző és légvédelmi egységekkel szükségszerű együttműködés miatt interoperábilis;
- a speciális éghajlati sajátosságokat elviselő, a műveleti térségi alkalmazás miatt a kibertámadásokkal, elektromágneses impulzussal és fizikai behatásokkal szemben rugalmasan ellenálló;
- változó forgalmi kapacitási igények miatt pedig moduláris képességekkel kell rendelkeznie, ugyanúgy, mint ahogy azt a nemzeti infrastruktúra esetében elvárásaként korábban már megállapítottam.

A légiforgalom várható növekedése mellett fontosnak tartom kiemelni a forgalmi összetétel átalakulását is. A térségi normalizációs folyamatok velejárója, hogy a repülőtér vagy leszállóhely forgalma a kezdeti időszakban kizárólag műveleti jellegű, majd az idő előrehaladtával vegyes¹²¹, illetve a végső, békeidőszaki működés átállásával csak polgári jellegűvé válik. Ebből adódóan az ATM biztosítás is az igényekhez igazodva folyamatosan változik, amely megmutatkozik a személyi állomány¹²² alkalmazási körülményeiben, az infrastrukturális fejlesztésekben és a működéssel szemben támasztott követelmények katonai sztenderdekről polgári szabványokra történő átállásában egyaránt [185].

A műveleti térségi alkalmazást és a befogadó nemzeti repülőtér békeidejű – polgári szabályokra történő – átállási folyamatát nagyban segítheti, ha a küldő fél által kijánlott nemzeti (polgári és katonai) ATM infrastruktúra már eleve moduláris, telepíthető és interoperábilis képességek szerint kerül kialakításra, hiszen alapelvárás, hogy az eddig kifejtett érveknek megfelelően az otthoni normál működési környezet is gyakorlatilag képes legyen a hazai védelmi és biztonsági szükségletek kielégítésére.

A Szövetség részére is kijánlható telepíthető ATM képesség hazai körülmények közötti alkalmazásának egyik példája a 2016-ban Olaszországban, Amatrice térségében bekövetkezett földrengést követően az olasz hadsereg kilenc szállítóhelikoptert vezényelt a katasztrófa sújtotta térségbe a mentési feladatok segítésére [186]. Az ideiglenesen

¹²¹ Elsődlegesen katonai és másodlagosan polgári, majd a későbbiekben túlnyomórészt polgári és csökkenő mértékben katonai.

¹²² A normalizációs folyamat velejárója a fogadó nemzet humán-erőforrásának felkészítése ütemezett bevonása.

kialakított leszállóhelyekről történő üzemelést az olasz légierő telepíthető ATM infrastruktúrájával biztosították.

A telepíthető ATM komponens tehát egy multifunkciós képesség, amely a diszlokációs alkalmazáson túl a katasztrófaelhárítási és humanitárius feladatokban¹²³ való részvételt támogató infrastruktúra hazai és határokon túli környezetben egyaránt.

A NATO Deployable Airbase (NDAB) elgondolás tudományos vizsgálatain [82] tovább haladva, úgy vélem, hogy a gyors reagálás keretében az ideiglenesen kialakított célrendeltetésű leszállóhelyről¹²⁴ történő üzemelést könnyen telepíthető, moduláris léginavigációs eszközökkel, tehát a korábban már részletezett légtérfelderítési adatforrásokkal (szenzorokkal), adatfeldolgozó rendszerekkel és irányítói munkaállomásokkal lehet hatékonyan támogatni.

Amennyiben a rendszerelemek között biztosítható a védett, nagysebességű és redundáns adatkapcsolat, távoli adatfeldolgozási megoldásokat is lehet alkalmazni. Álláspontom szerint az irányítói munkaállomásokat szintén lehet moduláris jelleggel, lépcsőzetes képességeknek megfelelően biztosítani az expedíciós repülőterekhez. Az előretolt műveleti leszállóhely¹²⁵ és előretolt műveleti bázis¹²⁶ esetében, ahol rövid idejű a kitelepülés és jelentősen korlátozott az alpinfrastruktúra¹²⁷, a légiforgalmi támogató tevékenységeket a helyszínen kell biztosítani, azonban a nyújtott szolgáltatás jelentősen javítható olyan hordozható intelligens eszközökkel, amelyek többlet információt biztosítanak az előretolt repülésirányító állomálynak.

A fő műveleti bázis¹²⁸ esetében a repülőtér vagy célrendeltetésű leszállóhely már rendelkezik a teljes és szükséges infrastrukturális háttérrel, amelyből következően a távoli technológiák szélesebb körben kialakíthatók. Ahogy korábban is már felvettem, a technológia a műveleti környezetben történő alkalmazását most is két lehetőség mentén javasolt megvizsgálni:

- kiépített repülőtéri irányítói munkakörnyezet javítása virtuális és kiterjesztett valóság-alapú eszközökkel vagy

¹²³ Pl. indonéziai szökőár (2004), japán (2011) és nepáli (2015) földrengések, Haiyan tájfun (2013).

¹²⁴ Amely lehet taktikai leszállóhely vagy meglévő alpinfrastruktúrára ráépülő repülőtér.

¹²⁵ Forward Operating Location (FOL)

¹²⁶ Forward Operating Base (FOB)

¹²⁷ Pl. nem rendelkezik hagyományos futópályával, támogató-kiszolgáló létesítményekkel

¹²⁸ Main Operating Base (MOB)

- távoli adatfeldolgozó és repülőtéri, közeli körzeti, valamint körzeti repülésirányítói munkaállomások kialakítása magasabb védettségi szintet szavatoló környezetben¹²⁹.

A fenti két megoldás alkalmazása a hazai körülmények közötti diszlokáció esetén is felmerülhet, amikor a repülőalakulat vagy annak kijelölt része bizonyos időintervallumra áttelepül a repülőbázison kívüli átmeneti műveleti környezetbe. Az áttelepülés történhet tábori körülmények között vagy akár más befogadó repülőtérré.

Az első esetben szükséges az előírt infrastruktúra mozgósítása és a képességek kialakítása, így felmerülhet az igény a vázolt opciók alkalmazására. Az utóbbi esetben viszont nem feltétlenül szükséges a katonai légiforgalmi szolgálat állományának vezénylése, illetve a technikai eszközök átmozgatása, amennyiben a fogadó repülőtér rendelkezik bizonyos CNS és ATS alpinfrastruktúrával, szolgáltatásokkal. Ennek vonatkozásában azonban két fontos megjegyzést kívánok tenni:

1. A fogadó repülőtér légiforgalmi szolgálatát előzetesen fel kell készíteni a megszokott forgalmi sajátosságoktól eltérő ideiglenes katonai műveletekre. Egy példával élve, a Budapest Liszt Ferenc Repülőtér légiforgalmi irányító állománya megfelelő képzés és szükséges alapismeretek, illetve gyakorlati jártasság hiányában nem képes egy, a repülőtérré érkező harcászati repülő kötelék vizuális műveleti bejövetelei vagy kényszerhelyzeti repülési eljárását szabályosan irányítani.
2. A konvencionális környezetet leíró fejezetben már rávilágítottam a hazai (nem ellenőrzött) polgári repülőterek légiforgalmi szolgáltatási képességeinek hiányosságára, tehát kijelenthető, hogy a hazai vagy szövetségi katonai repülő erők ezen helyszínekre történő áttelepülése esetén mindenképp szükség van a katonai légiforgalmi szolgálatok és egyes ANS berendezéseik célrendeltetésű leszállóhelyre történő telepítésére is.

4.3 Összegzés

Az eddig leírtak alapján megállapítható, hogy a légiforgalmi munkaállomások diszlokációja a polgári és az állami célú légiközlekedésben ugyanazon céloknak megfelelően, mégis eltérő szempontok és ambíció alapján szükségszerűen megjelenő fogalom.

¹²⁹ E megvalósításnak az alapfilozófiája gyakorlatilag megegyezik a pilóta nélküli légi járművek (RPA) távoli irányítási koncepcióval.

A Magyar Honvédség rendeltetéséből és alapvető feladataiból levezethető hadművelati követelmény a repülésirányítói infrastruktúra telepíthetőségi képessége, ahogy az Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájában is kifejtésre kerül:

„A Magyar Honvédségnek a képességfejlesztések végrehajtásával olyan korszerűen felszerelt, magasfokú mobilitással és reagálóképességgel rendelkező haderővé kell válnia, amely képes nemzeti és szövetséges keretek között azonnali, gyors és hatékony beavatkozásra. Továbbá a Magyar Honvédségnek képesnek kell lennie szövetségi keretek között nagy intenzitású, összhaderőnemi műveletekben történő nagyobb szerepvállalásra, amely alapot teremt az alacsonyabb intenzitású (béketámogató, válságkezelő stb.) műveletekben a rugalmas, feladathoz igazított részvételre is [169].”

A katonai légiforgalmi szolgálatok diszlokációs képességét is ennek megfelelően kell kialakítani a hazai és országhatárainkon kívüli műveletekben való eredményes részvétel érdekében. A honvédségi erőforrások és eljárások képezhetik az alapját a nemzeti telepíthető ATM képességnek, amelyet viszont a nemzetgazdasági szereplők bevonásával lehet és kell hatékonyan kialakítani. E logika mentén a védelmi igazgatás keretein belül, a gazdaságmozgósítás részeként, a polgári repülőterek és légiforgalmi szolgálatok alap és tartalék infrastruktúráját, illetve működési környezetét, kompetenciáit is e célok érdekében kell kialakítani, illetve kötelezni békeidőszaknak, különleges jogrendnek, valamint válsághelyzetnek megfelelően.

Ennek megfelelően tehát Magyarország polgári repülőtereinek üzemeltetőit és légiforgalmi irányító szolgálatait – ahogy a HungaroControlt is [191] – honvédelmi érdekekhez kapcsolódó tevékenységet folytató gazdasági társaságok körébe tartozó szervezeteknek minősítem. Ebből fakadóan pedig a repülőterek és légiforgalmi szolgálatok alap és tartalék infrastruktúráját (az áttelepíthetőség érdekében kialakított tartalékokat vagy a diszlokációhoz szükséges befogadóképesség) a nemzeti telepíthető ATM képesség részelemeinek tekintem.

A fejezetben kifejtett érvek alapján azonban a polgári légiforgalmi szolgálatoknál kialakítandó vészhelyzeti infrastruktúra nem csak a nemzeti telepíthető ATM képesség és védelmi tartalék rendszerelemei. Ahogy nemzetközi és hazai példák is mutatják, a nagyobb forgalmú repülőterek légiforgalmi irányító szolgálatainak infrastruktúrája (munkaállomások, adatforrások, adatfeldolgozó és adatkapcsolati rendszerek stb.) nemzeti létfontosságú, sőt, bizonyos esetekben ágazaton kívüli honvédelmi létfontosságú rendszerelemnek is tekinthető. Ez a tény, valamint a nagy forgalmú repülőterek kiemelt nemzetgazdasági szerepe miatt a légiforgalmi szolgálatok üzemfolytonossági szükséglete

a léginavigációs infrastruktúra redundáns kialakítását igényli, amelynek keretében üzembiztonsági, illetve légiközlekedésvédelmi szempontból is alapvető elvárás a tartalék (veszélyhelyzeti) munkaállomások megléte.

E kettő szempont mellett, a polgári légiforgalmi szolgálatok esetében harmadik tényezőnek az üzletfejlesztési potenciált tartom fontosnak megemlíteni. Az egyes vidéki repülőterek szolgáltatásainak minőségi fejlesztése a légiforgalmi munkaállomások áthelyezésével – távoli munkaállomások létesítésével – is biztosítható, ahol az új technológiai lehetőségek (vagy a szolgáltatás-delegálás) akár még költséghatékonysági potenciálként is jelentkeznek. Fontosnak tartom azonban itt megjegyezni, hogy az Európai Bizottság SES2+ jogalkotási folyamatban javasolt liberalizációs törekvései kizárólag erre a „szolgáltatás minőség-fejlesztésnek” aposztrofált szempontra fókuszálnak, viszont a Bizottság nem veszi figyelembe a repülőtereknek és légiforgalmi szolgálatoknak az első két szempont szerinti helyüket és szerepüket.

A fent kifejtettek alapján tehát a távoli munkaállomások kialakításának körülményeit interoperabilitási, mobilitási, modularitási és védettségi szempontok alapján tartom szükségesnek meghatározni. Megítélésem szerint a diszlokációs képességek vagy szükségletek meghatározásakor elsődlegesen az üzemfolytonosság és a hadművelati képességfenntartás (mint a legmagasabb prioritással kezelendő) követelményeit kell figyelembe venni, míg – a repülésbiztonsági és légiközlekedés-védelmi elvek érvényesülése érdekében – a költségmegtakarítási szempontokat nem szabad irányadó tényezőnek tekinteni.

A polgári környezetben megjelenő – már alkalmazott vagy épp K+F+I projektek keretében fejlődő – távoli (remote) megoldásokat javasolt a honvédség alaprendeltetési körében már alkalmazott diszlokációs eljárásrendjével és infrastruktúrával vegyíteni. Megítélésem szerint a polgári oldalon megjelenő (szokványos és diszruptív) technológiák támogatják a nemzeti telepíthetőségi képességeket. A fejlett technológiákkal támogatott telepíthető nemzeti ATM képesség végezetül nem csak a hazai, de az országhatárokon kívüli (többnemzeti, szövetségi) katonai, de akár katasztrófavédelmi és humanitárius légiműveletek hatékonyságát is növeli.

5. VIRTUÁLIS KÖZPONTOK

5.1 Átjárhatósági követelmények

Az ATM infrastruktúra legkritikusabb eleme az repülési és felderítési adatokat feldolgozó, integráló ATM rendszer, amely lehetővé teszi a különböző adatforrásoktól és csatornákon térben és időben eltérve érkező információk összerendezését és a légiforgalom-szervezéshez szükséges disztribúcióját, megjelenítését. Az európai léginavigációs ökoszisztéma hatékonyságára irányuló elemzések megállapították, hogy

- az egyes irányító központok repülési (Flight Data Processing System) és radaradat (Surveillance Data Processing System) feldolgozó rendszerei eltérő földrajzi felelősségi térségi definiálással, de alapvetően ugyanazon feladatokat hajtják végre,
- ráadásul a nemzeti léginavigációs szolgálatoknak oligopol iparági szereplők biztosítják az ATM rendszereket (amelyek alaptermék-szintén azonosak, legfeljebb egyéni igényekre specifikáltak).

Ebből egyenesen megszülethetett az a következtetés, hogy a teljes európai légiforgalmi hálózat repülési és felderítési adatfeldolgozási környezete túltervezett, a térség kevesebb eszközzel is kiszolgálható, az adatfeldolgozó rendszerek konszolidációja pedig a teljesítmény fokozását és a légtérfelhasználók által finanszírozott infrastruktúra fenntartási összköltségének csökkentését biztosítja.

A konszolidáció egyik követelménye az interoperabilitás, amelynek alapjai már a SES koncepció megszületésekor – a SES I. jogszabálycsomagban – az *Európai Légiforgalmi Szolgáltatási Hálózat átjárhatóságáról* szóló Európai Parlament és a Tanács 552/2004/EK rendeletében rögzítésre kerültek. Az ún. átjárhatósági rendelet megteremtette a jogalapot arra, hogy az Európai Bizottság további végrehajtási rendeletekben részletekbe menően szabályozza az egyes funkciókra, adatsoportokra vonatkozó előírásokat (az interoperabilitást célzó fontosabb¹³⁰ közösségi jogszabályok a teljesség igénye nélkül):

Jogszabály tárgya	Jogszabály azonosítója
Requirements for the Performance and the Interoperability of Surveillance for the SES	Regulation 2017/386
Data Link Services for the SES	Regulation 310/2015

¹³⁰ Az egyes jogszabályok előzményei, korábbi verziói nem kerültek felsorolásra.

Jogszabály tárgya	Jogszabály azonosítója
Requirements on Data Link Services for the SES	Regulation 441/2014
Requirements on the Quality of Aeronautical Data and Aeronautical Information for the SES	Regulation 1029/2014
Requirements for Voice Channels Spacing for the SES	Regulation 657/2013
Requirements on Aircraft Identification for Surveillance of the SES	Regulation 1206/2011
Allocation and Use of Mode S Interrogator Codes	Regulation 262/2009
Requirements for Automatic Systems for the Exchange of Flight Data Supporting Data Link Services	Regulation 30/2009
Data link services for the Single European Sky	Regulation 29/2009
Flight Message Transfer Protocol for Use by ATC Units	Regulation 633/2007
Procedures for Flight Plans in the Pre-Flight Phase	Regulation 1033/2006
Exchange of Flight Data Between ATC Units	Regulation 1032/2006

A légiközlekedésben képződő adatok légiforgalmi irányítási és repülési tevékenységekhez való felhasználhatósága, illetve a légiforgalmi adatokkal és tájékoztatásokkal kapcsolatos minőségi követelmények egységesítése érdekében az Európai Bizottság 2010. január 26-án elfogadta a 73/2010/EU rendeletet, amely definiálja a légiforgalmi adatok és tájékoztatások minőségével és kezelésével kapcsolatos elvárásokat. Ennek az ún. ADQ¹³¹ rendeletnek az uniós térségben történő alkalmazásával a légiforgalmi információk szabványosíthatók, az adatgenerálás és kezelés egységes minőségével és a folyamat szabályozásával a lehetséges hibaforrások (pl. nem hiteles adatforrás vagy manuális adatbevitel okozta hibák) minimalizálhatók, kiküszöbölhetők [188].

Megítélésem szerint az ATM környezet globális átjárhatóságát célzó törekvések szükségszerűek, mi több, elengedhetetlenek napjaink napi szintű légiforgalmának biztonságos kezeléséhez. A felderítés, a levegő-föld a kommunikációs rádiófrekvenciák térségi felosztása, az adatminőség és az adatkapcsolati szolgáltatások biztosítása, a repülési adatok cseréje és a repülési tervekkel kapcsolatos követelmények világviszonylatban példaértékűnek tekinthetők, hiszen ezek segítségével multinacionális környezetben lehet azonos szabványokat és követelményeket támasztani a stakeholderek részére.

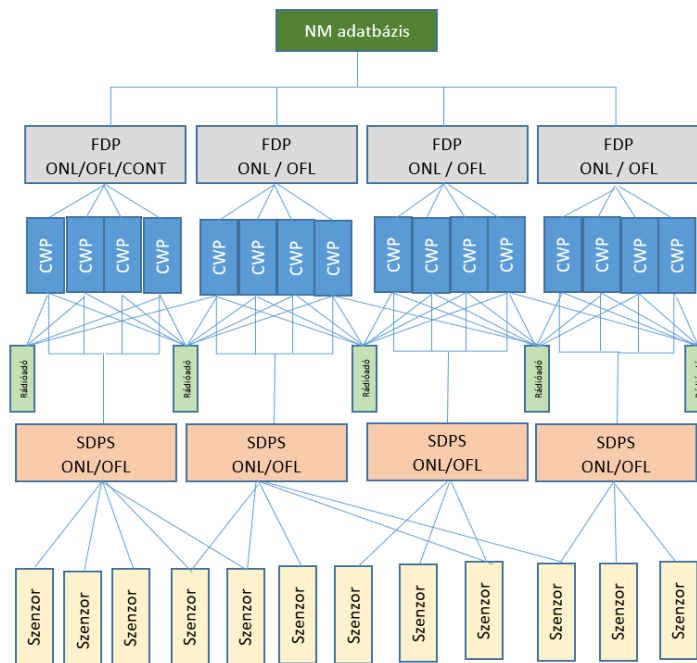
¹³¹ Aeronautical Data Quality

Fentiek okán, logikusnak vélem azt a törekvést is, hogy az uniós jogszabályi keretek között az európai ATM infrastruktúráknál is teljes átjárhatósági környezet alakuljon ki, ahol a „teljes” kifejezés egyben jelenti az önálló rendszerek közötti interoperabilitás és az egyes részelemek integrálhatóságának lehetőségét. Ezzel egyidejűleg – a nemzetközi együttműködések körében szerzett tapasztalatom alapján – kényszerűen elfogadom azt a körülményt, miszerint a közösségi szabványok és szabályok kialakításánál nem minden esetben működhet az egyébként általánosságban elvárt közös döntéshozatali mechanizmus. Az EUROCONTROL 41, az Európai Unió 27 tagállamának (vertikumában pedig az állami, hatósági, léginavigációs szolgáltatói, katonai és iparági beszállítói szintek) érdekrendszere és ambíciója túlságosan sokrétű, amiből adódóan egyszerűen lehetetlen minden kérdésben a teljes konszenzusos megoldások elérése.

5.2 Konvencionális és virtuális modellek összehasonlítása

A konvencionális, monolitikus ATM rendszerkörnyezetben minden léginavigációs szolgálat egymással azonos funkcionalitású, de alapvetően önálló elemeket működtet. A CNS infrastruktúra az illetékességi körzet (üzembiztonsági szempontból redundáns) lefedettsége érdekében viszonylag nehezen optimalizálható – egyedül a szomszédos országok eszközei működési karakterisztikáinak összevetésével lehet feltárni az egyes légtérrészek átfedettségből adódó túlbiztosítottságát, mely alapjául szolgálhat a felesleges redundancia felszámolását célzó egyeztetéseknek. Az ilyen egyeztetéseknek – hasonlóan az ATS légtérdelegálásnál lefektetett FAB CE előfeltételekhez – feltétlenül rendezniük kell a felek közötti fontosabb kérdéseket, pl. az adatmegosztás jogi környezete (vállalt kötelezettségek), finanszírozási modell (térítésmentes vagy szükséges-e és ha igen, milyen formában kell fizetni az adatokért, szolgáltatásért) és üzembiztonság részletei (eszköz javítása vagy meghibásodásának esetei, intézkedések).

A légiforgalmi szolgáltatásokhoz szükséges adatfeldolgozás az illetékességi körzetet lefedő (CNS, meteorológiai, repülési, légiforgalmi tájékoztatási és egyéb) rendszerekből származó adatokra alapul. Egyes jelforrások több adatfeldolgozóhoz is befuthatnak, de a jelenlegi környezetben az is lehetséges, hogy a szomszédos légiforgalmi szolgálatok a már eleve feldolgozott adatokat osztják meg egymással.

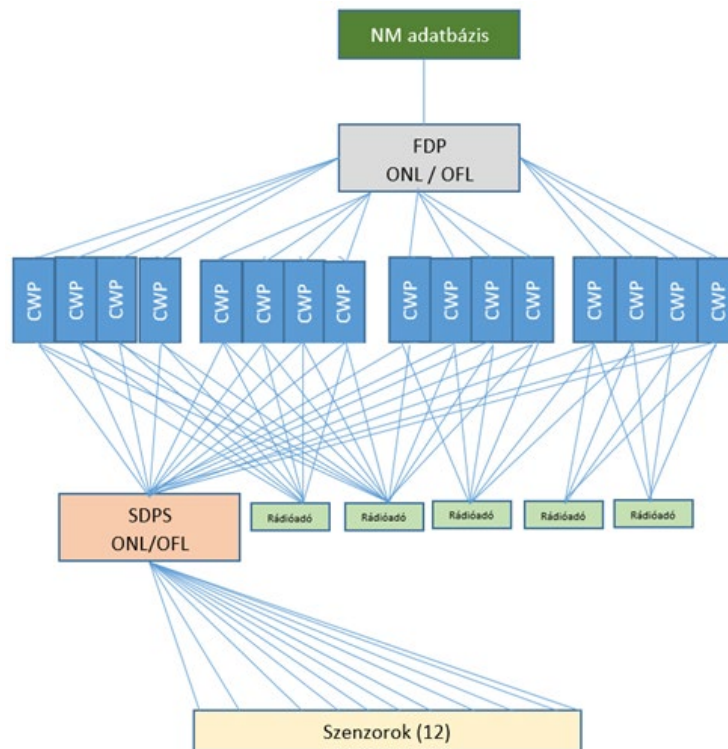


64. ábra: Monolitikus rendszer sematikus ábrája (Készítette a szerző)

A fenti sematikus ábrán az adatforrás, adatfeldolgozás és adatfelhasználás kapcsolatának egyszerűsített formáját szemléltetem. Ebben a négy légitforgalmi szolgáltatást bemutató modellben az adatforrások (szenzorok) elsődlegesen a saját polgári léginavigációs szolgáltatóhoz vannak bekötve, de a példa kedvéért (és ahogy a valóságban is találunk rá példákat) néhányuk a szomszédos légitforgalmi szolgáltatásnak redundáns lefedettséget is biztosítanak (ebben a modellben a nyers adatok kerülnek továbbításra, de a felek megállapodása függvényében ezek feldolgozott adatok is lehetnek). A modell nem taglalja az adatforrások polgári vagy katonai besorolását, ettől függetlenül meg kell említeni, hogy

- a polgári légiközlekedésben a léginavigációs szolgáltatók főként polgári szenzorok adataival dolgoznak, amelyeket jogszabályi kötelezettség alapján biztosítanak a honvédség légtérelenőrzésért felelős szervezete részére, továbbá
- nem elterjedt gyakorlat, hogy a honvédség légtérelenőrző rendszereinek adatai átadásra kerülnek a nemzeti légitforgalmi szolgáltatók részére (amely adatok nem oszthatók meg harmadik féllel).

A konszolidált elvi modellel ellentétben az egyelőre még atipikusnak tekinthető virtuális adatfeldolgozó központ egyből több illetékességi körzet jelforrásait gyűjti össze és dolgozza fel, illetve biztosítja a felelősségi körzetekben működő légitforgalmi szolgáltatóknak (ATSP-k). Ezen logika alapján a fenti kapcsolati ábra az alábbiak szerint módosul:



65. ábra: Virtuális adatközpont sematikus rendszerrajza (Készítette a szerző)

Ebben az általam vázolt modellben az adatforrások¹³² és munkaállomások (CWP-k) száma nem változott¹³³, egyedül a radaradattfeldolgozó (SDPS) és repülési adattfeldolgozó (FDPS) rendszerek kerültek összevonásra. Az uniós koncepció azonban az európai ATM környezet racionalizálását komplexebben vizionálja: elsődlegesen az adattfeldolgozó rendszerek számának csökkenésétől (a virtuális központok elterjedése), másodlagosan a földi telepítésű CNS eszközpark konszolidációjától (felesleges redundanciák felszámolása, egyes földi infrastruktúrák kiváltása műholdas technológiákkal), harmadlagosan a légtér és az irányítói munkaállomások optimalizálásától várják az infrastruktúra teljesítmény javulását, amely folyamatnak egyik eszköze lehet a légiforgalmi szolgáltatások fúziója vagy egyes funkciók távoli szolgáltatásként történő beszerzése lenne.

Meglátásom szerint a monolitikus infrastruktúra környezettől való elszakadási folyamatban nem csak az önállóságukat féltő léginavigációs szolgáltatók, de az iparági beszállítók is bizonyosan ellenérdekeltek lesznek, ugyanis számukra előnyösebb az ATM rendszerek egyéni igényekre kialakított specifikációinak továbbfejlesztése. Megítélésem

¹³² A CNS infrastruktúra (különösen szenzorok, rádióállomások) száma a térségi lefedettségi és üzembiztonsági elemzések tükrében csökkenthető.

¹³³ A munkaállomások a légtér (irányítói szektorok) átalakításával csökkenthetők, aminek előfeltétele a forgalmi komplexitás redukálása, illetve az irányítói tevékenységet támogató új technológiák bevezetése.

szerint az átállási folyamatban – bármilyen sebességgel is történik az új technológiák beszívargása – az oligopol „versenykörnyezet” a végén mégis átalakul. A hosszú távú uniós jövőképben – egy ideologizált teljes átjárhatósági környezetben – az ATM rendszerek (részegység és funkció szinten egyaránt) gyártótól függetlenül interoperábilisak lesznek, ezáltal a léginavigációs szolgáltatók (vagy ahogy a SESAR SJU tanulmányában szerepelt, az új funkcionális szereplők (ATSP, CNSP, ADSP stb.) sajátos igényeik alapján konfigurálhatják a már nem monolitikus infrastruktúrájukat). Ez a transzformáció javíthat a jelenlegi gyártó-megrendelő viszonyrendszeren, ezáltal a termékek ára, a leszállítási és telepítési idők, a garanciális javítások, és maga a rendszer cseréje a szolgáltatói oldalon nyújt majd nagyobb előnyöket és mozgásszabadságot. A gyártók oldalán a „kényszerű” elfogadás jelei mutatkoznak, ugyanis az európai legnagyobb ATM rendszer beszállítók is hosszú távú átállási ütemtervvel készülnek a termékportfóliójuk egyszerűsítésére (pl. THALES – Coflight, INDRA – iTec) [27].

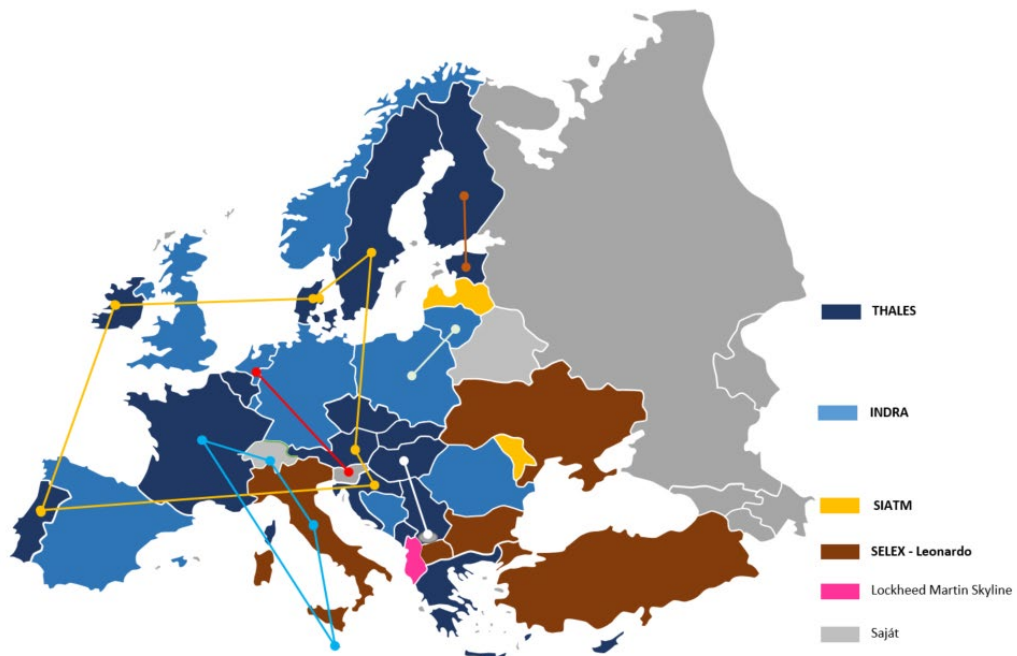
Az új, átjárhatóbb környezet kétségkívül intenzívebb fejlődési iramot diktál majd a rendszereket és funkciókat gyártóknak, amelyet egyedül a repülésbiztonsági követelmények fognak bizonyos mértékben lelassítani. Ezt a mértékletes, visszafogott és körültekintő magatartást érvényesnek és szükségesnek tekintem a jövőbeni ATM infrastruktúra és működési környezet tekintetében is, mivel a légiközlekedés, és e tekintetben a légiforgalom-szervezés biztonságkritikus jellege miatt csak és kizárólag a bevált (megbízható és üzembiztos) technológiák alkalmazásba vételére kerülhet sor [189]. Egy biztonságkritikus környezetben az elhamarkodott implementáció egyik példája a Boeing 737 MAX repülőgépek típushibából adódó, emberáldozatot is követelő balesetei, amelyek újfent intő példaként szolgálnak arra, hogy a légiközlekedésben tilos a megbízhatósági (tesztelési és ellenőrzési) folyamatot egyéb szempontokra (pl. piaci versenyhelyzetből adódó menedzsment-lépéskényszer) hivatkozva lerövidíteni, csorbítani, felülírni [190].

Az iparági környezetben kialakult partnerségek egyértelműen mutatják, hogy már elkezdődött az európai konszolidációs folyamat első fázisa, amiben az azonos rendszert üzemelő felek között szorosabb együttműködés formálódik (részelemek harmonizációja vagy integrációja). A transzformáció következő lépésében megítélésem szerint ezek a technológiai partnerségek fogják kialakítani a virtuális szolgáltatói környezetüket, harmadik lépésben pedig az azonos technológiát alkalmazók csatlakozhatnak a már kialakult virtuális központokhoz (ATSP-ként és esetleg ADSP résztulajdonosként is). A

folyamat negyedik szakaszában válhat majd elérhetővé a nem azonos típusú eszközök és funkciók moduláris összekapcsolása.

5.3 Virtuális központ kezdeményezések

A konvencionális környezetben már bemutatott (repülési adatfeldolgozó rendszerek) európai beszállítói környezeti ábrán külön bejelöltem a már létező jelentősebb technológiai partnerségeket, erősödő iparági formálódásokat. Álláspontom szerint ezek az együttműködések, mint irányadó jogyakorlatok jelentősen formálják majd a konszolidáció irányait, formáját, technológiai sztenderdjeit, sőt, megalapítói lesznek az új adatfeldolgozásra szakosodott szolgáltatói környezetnek. Ezek az elsőként megalakuló ADSP-k elsősorban önmaguk számára, később pedig már piaci alapon nyújthatnak adatintegrációs és disztribúciós szolgáltatásokat a hozzájuk csatlakozók számára.



66. ábra: Virtuális központ jellegű technológiai kezdeményezések (Készítette a szerző)

5.3.1 MULTILATERÁLIS TECHNOLÓGIAI SZÖVETSÉG

A COOPANS együttműködésben az ír, svéd és dán (2006), az osztrák (2010), a horvát (2011) és portugál (2018) léginavigációs szolgálat közösen fejleszti és implementálja a THALES TopSky [25] nevű ATM rendszerét a körzeti, közelkörzeti és repülőtéri irányítói munkakörnyezetébe [26]. Az osztrák és horvát szakértőkkel folytatott személyes konzultációk alapján azt a következtetést vontam le, hogy az együttműködést lassítja a közös fejlesztési ütemterv konszenzussal történő kialakítása, amely a felek prioritált, és

konszenzussal sorrendezett fejlesztéseit tartalmazza¹³⁴. A partnerség előnye viszont a fejlesztések költségmegosztása, valamint egy magasabb átjárhatósági szint közös elérése, amely az együttműködők számából adódóan akár technológiai fő irányvonallá is válhat. A COOPANS együttműködés eredményei, fókuszterületei az alábbi táblázatban láthatók¹³⁵:

ATM rendszer funkcionálisok	Összetett képességek	Jövőbeni rendszer funkcionálisok
<ul style="list-style-type: none"> – Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) – Controller-Pilot Data Link Communications (CPDLC) – Short Term Conflict Alert (STCA) – Medium Term Conflict Detection (MTCDD) – Conflict and Risk Detection (CARD) – Advanced Arrival Management (AMAN) – Free Route Airspace (FRA) 	<ul style="list-style-type: none"> – Complex TMA Areas – Large En-Route Sectors – Interface with Oceanic Airspace – Dynamic Sectorisation – Multiple Runways – Stripless Environments – Remote Towers 	<ul style="list-style-type: none"> – Java HMI – Virtualised training – Harmonised AMAN – Cyber Security – Free Route Extension – Time based separation – Flight Object – Virtualised Ops

67. ábra: COOPANS rendszerharmonizáció (készítette COOPANS adatbázis alapján a szerző)

A COOPANS partnerség előnyeit az egymással szomszédos a dán (NAIVAIR) és svéd (LFV) léginavigációs szolgáltatók a DK-SW FAB együttműködésben is kiaknázhatják¹³⁶.

¹³⁴ Kizárólag az összes tag által támogatott fejlesztések finanszírozhatók, tehát az egyedi igények nem feltétlenül teljesülnek.

¹³⁵ Jogszabályi követelményeknek és felhasználói igényeknek megfelelően.

¹³⁶ Annak ellenére, hogy a közös vállalati formációtól végezetül visszaléptek.

Szintén ideillő példa, amit már a konvencionális környezet bemutatásánál is már említettem, a litván léginavigációs szolgáltató is csatlakozott a Németországban, Egyesült Királyságban, Hollandia, Spanyolországban, Norvégiában és Lengyelországban alkalmazott INDRA fejlesztésű iTEC ATM rendszer felhasználói körhöz. Ezzel a megoldással a BALTIC FAB két tagja (PANSA, Oro Navigacija) a BALTIC FRA légtérben hatékonyabban tudja kezelni a térségben áramló forgalmat, és ez az ATM rendszerazonosság lehet az alapja a jövőbeni légtér és/vagy technológiai konszolidációs elképzeléseiknek.

5.3.2 BILATERÁLIS DINAMIKUS LÉGTÉRGAZDÁLKODÁS

A szintén példaként már említett finn és észt együttműködésű FINEST projektben tervezett dinamikus légiforgalmi irányítói felelősség átadás hatékonyságát növeli – és ezt egyfajta technológiai követelménynek is tekintem – ha

- az átvevő szolgálat ugyanazon ATM rendszerből kapja meg a léghelyzetképet és a térségre jellemző összes információt;
- biztosított számára az átvett felelősségi körzet felderítése és a folyamatos levegő-föld rádióösszeköttetés, valamint
- közvetlen föld-föld adat és kommunikációs kapcsolat van a szomszédos légiforgalmi szolgálatokkal és az illetékes légvédelmi egységekkel.

Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a két fél irányítói egységei egy integrált ATM rendszerben ugyanúgy kezelhetők, mint egy monolitikus ATM rendszerben menedzselte nemzeti irányítói szektorok.

5.3.3 NEMZETI RENDSZERINTEGRÁCIÓ

A virtuális központ koncepció egyik úttörője a svájci Skyguide léginavigációs szolgáltató. A nagy ambíciószám megítélésem szerint egy sajátos nemzeti üzletstratégiai szükségletből eredeztethető – Svájcban – az ország mérete és légiforgalmi komplexitása¹³⁷ ellenére, megítélésem szerint feleslegesen – két körzeti irányító központ működik, azonban a genfi és zürichi központok korábban eltérő ATM rendszerrel üzemeltek. A két rendszer közötti interoperabilitás hiánya, a központok izolált humán-erőforrás kapacitása, valamint a rendszerek életciklusának lejáta miatti kényszerhelyzetben a Skyguide vezetése hosszas előkészületeket követően a konszolidáció mellett döntött, amely lehetővé tette, hogy a két irányító központ végül egy

¹³⁷ Svájc területe 41.285km², 2019-ben az IFR repülések száma ~1,3 millió volt; összehasonlításként Magyarország területe 93.030 km², 2019-ben IFR repülések száma ~1,1millió.

közös ATM rendszerrel működjön [192]. A „One sky by one system” koncepciót követően 2015-ben indult útjára a Virtual Centre projekt, amely a nemzeti irányító központokat (beleértve a katonai repülőtereket kiszolgáló közelkörzeti és repülőtéri irányítói szolgálatait is) integrálja egy ATM rendszerbe [193]. A projekt kommunikációs stratégiájában fontos szerepet kap annak hangsúlyozása, hogy a virtuális központ koncepció teljes mértékben megfelel az Európai Bizottság infrastruktúra és légtér töredezettség-felszámolási törekvéseinek és összhangban van a SESAR kutatás-fejlesztési irányjaival.

E kategóriában érdemesnek tartom megemlíteni a nemzeti ATM rendszer-konzolidáció irányába tett hazai kezdeményezéseket is. A HungaroControl és a Honvédelmi Minisztérium közötti – hosszú múltra visszatekintő – együttműködés elmélyülésének jeleként született 2014 decemberében az a mindkét fél által támogatott elgondolás, miszerint a polgári-katonai léginavigációs feladatok összehangolása kapcsán kezdődjenek elemzések a katonai közelkörzeti és repülőtéri légiforgalmi szolgálatoknál kihelyezhető – a HungaroControl által üzemeltetett – THALES MATIAS munkahelyek létrehozásának lehetőségeit. Ez az évtizedek óta tartó konvergencia-folyamat egy olyan hosszú távú és kiemelt jelentőségű stratégiai döntési pontja, amely

- illeszkedik a polgári és katonai légiforgalom-szervezés több évtizede eredményesen zajló harmonizációs folyamataiba;
- jelentős mértékben befolyásolja a HungaroControl és a vele együttműködő katonai szervezetek viszonyát;
- új működési környezetet teremt a nemzeti légtér felügyeletében és légvédelemben érintett szereplőknek és
- új szemlélettel alakítja ki a nemzeti létfontosságú (különösen az ágazaton kívüli honvédelmi létfontosságú) rendszerelemek működési környezetét, a kritikus infrastruktúrák technológiai szerkezetét és az integrált nemzeti légtérelőrzési rendszer hatékonyságát.

A katonai légiforgalmi szolgálatok MATIAS rendszerrel történő kiszolgálása a rendszer képességeit tekintve alapvetően biztosítható, mivel az ATM rendszerben már korábban kialakításra került egy távoli munkahelyeket támogató funkcionalitás (távoli munkaállomások kihelyezésének lehetőségével tervezték a sármelléki és debreceni repülőterek légiforgalmi irányítói funkcióinak biztosítását). Az elképzelés megvalósításához szükséges távoli munkahelyek teljes repülőtéri és közelkörzeti funkcionalitással rendelkeznek, így elvileg biztosított a repülőbázisonként tervezett

három munkaállomás (a három repülőtérré összesen kilenc munkaállomás) létrehozatala, a katonai fél hadműveleti és a különleges jogrend szerinti működési feltételeinek figyelembevétele mellett.

A 2015-ben megkezdett szakmai szintű megbeszéléseken a felek tisztázták a megvalósíthatósággal kapcsolatos elvi lehetőségeket, a katonai alkalmazásba vételt meghatározó hadműveleti követelményeket és a tervezéshez szükséges előzetes információkat (pl. katonai közelkörzeti lokátorok paraméterei, adatkapcsolati igények). A felek külön egyeztették a katonai objektumokba történő betelepülés részleteit, az üzemeltetés finanszírozási kérdéseit, valamint a tesztelésre vonatkozó polgári és katonai eljárások közötti különbségeket. Ennek azért volt kiemelkedő jelentősége, ugyanis a polgári szttenderdek szerinti tesztüzem célja a MATIAS előzetes katonai alkalmazhatóságának vizsgálatára irányult, amely lehetőséget biztosít mind a polgári, mind a katonai fél számára, hogy fel tudja mérni a szükséges anyagi-technikai fejlesztéseket, valamint a szabályozói környezetre és humán-erőforrásra vonatkozó szükségleteket, feladatokat. A javasolt tesztüzem azonban nem helyettesíti a hadfelszerelés rendszerbe kerülésének és rendszerből történő kivonásának rendjéről szóló 10/2016. (III. 10.) HM utasításban foglaltakat.

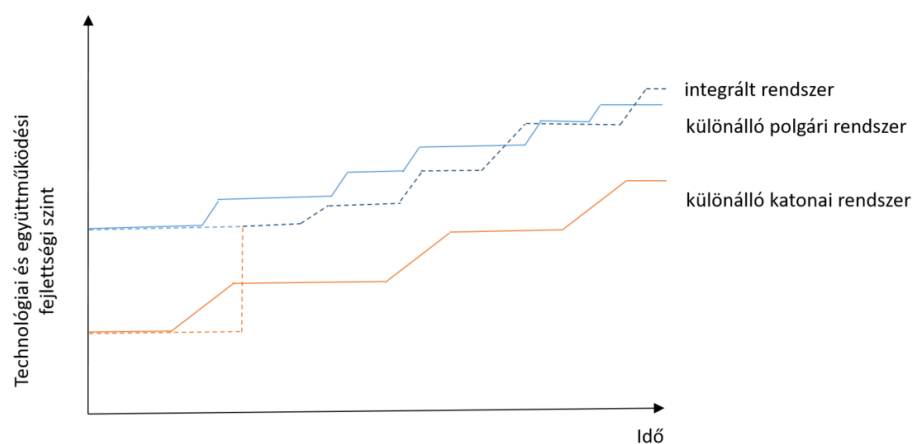
A hazai koncepció gyakorlatilag a svájci modellel azonosnak tekinthető: a különböző adatforrásokról (polgári és katonai szenzorok) érkező információk egy integrált nemzeti ATM rendszerbe futnának be, amely feldolgozza az adatokat és továbbítja a polgári és katonai munkaállomások felé. Mivel a polgári és katonai légiforgalmi szolgálatok jelenleg is koordinálnak a légtérszomszédosságból adódó felelősségi körülmények miatt, az azonos platformon történő munkavégzés egyszerűsíti, ezáltal hatékonyabbá teszi az együttműködést és növeli a repülésbiztonság szintjét (az automatizálás előnyei a HungaroControl körzeti, közelkörzeti és repülőtéri munkaállomásai között is tapasztalhatóak voltak). Az azonos munkafelület és adatok/információk használata csökkenti a repülésbiztonsági kockázatokat, gyorsabb és hatékonyabb forgalom-kezelést tesz lehetővé.

Egy közös technológiai platform kialakítása nem csak költséghatékonysági, munkamódszertani és repülésbiztonsági előnyöket szolgáltathat. Ahogy a finn vagy a svájci modellek is mutatják, védelem- és közlekedéspolitikai szempontok alapján a légiforgalom-szervezési infrastruktúra integráltsága széles skálán mozoghat, de leszögezhető, hogy a szorosabb együttműködésnek előfeltétele az ATM rendszerek integrációja. Egy közös ATM rendszer katalizátora lehet a léginavigációs és

légiforgalom-szervezési ökoszisztéma további elemei jelentős átalakításának: felsővezetői döntések esetén a rendszerintegráció biztosította környezetben például dinamikus légtér-gazdálkodás is kialakítható (pl. egymással szomszédos közelkörzeti légterek aktuális forgalmi terheléshez igazítása), de akár egyes szolgáltatások, funkciók integrációjának, delegálásának lehetősége is felmerülhet (utóbbi mindkét irányba értelmezhető). A polgári-katonai közös felhasználással szerzett tapasztalatokkal és javaslatokkal a nemzeti ATM infrastruktúra hatékonyabban fejleszthető, védettsége javítható, a költségek viszont alacsonyabbak, mint több különálló rendszer fenntartása és korszerűsítése.

A nemzeti ATM infrastruktúra vonatkozásában jogosan merül fel az a kérdés, hogy biztonsági szempontból a decentralizált vagy az integrált (centralizált) modell alkalmazása a preferált. A nemzetközi példák alapján úgy értékelem, hogy nincs egyértelmű bináris válasz, ugyanis a lehetőségek széles skálán mozoghatnak a teljes izoláltság és a teljes integráció között.

Mindazonáltal, álláspontom szerint a decentralizált modellben történő technológiai fejlődés és együttműködés előbb-utóbb korlátok közé szorul, és emiatt jelentősen elmaradhat a centralizált modellben elérhető szintekhez képest. A modellek fejlődési dinamikája közötti különbségeket az alábbi ábrán szemléltetem.



68. ábra: Technológiai fejlődési folyamatok (Készítette a szerző)

Az eltérő prioritások és szempontok alapján fejlesztett – beruházások idejében is eltérő – külön ATM rendszerek esetében sosem, vagy csak nagyon hosszú időtávon alakulhat ki az elvárt interoperabilitási képesség – ezt szemléltetik a sárga (katonai rendszer) és kék (polgári rendszer) folytonos vonalak¹³⁸. A fejlesztések természetesen a jogszabályi

¹³⁸ Az ábra egy feltételezett fejlesztési ívet mutat be, jellegét a MATIAS és az ERDIS rendszerek fejlesztési gyakorisága ihlette.

előírásoknak való megfelelés érdekében, hadműveleti követelmények alapján, valamint a felhasználói igényeknek és a technológiai trendeknek megfelelően történnek, de a két oldalon végzett beruházások időben és jellegében jelentősen eltérhetnek. Ráadásul, a katonai légiforgalmi szolgálatok esetében bizonyos polgári követelmények teljesítése nem is kötelező, mindaddig, amíg a szolgálat elsődlegesen műveleti repülések kiszolgálását végzi (kettős felhasználású repülőterek esetében viszont már követelmény a SES/EASA szabályok és sztenderdek teljesítése).

Az integrált modellre (centralizált adatfeldolgozó képességre) történő átállás (szaggatott vonalak) időigényes feladat, amelyhez az előkészítési fázisban jelentős erőforrás ráfordítás, koordináció szükséges. E szakasz végeztével a közösen kialakított és összehangolt transzformációs ütemterv alapján a rendszerek egy bizonyos időpontig még nem fejlődnek, hiszen a folyamat első lépése a rendszerintegráció lesz (virtuális központ megvalósítása). Ezt követően – ahogy a COOPANS együttműködésben is történik – lehet előkészíteni a soron következő fejlesztési programcsomagokat. A folyamat egy időhorizonton belüli pillanatban utoléri a polgári rendszer fejlesztési ütemtervét, melyet követő időszakban már az integrált rendszer mindkét fél számára az eredeti ívhez képest magasabb értékre állítja a technológiai fejlettséget és a felek közötti együttműködés szintjét (a fejlesztések lépcsőzetességét és rendszerességét a felek határozzák meg).

Megítélésem szerint a centralizált (integrált) infrastruktúra a hazai jogszabályi és működési környezetben a decentralizált modellel legalább azonos szintű biztonsággal üzemeltethető. Az ország légterében nyújtott légiforgalmi irányítást támogató nemzeti polgári ATM rendszer (MATIAS), a kommunikációs rendszerek (beszédüzemű kommunikációs rendszer és VHF/UHF rádiók), a légiforgalmi állandóhelyű távközlési hálózat (AFTN-AMHS), valamint a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér műveleteinek kezelését támogató Advanced-Surface Movement Guidance and Control System (A-SMGCS) rendszer az üzemfolytonosságot biztosító kulcsfontosságú alpinfrastruktúrák. Mivel egy esetlegesen bekövetkező esemény – a bekövetkezés valószínűségétől függetlenül – jelentős hatással lehet az országos légiforgalmi irányító szolgáltatásra és a szolgáltatás csökkenése/kiesése jelentős vagy kimagasló kárértéket, biztonsági/védelmi kockázatot eredményez, a felsorolt rendszerek már most is kiemelt védettséggel és redundanciával működnek. A jogszabályban meghatározott kritériumok alapján beazonosított berendezések nemzeti létfontosságú rendszerelemek, amelyek egyben ágazaton kívüli honvédelmi létfontosságú rendszerelemek is, tehát besorolásuk a katonai ATM eszközparkkal való összevonás esetén nem változik.

5.3.4 MULTILATERÁLIS ADATFELDOLGOZÓI SZOLGÁLTATÁS

Az ambíciózusabb törekvések követve a Skyguide, valamint az olasz (ENAV), a francia (DSNA) és a máltai (MATS) léginnavigációs szolgáltatók 2014-ben létrehozták a Coflight Cloud Services (CCS) elnevezésű portfóliót, amelyben az alábbi szolgáltatásokat kínálják a körzeti légiforgalmi irányító központok számára:

- valós idejű repülési tervadat feldolgozás;
- rendszerintegrációs tanácsadás és támogatás;
- adatkészletek validálása;
- légiforgalmi irányítók képzése;
- készenléti szolgáltatások.

A termékportfólió gyakorlatilag hasonló, mint a bankszektorban alkalmazott „back office” adatközpont struktúrával, amely kiszolgálhatja a hozzá csatlakozó fiókokat, funkciókat. A CCS együttműködés a francia THALES és az olasz LEONARDO ATM rendszergyártókkal közös technológiai partnerségben működik (ez megítélésem szerint hűen tükrözi a gyártói oldalon is beazonosított piaci potenciált). A felek 2014-2016 között kidolgozták a megvalósíthatósági elemzéseket, 2017-2020 között a fejlesztések és tesztelések zajlottak, és a tervek szerint a szolgáltatás 2022-ben éri el a teljes működési képességet.

5.3.5 TÁVOLI ADATFELDOLGOZÁSI KÉPESSÉG

A virtuális központok egyik fő jellemzője, hogy az adatforrások és az adatfeldolgozás földrajzilag elkülönülnek egymástól. A két elem közti nagy távolság önmagában még nem jelenti azt, hogy az adatfeldolgozás virtuális lenne, hiszen például Németország vagy Svédország földrajzi adottságait tekintve, a monolitikus infrastruktúrában a legtávolabbi szenzorok és az ATM rendszer (irányító központ) közötti távolság akár több száz kilométer is lehet.

Amennyiben azonban az alábbi példák alapján vizsgáljuk a szolgáltatási környezetet, megállapítható, hogy a nagy távolságok mellett a távoli adatfeldolgozásnál több stakeholder együttműködése szükséges.

ATM adat, mint szolgáltatás: a Maastrich-i magaslégtéri irányító központ (MUAC) és a szlovén léginnavigációs szolgálat (Slovenia Control) 2015-ben közösen indított ATM Data as a Service (AaaS) elnevezésű projektje egy olyan távoli ATM adatfeldolgozó rendszer koncepció kidolgozását célozta, amely képes két vagy több légiforgalmi szolgálat

kiszolgálására [24]. A három évre tervezett, 2,45 millió EUR uniós K+F finanszírozású projektben az uniós vízió szerinti ADSP-ATSP modell kidolgozására került sor.

A projekt három részből állt:

Az első fázisban a MUAC által feldolgozott helyi repülési és radaradatok továbbításra kerültek a szlovén irányító szolgálathoz kihelyezett MUAC munkaállomásokra¹³⁹ és irányítói munkafelületre¹⁴⁰, ahol a szlovén légiforgalmi irányítók ellenőrzött körülmények között rövid időre átvették az adott légtérben a légi járművek irányítását.

A második fázisban a MUAC adatfeldolgozó rendszere a szlovén fél által kialakított (ún. Open Controller Working Position) munkaállomásokra és irányítói munkafelületre továbbította az adatokat. E fázisnak jelentősége, hogy az adatfeldolgozó egy „nem konform” felhasználónak biztosított szolgáltatásokat.

A harmadik fázisban két távoli adatfeldolgozó rendszer került kialakításra, így MUAC és a Slovenia Control egymás teljesértékű (ADSP és ATSP) kényszerhelyzeti központjává váltak. Ezzel a megoldással nem csak az ADSP koncepció életképességét és költséghatékonyágát bizonyították a felek, de a gazdasági és forgalmi szempontból kisméretű szlovén léginavigációs szolgáltató gyakorlatilag stabilizálta, sőt pozícionálta magát a most formálódó piacon, ugyanis a kialakított infrastruktúrával Európa legnagyobb légiforgalmi szolgálatának lett a kényszerhelyzeti tartalék adatfeldolgozója. A szlovén irányítóközpont adatfeldolgozó rendszerének Hollandiából biztosított tartalék-képessége a nemzeti légtérben végzett szövetségi légtérrelőrzés szempontjából a magyar katonai fél számára is megnyugtató lehet. A magyar és szlovén honvédelmi miniszterek 2014. január 17-én aláírt repülő és légvédelmi szakterületeken történő katonai együttműködésről szóló megállapodása értelmében az olasz¹⁴¹ és a magyar légierő közösen végzik a szlovén légtérben végzett légtérrendészeti feladatokat [194, 195]. A polgári-katonai együttműködési modell Szlovéniában is ugyanaz: a nemzeti léginavigációs szolgáltató adatokat és információt szolgáltat a szlovén légi műveleti és irányítási központba (CRC), amely az olasz és magyar azonos feladatú katonai egységekkel együtt a spanyolországi CAOC TJ [196] alárendeltségébe tartoznak.

A fentiek tükrében, álláspontom szerint, a szlovén környezet több szempontból is hivatkozható jógyakorlattá vált az európai ATM környezet reformjait szorgalmazók számára.

¹³⁹ Controller Working Position

¹⁴⁰ Human-Machine Interface

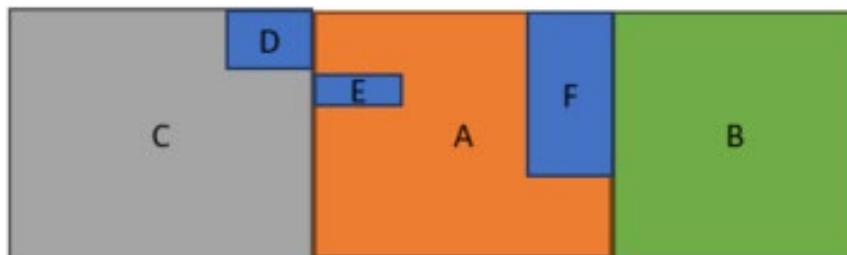
¹⁴¹ 2004 óta Olaszország látta el egyedül a feladatokat, NATO-szövetségi hozzájárulás részeként.

1. Az AdaaS projekt igazolta az ADSP elvi modell gyakorlati működőképességét, hiszen az infrastruktúra lehetővé teszi az eltérő technológiai platformokkal rendelkező légiforgalmi szolgáltatók csatlakozását az új adatszolgáltatási környezethez.



69. ábra: Szlovénia és a környező országok ATS delegált légterei (Készítette a szerző)

2. A szlovén léginavigációs szolgáltató felelősségi területe jelentősen eltér az országhatártól, ugyanis a szomszédos léginavigációs szolgáltatókkal¹⁴² kötött kétoldalú megállapodásokkal számos ATS delegált légtér átadásra és átvételre került. Ennek eredményeként például Szlovénia keleti részén kialakított MURA szektorban az osztrák légiforgalmi szolgálat működik, amely szomszédos a magyar légiforgalmi szolgálat területével. A MURA térség alatti ellenőrzött és nem ellenőrzött légtérrészben a Slovenia Control továbbra is szomszédos a HungaroControl irányító egységeivel. A korábban használt kapcsolati ábra alkalmazásával a szlovén környezet az alábbiak szerinti:

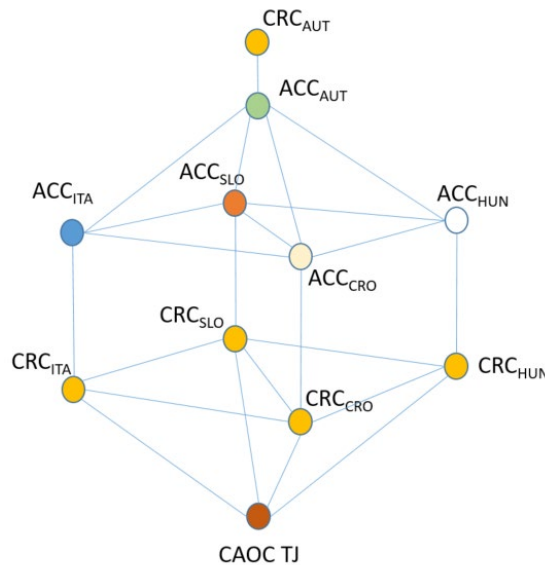


70. ábra: A szlovén légtér környezete (szerkesztette: Szerző)

¹⁴² Olasz, horvát, de különösen az osztrák féllel létrejött egyszerűsített szektorhatárok.

Ahol „A” Slovenia Control, „B” HungaroControl és „C” ENAV felelősségi körzetei, illetve „D” az olasz fél által a szlovén félnek, „E” a szlovén fél által az olasz félnek és „F” a szlovén fél által az osztrák félnek légiforgalmi irányításra átadott légtérrésze.

3. Az ország korlátozott légvédelmi képességei okán a Szlovénia a nemzeti légtérrendészeti feladatokat két szomszédos szövetségi partnerállam erőforrásainak igénybevételével látja el. Megteremtették az országhatárokon átnyúló szövetségi műveletek jogi, technikai és eljárási feltételeit, ezáltal a nemzetközi fegyveres légvédelmi készenléti erők akadálymentes határátlépése és műveleti alkalmazása a NATINADS keretében biztosított¹⁴³.



71. ábra: Slovenia Control polgári és katonai repülésirányítói kapcsolati hálója
(Készítette a szerző)

A térség polgári légiforgalmi és katonai légtérelőrző szervezetek közötti együttműködési viszonyt a fenti kapcsolati háló szemlélteti, ahol az ACC-k a körzeti irányító központok, a CRC-k pedig a nemzeti légi műveleti és irányítási központok (alsó index szerint SLO – Szlovénia, HUN – Magyarország, CRO – Horvátország, ITA – Olaszország, AUT – Ausztria), CAOC TJ pedig a NATO Combined Air Operation Centre Torrejon központot jelenti.

Koszovói magaslégtéri irányítási modell: Ahogy azt az előző fejezetben is már kifejtettem, a HungaroControl nem közvetlen országhatár-szomszédossági környezetben (tehát remote viszonyok között) nyújtja a körzeti légiforgalmi irányítást, amelyhez a

¹⁴³ Beleértve a NATO alárendeltségű légtérrendészeti feladatban a szükségeszerű tűzmegnyitás szabályait is.

szükséges adatokat – helyi telepítésű eszközök hiányában – a térségben CNS infrastruktúrát üzemeltető, Koszovóval szomszédos léginavigációs szolgáltatóktól vásárolja. Ez a megoldás az Európában általában jellemző többszörös lefedettségen alapul, és emiatt jóval költséghatékonyabbnak bizonyult a lokális infrastruktúrák kiépítése helyett.

A HungaroControl központjából biztosított légiforgalmi szolgáltatáshoz az alábbi, országhatárokon átívelő folyamatos és redundáns kapcsolatokat kellett kialakítani (a jelforrástól a jelfeldolgozásig és az irányítói munkaállomásokon történő megjelenítésig):

- a koszovói légtér lefedettségét biztosító radarok hálózata;
- levegő-föld kommunikációs kapcsolatot biztosító hálózatok;
- légiforgalmi irányító szolgálatok között hangkommunikációs kapcsolatok.

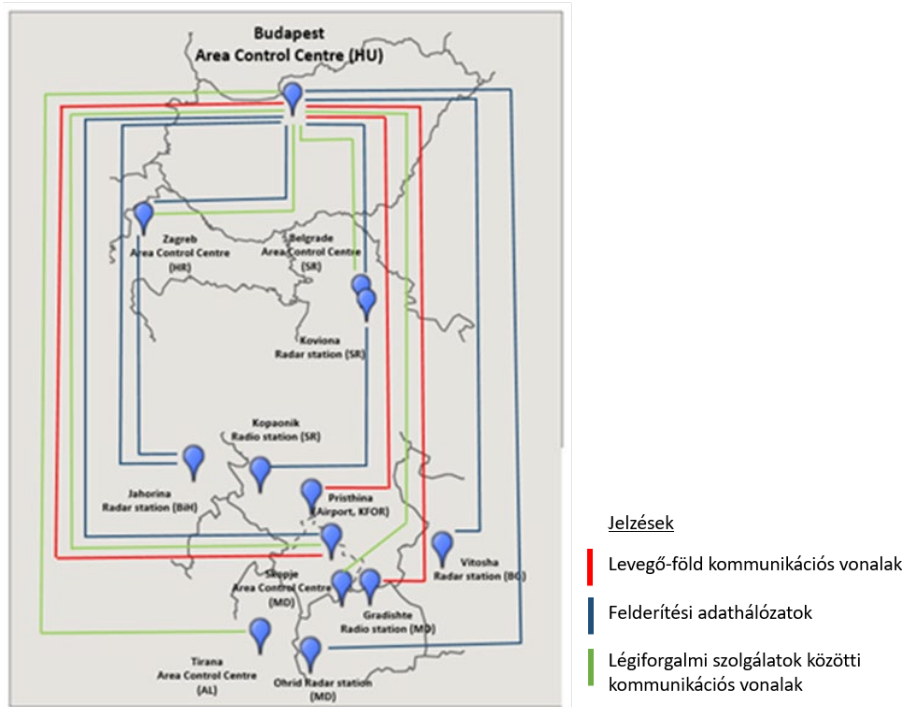
A HungaroControl az üzemfolytonosság és az abszolút (99,99%) biztosítottság érdekében többszörös redundanciát, illetve hatékony munkamódszertani eljárásokat alakított ki az adatforrásokra (lokátorok, rádióállomások), az adatkapcsolati hálózatokra, az adatfeldolgozásra, és a feldolgozott adat-megjelenítés hálózati elemekre.

A légiforgalmi irányítói szolgáltatáshoz elengedhetetlen redundáns levegő-föld hangkommunikációs kapcsolatot és radarlefedettséget, valamint a koszovói légtérrel szomszédos légiforgalmi irányító szolgálatok irányába a kétoldalú földi hangkommunikációs kapcsolatot úgy kellett kiépíteni, hogy az adatok továbbítását biztosító kereskedelmi szolgáltatók szerződésben garantálják a minimum 99,8%-os szolgáltatási folyamatosságot [197].

A 72. ábra általánosságban szemlélteti a koszovói magaslégtérben nyújtott légiforgalmi szolgáltatáshoz kiépített multilaterális légtérfelderítési és kommunikációs (levegő-föld, és irányító egységek közötti) környezetet. A sematikus ábrán szereplő adatkapcsolati vonalak természetesen nem a hálózatok valóságos földrajzi elhelyezkedését szemléltetik, azok többnyire nem ismertek a szolgáltatások megrendelő ügyfelek számára. Bár a telekommunikációs szolgáltatók üzleti és biztonsági szempontokra hivatkozva nem fedik fel hálózati útvonalait, a megrendelő a közbeszerzés és a szerződéskötés során előírhatják ennek ismertetését.

A koszovói magaslégtéri légiforgalmi szolgáltatáshoz kialakított infrastrukturális környezetet gráf-modellezéssel elemeztem és egyben igazoltam, hogy a módszer

alkalmas az összetett rendszerek, technológiai struktúrák mélyelemzésére¹⁴⁴. Az elemzés bizonyította, hogy a vizsgált környezet tetszés szerinti paraméterezéssel elemezhető (eszközállományok, adatkapcsolatok funkcionalitás, részegségek stb.).

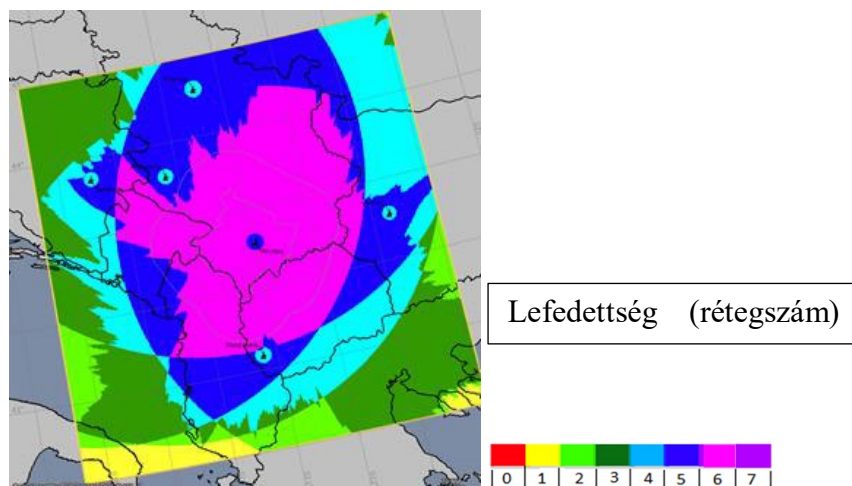


72. ábra: A koszovói magaslégtéri irányításhoz szükséges adatkapcsolatok (Készítette a szerző. Forrás: [197] alapján)

Az elvégzett elemzés a radaradat kapcsolati hálózatok vizsgálatára irányult. Az EUROCONTROL által biztosított szoftverrel számított, különböző repülési szintek szerinti (FL205, FL340, FL410) térségi abszolút radarlefedettséget az alábbi ábra szemlélteti. A gráf-modellezés a legnagyobb számú lefedettségi magasságtartományra (rétegszámra) értelmezve készült (tehát amikor a térségben repülő azonosított légi járművet 6 radarral detektálják).

A koszovói infrastruktúra elemzés nem terjedt ki a hálózati réteg elemzésére (a gráf modellben e1-e7 jelzésű élek), azonban kiemelendő, hogy a távoli körzeti légiforgalmi irányítási infrastruktúra robusztusságának meghatározásában, valamint a sebezhetőség beazonosításánál fontos szerepet tölt be a kommunikációs és adathálózatok, mint kritikus infrastruktúra elemeivel kapcsolatos kockázatok és követelmények feltérképezése is [198].

¹⁴⁴ Az adatforrások, az adatfeldolgozás és az irányítói munkaállomások közötti kapcsolatok, a hálózat sebezhető pontjai, felesleges, szükségszerű vagy hiányzó redundanciái stb.



73. ábra: Koszovói magaslégtér radarlefedettségi térképe FL410 repülési szinten
(Forrás: HungaroControl)

A koszovói irányítási infrastruktúra elemzésének egyik megállapítása, hogy a kockázatok csökkentése érdekében indokolt több szolgáltatói szerződéssel biztosítani az adatáramlás folyamatosságát. Az elemzést megelőző kutatásaim során a szakértőkkel folytatott interjúk felhívták a figyelmem arra, hogy szükséges előírni azon általános követelmény teljesülését, miszerint az adattovábbításhoz egyszerre álljon rendelkezésre mikrohullámú és földfelszín alatti hálózat. A HungaroControl által alkalmazott módszernek megfelelően a hálózatokat biztosító szolgáltatók számára javasolt előírni, hogy nem bérelhetnek egymástól vonalakat (ez különösen fontos garancia abban az esetben, ha nem ismertek a szolgáltatók hálózati útvonalai, viszont amennyiben lehetséges, a szerződésben javasolt kikötni a hálózati útvonalak ismertetését).

Kiberbiztonság tekintetében, a földi hálózat esetében TDM (Time Division Multiplexing) biztosítja az adatok védeltségét, de a kommunikációs rendszereknél egyre inkább elterjedő IP alapú vonalak alkalmazásakor 256 bites titkosítást is lehet alkalmazni minimum elvárásént (a kódolás egyébként a léginavigációs szolgáltató felelőssége).

Az IP alapú adattovábbítási technológia alkalmazása esetében – a szolgáltatás kiesése kockázatának kezelése érdekében – a szerződésekben rendszerbiztonságra hivatkozva kell meghatározni, hogy a hálózat minden eleme (berendezések, áramforrás, nyomvonal) szintén rendelkezzen redundanciával.

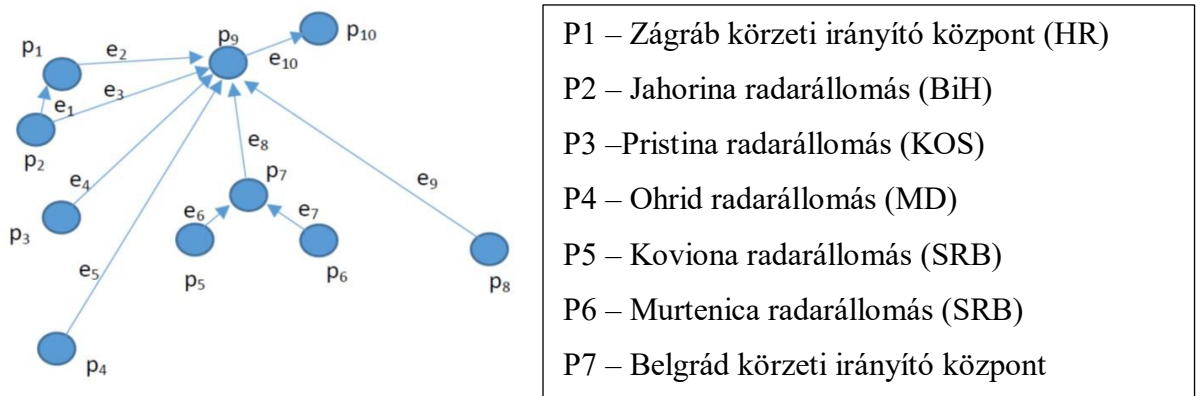
A hálózatok kiépítésénél előnyt jelent, ha az irányításra kijelölt léginavigációs szolgálat szomszédos ország légiforgalmi szolgálatával korábban már létesített adatkapcsolatot¹⁴⁵. A koszovói irányításhoz kialakított infrastruktúra alapja a Magyarországgal szomszédos

¹⁴⁵ Például telefonos összeköttetés és radaradatok továbbítása szerződés keretében biztosított vonalon keresztül

léginavigációs szolgáltatókkal már kiépített hálózati kapcsolatok (Zágráb-Budapest és Belgrád-Budapest interfész), kiegészülve további bérelt vonalakkal¹⁴⁶.

A HungaroControl – a THALES által biztosított, a MATIAS rendszertől független, de felépítésében és képességeiben vele teljesen azonos – KATIAS (Multi Radar Tracking System) adatfeldolgozási rendszerét a P7 pont jelöl a radarkapcsolati elemzésben. A P7 pont egy elemként kezeli a KATIAS valójában egymással redundáns (három) feldolgozó egységeit¹⁴⁷.

A modell egyszerűsítése érdekében a P10 pont szintén a HungaroControl összesen négy légiforgalmi irányító munkaállomásának együttes megjelenítése¹⁴⁸. A kialakított infrastruktúra körülményekből adódó jellemzője, hogy a légiforgalmi irányító munkaállomások és az adatfeldolgozó rendszer ugyanazon objektumban kerültek elhelyezésre, azonban a technológia lehetővé tenné a két funkció szétválasztását és az irányítói pozíciók diszlokációját egy távolabbi helyszínre is.



74. ábra: Radarhálózat irányított Gráf-modellje (Készítette a szerző. Forrás: [162] alapján)

A gráf-modell mátrixalgebrai elemzése megerősítette a tervezés és kivitelezés során is nagy hangsúlyt kapott szükségletet, miszerint elsődlegesen a távoli adatfeldolgozó rendszer (a P9 pontban szereplő KATIAS), másodlagosan pedig a P10 jelű munkaállomások a folyamatban olyan kulcsszerepet játszanak, aminek okán elengedhetetlen a többszörös biztosítottság kialakításra.

¹⁴⁶ Lásd e1 és e2 vonalak: Jahorina radarjelek közvetlenül és a zágrábi légiforgalmi irányító központtal kialakított vonalon keresztül is beérkeznek a HungaroControlhoz

¹⁴⁷ Fő rendszer (ún. Master) és annak tartaléka (ún. Slave), illetve mindkettő tartalékát biztosító ún. RFS

¹⁴⁸ A koszovói magaslégtérben két szektor üzemeltethető, egyenként 1-1 EC (Executive Controller) és PC (Planning Controller) pozícióval

5.4 Szolgáltatási környezet sérülékenysége

A légitforgalom-szervezési ökoszisztéma érzékenységét nem csak a hálózati komplexitás és a forgalmi volatilitás jellemzi, hanem az adatoktól, adatkapcsolatoktól és rendszerektől való szignifikáns függőség is. Egy légitforgalmi szolgálat működésében bekövetkező jelentős meghibásodás vagy teljes üzemleállás kockázati szintje elvileg alacsony, de valószínűsége mégsem zárható ki teljes mértékben. Annak ellenére, hogy az ilyen jellegű szélsőséges események ritkán fordulnak elő, az esetleges bekövetkezés hatásai így is jelentősek. Az alábbi három különböző szintű (helyi, körzeti és hálózati) példán keresztül szemléltetem a nem szokványos események bekövetkezésének körülményeit, következményeit.

Az abnormális lokális helyzetek egyik példája a 2012. december 7-én a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér irányító tornyában csőtörés okozta elektromos rendszer beázása következtében a rádió-kommunikációs, informatikai és az egyéb vezérlő rendszerek működésképtelenné váltak, így a repülőtér légitforgalmát ideiglenesen fel kellett függeszteni [199]. Hálózati szempontból a műszaki meghibásodás a budapesti induló/érkező légitforgalomban okozott fennakadást. Többek között ez az eset is indikátora, ösztönzője volt a budapesti légikikötő helyfüggetlenített kényszerhelyzeti (és második lépésben a fő) repülőtéri irányítási infrastruktúra kialakításának.

Jelentősebb kiterjedésű vis-major helyzetnek eklatáns példája a 2014. július 30-án Horvátországban bekövetkezett esemény, amikor az extrém nyári időjárás okozta heves esőzés miatti beázás és villámcsapás eredményeként a zágrábi körzeti légitforgalmi irányító központ (Zagreb ACC – az gráf modell P1 pontja) több órára leállt, a teljes légtér bezárásra került, a horvát repüléstájékoztató körzetet (FIR) érintő forgalmat a környező országok irányába terelték. A gyors helyreállítási munkálatok ellenére a központ csak 2 nap múlva érte el újból a teljes forgalmi kapacitási értékét [200]. A nem szokványos eset nem csak helyi szinten generált korrekciós intézkedéseket, ugyanis a FAB CE együttműködés tagjai a hálózatmenedzserrel közösen ennek apropóján dolgoztak ki egy olyan kétfázisos¹⁴⁹ kényszerhelyzeti működési és adatmegosztási eljárásrendet, amely lehetővé teszi a felelősségi térséget egyébként nem érintő légitjárművekről a repülési adatok gyors szétosztását, illetve beszerzését és ezáltal az átterelt és nem tervezett forgalom biztonságos kezelését. Megjegyzendő, hogy a kidolgozott protokollt a hálózat

¹⁴⁹ Az első protokoll a meghibásodást követő 3 órán belüli, a második fázis pedig a bekövetkezést követő 3 óra utáni intézkedéseket tartalmazza.

bármely részese jogykorlatként alkalmazhatja, mivel az eljárásnak nem része a műszaki meghibásodásban érintett légtér szomszédos irányító egységek általi eseti átvételének lehetősége¹⁵⁰.

A rendszer sérülékenységet szintén mutatja a 2018. április 3-án bekövetkezett esemény is, amikor egy háttérben végzett szoftverfrissítés következtében véletlenül teljes adatbázisvesztés történt az EUROCONTROL repülési tervek adatfeldolgozó (IFPS¹⁵¹) és taktikai áramlásszervezési (ETFMS¹⁵²) rendszereiben¹⁵³, amely a teljes hálózatra nézve okozott vészhelyzetet [201]. Az üzembiztonság érdekében a hálózatmenedzser két, fizikailag is elkülönített rendszert („operational” és „test” környezetet) üzemeltet, a protokollnak megfelelően az új szoftver verzió elsőként a tesztkörnyezetre került telepítésre. A szoftverfrissítések tesztelése az aktuális adatbázis áttöltésével történik, viszont mint kiderült, egy programozási hiba miatt az adatbázisok¹⁵⁴ a rendszerfrissítés során nem csak a tesztrendszerből, de az összes programból is egyidejűleg törölhetővé váltak. A hálózatmenedzser 10:26-kor¹⁵⁵ észlelte a hibát, és 11:01-kor hirdette ki a kényszerhelyzeti eljárását, amely 12:26-kor lépett életbe. A hiba forrása 13:00-kor került beazonosításra, a normál üzemmenetre történő visszaállást 18:00 órakor jelentették. A légitársaságok, repülőterek és légiforgalmi szolgálatok gyorsított manuális adatreprodukálása és az adatbázisok adatregenerációjának köszönhetően csak pár járat törlésére került sor. A hálózatban UTC 12:30-18:00 közötti időszakban a járatonként számított indulási forgalmi késés az átlagosan mért 3 percről 10 perce ugrott.

Az infrastruktúra sebezhetősége nagy löketet adott az amúgy is időszerű rendszerkorszerűsítési folyamatnak. 2019-ben az EUROCONTROL meghirdette az iNM¹⁵⁶ elnevezésű projektjét, amelynek eredményeként legkorábban 2023/24 magasságában kezdődhet a hálózatmenedzser egyes új komponenseinek üzembe állítása, míg a tervek szerint a teljes átállítás pedig 2029 magasságában fejeződik be. Az iNM már felhőalapú megoldásokkal, mesterséges intelligencia és gépi tanulás alkalmazásával végezné a

¹⁵⁰ A FAB CE munkacsoportja az opció részletes elemzését követően vetette el ezt az opciót

¹⁵¹ Initial Flight Plan Processing System

¹⁵² Enhanced Tactical Flow Management System

¹⁵³ Az a két alaprendszer biztosítja az európai légiforgalmi hálózat napi szintű ~30.000 ellenőrzött légitárműmozgásának kezelhetőségét, összehangolását.

¹⁵⁴ B a biztonsági mentéseket a brüsszeli székhelyű hálózatmenedzser franciaországi kényszerhelyzeti központjában is.

¹⁵⁵ A feltüntetett időpontok a légitársaságokban alkalmazott UTC-ben (koordinált világidő) értendők.

¹⁵⁶ integrated Network Manager

légiforgalomból származó big data elemzéseket és műveleteket. A rendszer az ígéretek szerint skálázható és kibervédett lesz [202].

Az irányító központnak jelentős mértékű meghibásodásból vagy üzemkiesésből eredeztethető radikális kapacitás-csökkenése hatásainak eredményes kezelése érdekében a HungaroControl folyamatosan (napi, heti rendszerességgel) koordinál a hálózatokat, valamint a radarokat üzemeltető szolgáltatókkal a radarállomások és vonalak működési státuszáról és az egyes javítások várható idejéről, időtartamáról. Így tehát nem csak az infrastruktúra tervezése és kialakítása, de az üzemeltetés és fejlesztések során is csökkenthetők az esetleges kiesésből, meghibásodásból adódó teljesítménycsökkenések. A koszovói infrastruktúra gráf-modellezéssel történő elemzése is megmutatta, hogy egy jövőbeni távoli légiforgalmi szolgáltatási környezet tervezésekor, a térség redundáns kommunikációs és felderítési lefedettsége vonatkozásában (legalább) az alábbi feladatok szükségesek [197]:

- a teljes légtér vertikumára vonatkozóan különböző magasságtartományokban végzett számítások;
- repülésbiztonsági kockázatok csökkentése érdekében a gyenge pontok beazonosítása és az optimális redundancia mértékének meghatározása;
- szolgáltatási és rendszerfenntartási díjak kalkulációja az elvárásokra méretezett ATM rendszer és a redundanciát biztosító szolgáltatói szerződések tükrében;
- a redundanciát biztosító rendszerpark üzemeltetési és karbantartási ütemterveinek előzetes összehangolása;
- kényszerhelyzeti eljárások kidolgozása;
- ATS delegált légtérben is együttműködés kialakítása a honvédelemmel a légtérvédelmi és légtérrendészeti kötelezettségek fenntartása végett.

5.5 Nem adatalapú teljesítménycsökkenés kockázatainak kezelése

A léginavigációs feladatokból, valamint a honvédelmi kötelezettségek teljesítésének támogatásból eredeztetett üzembiztonság fenntartása miatt nem csak az adatok folyamatos rendelkezésre állása és a légiforgalmi szolgálatok informatikai rendszereinek kiberbiztonsága kiemelten fontos területek, legalább ugyanilyen fontosságú a légiforgalmi szolgálatok telephelyeinek és objektumainak biztosítása is.

Az objektumok és funkcionálisok védelme magától értetődik a honvédelmi érdekből nemzeti létfontosságú rendszerelemmé kijelölt rendszerelemet üzemeltető légiforgalmi irányító szolgálat ellátásáért felelős szervezetnél, de amennyiben a monolitikus

infrastruktúra modell helyett távoli szolgáltatások alkalmazására is sor kerül, ezt a biztonsági és védelemi szükségletet ki kell terjeszteni a szolgáltatásokat nyújtó külsős felek irányába is. Ebből adódóan, a kiemelten védett objektumok körét immáron nem csak nemzeti dimenzióban, hanem a léginavigációs és légiforgalmi szolgálatok funkcióinak portfólióját e szempontok alapján kell újra kategorizálni. A felülvizsgálat során azoknál az elemeknél, amelyek a távoli technológiák és szolgáltatások alkalmazásával kiváltásra kerülnének a monolitikus környezetből, ismételten meg kell vizsgálni a honvédelmi érdekből nemzeti létfontosságú rendszerelemmé történő kijelölés szükségességét. A folyamat ezen pontján logikusan két döntés születhet:

- A) az adott rendszerelem és funkció nem kerülhet kiváltásra távoli technológiával és nemzetközi partnerrel vagy
- B) a távoli technológiával együttműködő nemzetközi partner számára kötelező érvényűek lesznek (legalább és nem kizárólagosan) a nemzeti léginavigációs szolgálat irányába támasztott követelmények.

A távoli technológia alkalmazására vonatkozó döntés esetén a szolgáltatásokat nyújtó félnek tehát nem csak saját nemzeti, de a nemzetközi partner követelményei alapján kell kialakítani a megfelelő szintű védelmi rendszereket, figyelembe véve a védett épületben dolgozók és az oda látogatók körét. Az előzetes elemzések során részletekbe menően be kell azonosítani az adott létesítmény üzemeltetésével és a benne folyó tevékenységekkel kapcsolatban esetleg előforduló lehetséges kockázatokat.

A kockázatok szimulációja és értékelése során vizsgálni kell a kockázatok bekövetkezési valószínűségét, okozott hatásait, és mind ezek alapján kell olyan intézkedéseket előírni, amelyek preventív módon segítik a kockázat bekövetkeztének elkerülését, illetve proaktív módon csökkentik a hatásokat [203].

A virtuális központok kialakítása során figyelemmel kell lenni az eszközök és berendezések be- és elszállításával, eltárolásával és telepítésével, illetve üzemeltetésével kapcsolatos logisztikai szükségletekre és a kapcsolódó áru és személyi mozgásokra is. A helyi és távoli adatfeldolgozó központok és légiforgalmi irányító munkaállomások vonatkozásában különösen nagy jelentősége van telephelyek elhelyezkedésének, különösen azok megközelíthetőségének és védhetőségének. A biztonság két legfontosabb eleme a kiemelten védett létesítmények fizikai őrzés-védelmét biztosító fegyveres biztonsági őrség, valamint a különböző védelmi eszközök, rendszerek.

„A kiemelten védett épületek komplex biztonsága érdekében szükség van a védelmi rendszerek megfelelő szintű kialakítására, és ha kell, ezek változtatására, kiegészítésére

speciális megoldásokkal. A kockázati tényezők közül a robbantásos cselekményeket kiemelten kell kezelni, mivel azok a környezetre, az épületekre és nem utolsósorban az emberi szervezetre komoly pusztító hatással vannak.” [67]

A létesítményt veszélyeztető külső károkozás, különösen a robbantások hatásait figyelembe véve az épületek környezetében a védőtávolságokat kell tartani, olyan számvetéssel, hogy a légnyomás változása a távolsággal fordítottan és hiperbolikus arányban csökken. A kiemelten védett objektum besorolású távoli adatfeldolgozó központnak vagy remote légiforgalmi szolgálati munkahelynek rendelkeznie kell bizonyos szintű ún. periméter védelemmel, amely magasabb védelmi szint elrendelése esetén további intézkedésekkel növelhető [205]. Ilyenek lehetnek például a közúti és gyalogos közlekedést korlátozó ideiglenes akadályok és kordonok a védendő létesítmény megközelítésének útvonalán és közvetlen környezetében. A gépjárműforgalom ellenőrzésére gyorsan telepíthető, betonból készült vagy az acélszerkezetű elemek [206]. Indokoltnak tartom felhívni a figyelmet, hogy a kiemelten védett objektumokat nem csak felszíni, de légi kontaktok elleni védelemre is fel kell készíteni. Néhány légiforgalmi irányító központ¹⁵⁷ elhelyezkedésének és környezetének vizsgálata alapján megállapítottam, hogy az objektumoknak a repülési nyomvonalakhoz, különösen a siklópálya végső megközelítési szakaszához való közelsége már az épületkarbantartási és beruházási feladatoknál is gondot jelenthet [207]. Ráadásul ezen nyomvonalak miatt a létesítmény felett korlátozott vagy tiltott légtér kijelölése nem is lehetséges, tehát a légi járművek távoltartására sokszor nincs lehetőség, ez pedig növeli a létesítmény sebezhetőségének kockázatát.

Mindamellet, a pilóta nélküli légi járművek (drónok) polgári célú alkalmazására is egyre nagyobb igény mutatkozik. A feltörekvő iparág jelentőségét mutatja, hogy a hazai kormányzat támogatásával, az Innovációs és Technológiai Minisztérium, a Széchenyi István Egyetem, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, valamint a HungaroControl kezdeményezésére és több mint hatvan iparági szereplő részvételével 2021 májusában megalakult a Magyarországi Drón Koalíció, amelynek célja az – 5G és a mesterséges intelligencia területén már megalkotott dokumentumhoz hasonló – nemzeti stratégia kidolgozása. A koalíció további célkitűzése a drónok széleskörű elterjedésének ösztönzése a biztonságos üzemeltetés, és támogató jogszabályi keretrendszer mellett [208]. Ahogy a 2019 szeptemberében bekövetkezett Aramco állami olajvállalat szaúd-

¹⁵⁷ Például HungaroControl – Budapest, RLP CR – Jenec, Austro Control (Bécs)

arábiai olajtermináljai elleni tömeges dróntámadás is mutatja [209], a drón proliferáció egyértelműen növeli a kritikus infrastruktúrák, így a monolitikus és távoli léginavigációs rendszerek szándékos károkozásból eredő légi behatásainak kockázatát, aminek okán hatékony megelőző és aktív védelmi intézkedések, technológiák alkalmazása válik szükségessé.

Az épületen belüli szándékos károkozás (beleértve a robbantásokat is) kiküszöbölése tekintetében elsősorban az objektumba való beléptetésre kijelölt helyiségekre és a létesítményen belüli mozgás szakaszolására (ellenőrző-áteresztő pontok, jogosultsági zónák, stb.) és ellenőrzésére (beléptető rendszerek, biztonsági kamerák stb.) kell nagy hangsúlyt fektetni [67].

A kiemelten védett objektumok sérülékenységeinek vizsgálatát indokoltnak tartom kiterjeszteni a szolgálati tevékenységek végrehajtásához szükséges összes háttérinfrastruktúrára és funkcióra¹⁵⁸, ugyanis megítélésem szerint csak a részleteiben kidolgozott védelmi eljárások és redundancia esetén lehet a monolitikus rendszer vagy a nemzeti létfontosságú rendszerelem alternatívájaként kezelni és üzembiztosnak értékelni egy távoli szolgáltatást nyújtó létesítményt.

5.6 Az adatok és információk jelentősége

Ahogy az korábban már többször elhangzott, a légtér ellenőrzése és a légiforgalom irányítása adatfüggő tevékenység, amelyből adódóan az információ előállítása, kezelése, tárolása, elosztása és megjelenítése kiemelt jelentőséggel bír a polgári légiforgalmi szolgálatok és a honvédelem számára egyaránt [75]. A nemzeti monolitikus léginavigációs rendszerek adatfeldolgozó elemei (mint a közlekedésszervezés és irányítás infokommunikációs rendszerei, illetve a védelmi szférához kapcsolódó polgári riasztási részelem) nem csak kritikus infrastruktúrák, de nemzeti kritikus információs infrastruktúrák is egyben [76].

Napjainkra az egyre inkább automatizált légiközlekedés és légiforgalmi szolgálat megfelelő minőségű, valós időben rendelkezésre álló és teljes körű adatbázisokat és információkat alkalmaz, melyek rendszereit és információs hálózatait megfelelő védelemmel kell ellátni.

A nagymennyiségű adatokat igénylő új technológiák, mint például a mesterséges intelligencia nagyobb lendületet adhat a monolitikus légiforgalom-szervezési

¹⁵⁸ Például közművek (víz, gáz, villany), hulladék elszállítás, dolgozói étkeztetés stb.

infrastruktúrák átalakulásának. A Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020-2030 dokumentum is kiemelt figyelmet fordít a mesterséges intelligencia alapú alkalmazások által leghatékonyabban fejleszhető szakrendszerek – így a gyártás, agrárium, egészségügy, államigazgatás, logisztika, energetika mellett a közlekedés – támogatásának lehetőségére [73].

Az új technológiák versenyképesség-növelési lehetőséggel is kecsegtetnek, átalakítják a munkaerőpiacot és a működési környezetet, mindazonáltal bevezetésük és alkalmazásuk nemzeti szuverenitási kérdés is egyben. Fontos megjegyezni, hogy a jövőben a mesterséges intelligencia és a földi infrastruktúrákat kiegészítő, (bizonyos helyzetekben akár kiváltó) műholdas technológiákon alapuló szolgáltatások (SATCOM, SATNAV, SATSUR) nem csak a légiforgalom-szervezésben fognak teret nyerni a forgalom dinamikus menedzselésével, az önvezető járművek adatfeldolgozásával, az ideális útvonali és szabványosított érkezési/indulási repülési trajektóriák számításával [3], vagy az optimális sektorszerkezetek meghatározásával, de egyben új támadási felületeket és módszereket is jelentenek a (monolitikus vagy virtuális) léginavigációs infrastruktúrák kibervédelmi rendszereit tekintve.

Ennek okán, ebben a környezetben különösen felértékelődik a nemzeti oldalon az elemzések, döntések, álláspont képviselő és stratégiai partnerségek jelentősége, ugyanis a konszolidálódó iparági környezetben csak ennek megfelelően lehet pozicionálni az államot és kulcsszereplőit (léginavigációs szolgálat, iparági szereplők). Míg az uniós erőterben meghatározó szerepet betöltő – és akár gyártói háttérrel/támogatottsággal – rendelkező államok proaktívan igyekeznek alakítani a konszolidációs folyamatokat, egy hazánk méretű és gazdasági és technológiai képességű ország esetében az adaptív magatartás lehet a megoldás a változó iparági környezetben az elért pozíció megtartására vagy előnyök megszerzésére. A változásokhoz való rugalmas és alkalmazkodó hozzáálláson túl természetesen szignifikáns döntési pont, hogy a léginavigációs szolgálat az új technológiák tekintetében a gyors fejlődést biztosító, de kockázatos önállóság vagy a térségi/funkcionális stabilitást szavatoló, de függőségi viszonyrendszerű partnerségi, szövetségi formáció szellemében alakítja ki hosszútávú üzletstratégiáját és közlekedéspolitikáját.

5.7 Távoli szolgáltatások elemzésének szükségessége

A független monolitikus rendszer megtartásához vagy a szorosabb partnerségekhez, rendszerintegrációhoz, esetleg hibrid szolgáltatásmegosztási modellek kialakításához

szükséges döntések meghozatala a léginavigációs szolgáltató oldalán a menedzsment, tulajdonosi oldalon pedig az állam szakmapolitikai szinten születnek. Mindkét szint döntését egy több elemből álló komplex szempontrendszerű mérlegelési folyamatként vizionálom, amely megítélésem szerint legalább az alábbi alapelemekből tevődik össze:

- stratégiai és versenytás-elemzések – elképzelhető-e hosszú távon a függetlenség és pozíció fenntartása; illetve a jelentkező/kiválasztott iparági szereplő mennyire tekinthető közlekedés és védelempolitikailag hosszú távon is támogatott iparági partnernek;
- pénzügyi-gazdasági és piacelemzések – mennyivel előnyösebb az önálló infrastruktúra helyett társulási formában tovább működni, garantált-e az állam (tulajdonos) számára az őt megillető bevételi szint megtartása (beruházások megtérülése), de még inkább annak növelése;
- technológiai és repülésbiztonsági elemzések – megbízhatóbb-e a tervezett konszolidált rendszer és a kooperáció az önállóan fenntartott és fejlesztendő működés helyett;
- légit közlekedés- és kritikus infrastruktúra védelmi elemzések – garantált-e a kiszervezett vagy integrált infrastruktúra fizikai és kibervédelme, illetve miként szavatolható az adattovábbítás folytonossága a nemzeti légtérel ellenőrzésben érintett katonai felek irányába/irányából béke és minősített időszakos működés során egyaránt, lehetséges-e indokolt esetben az infrastruktúra függetlenítése.

Ezen alapkérdések természetesen lefedhetők (akár ki is egészíthetők) számos elemzési metodikák alkalmazásával, mint például SWOT [210] vagy STEEPLE és PESTLE módszerek, amelynek keretében az erősségek, gyengeségek, kockázatok és lehetőségek mélyebb szintű értékeléséhez politikai (P), gazdasági (E), társadalmi (S), technológiai (T), jogi (L), környezeti (E) és humán-erőforrás (E) aspektusok részletesebb analízise tárhat fel hasznos és szükséges információkat¹⁵⁹.

A részletes elemzések végeredményeként egy olyan légiforgalom-szervezési infrastruktúra kialakítására kell törekedni, amely teljesíti az alábbi követelmények mindegyikét:

1. Moduláris: a nemzetközi szakanyagokban ez az elvárás a „skalázható” fogalomként jelenik meg; a tervezett rendszernek képesnek kell lennie igazodnia

¹⁵⁹ Az egyes elemek mélyebb szintű elemzésével (akár pl. SWOT módszer alkalmazásával is) további hasznos és szükséges információkat tárhatunk fel.

a forgalmi, technológiai igényekhez és jogszabályi követelményekhez, elemei a felhasználói igények szerint cserélhetőek és fejleszthetőek, ezáltal növelve a teljesítményt, megtartva az üzembiztonsági szintet, csökkentve a kitétséget.

2. Interoperabilis: nemzeti és nemzetközi környezetben az infrastruktúra képes a vele együttműködő katonai és polgári rendszerekkel való hatékony együttműködésre, a szabványokban és technológiában bekövetkező változások könnyen és biztonságosan átvezethetőek [211].
3. Telepíthető: a távoli szolgáltatások és technológiák elterjedésének korszakában a rendszereknek helyfüggetleníthetőeknek kell lenniük. Az állandó, vagy ideiglenes diszlokációs követelmény nem csak az előző két képességből adódó rugalmas cserélhetőséget jelenti; bizonyos esetekben felmerül az igény az adott szolgáltatás vagy funkció távoli környezetben való alkalmazására. Ez lehet szolgáltatás-mobilitási lehetőség, de előfordulhat olyan eset, amikor vis-major körülmények miatt van szükség az áttelepítésre.
4. Reziliens: a technológia és a szolgáltatások legyenek ellenállóak a különféle káros behatásoknak, legyen az fizikai vagy kiber jellegű.

5.8 Virtuális ATM adatfeldolgozó központok hálózati kitétségének elemzése

A virtuális ATM adatfeldolgozó rendszerek jövőbeni elterjedését megelőzően szükségesnek tartom megvizsgálni azt a kérdéskört is, miszerint milyen kockázatokat rejtnek magukban a több repüléstájékoztató körzetet egyszerre kiszolgáló központok, annak függvényében, hogy az érintett térségek egymással szomszédosak vagy a virtuális központ Európa különböző részein működő légiforgalmi szolgálatok részére nyújt szolgáltatásokat.

A fenti kérdések elemzéséhez az alábbi gondolati ívet alkalmaztam a HungaroControl szakmai elemzői munkacsoportja együttműködésével. Ahogy azt már egy korábbi ábrán szemléltettem, az európai ATM rendszerkörnyezet nem homogén – az egymással valamilyen térségi partnerségbe (pl. FAB-ok) tömörült léginavigációs szolgálatok nem feltétlenül tartoznak ugyanazon rendszerbeszállítóhoz, de természetesen az is előfordul, hogy egymással szomszédos országok azonos rendszert üzemeltetnek.

Kiindulva feltételezésből, miszerint a technológiai evolúció következő fázisában elsődlegesen az azonos ATM rendszert alkalmazók körében formálódnak virtuális központ partnerségek, a kooperációk kialakulhatnak szomszédossági alapon (pl. FINEST projekt), de nem zárom ki a lehetőséget annak, hogy akár egymástól távoli felek között is

létrejöhetnek új szolgáltatói együttműködések (pl. COOPANS, AaaaS). Ebből adódóan a jövőben bizonyosan fennmaradnak monolitikus infrastruktúrák, a megjelenő virtuális központok pedig

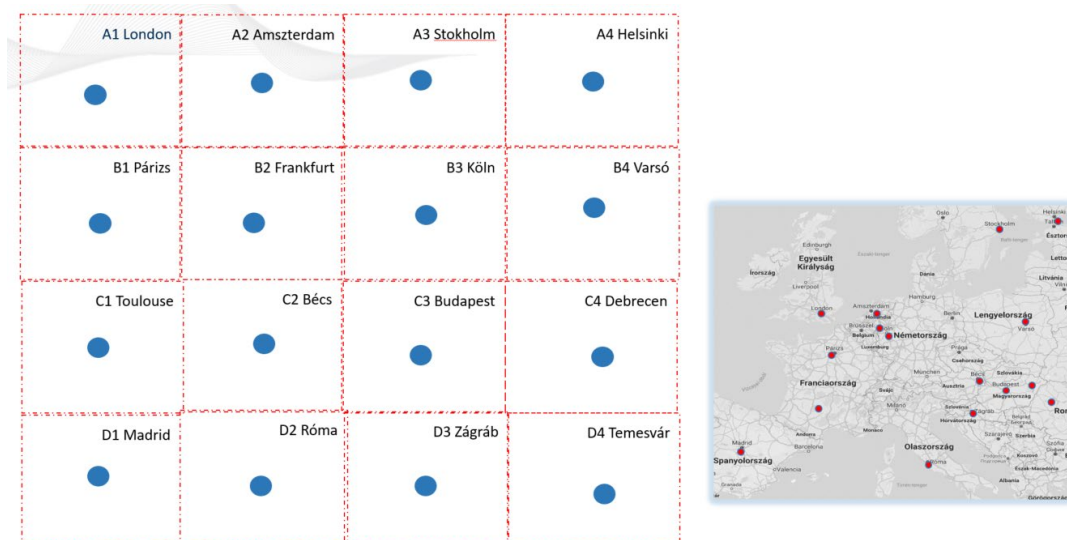
- a) térségi jellegűek lesznek, tehát az egymással földrajzilag szomszédos felek légiforgalmi szolgáltatásait fogják biztosítani vagy
- b) diverzifikált szolgáltatási környezetet teremtenek, miszerint Európa különböző részein működő – egymással nem szomszédos – légiforgalmi szolgáltatók részére biztosítanak adatokat.

Véleményem szerint, egyes léginavigációs szolgáltatók feltételezhetően elsődlegesen szuverenitási, polgári-katonai függőségi, üzembiztonsági vagy gazdaságossági okokra hivatkozhatnak majd a monolitikus rendszerük fenntartása érdekében. A virtuális rendszerek vonatkozásában, amíg a szomszédossági viszonyban a légtér optimalizációjára hivatkozva lehet technológiai konszolidációt indítani, addig a nem szomszédos felek pont ebben az interfészek nélküli viszonyban (szomszédosságból adódó ráutaltság hiányában) és a távolságokban, illetve az erősebb iparági formációban látják a garanciát egyes szolgáltatásaik és funkcióik védelméhez. Ez utóbbi esetében azonban fontos megemlíteni, hogy amiként az adatfeldolgozás, úgy a légiforgalmi szolgáltatások mindegyike is helyfüggetleníthetővé válnak, tehát az ADSP elvi modell alapján a szomszédosság nem feltétlenül lesz számottevő tényező.

A virtuális központok kitértségének feltérképezésére az alábbi három elemzési módozatot javasolt használni [212].

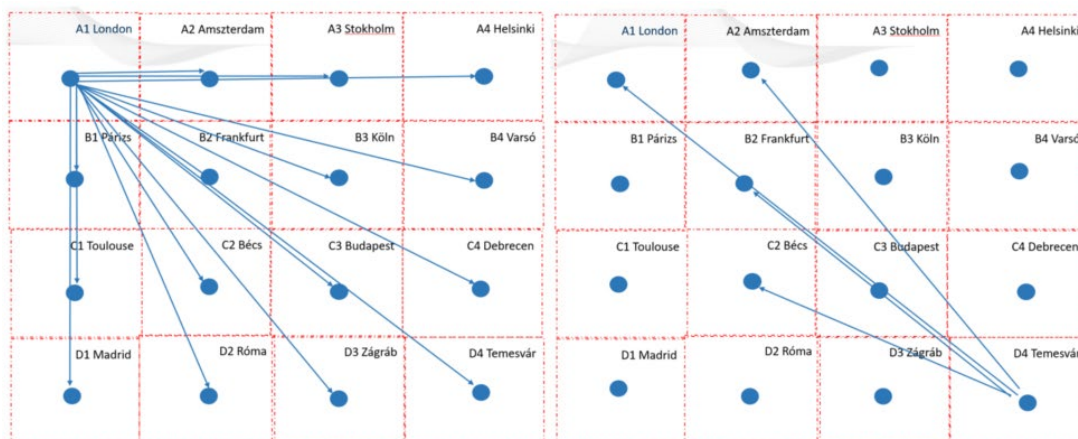
Egyszerűsített hálózati modellezés: ebben a vizsgálatban Európa egyes országainak megjelenítését leegyszerűsítettem egy tizenhat elemből álló négyzethálóra, amelyben a négyzetek egy-egy repüléstájékoztató körzetet szimbolizálnak. Komplexebb elemzés esetén a háló természetesen tetszés szerint bővíthető, sőt, a négyzetek helyettesíthetők más két vagy akár háromdimenziós geometriai formákkal.

A négyzeteket bal fentről jobbra és lefele A1-D4 számozással láttam el, illetve minden négyzet középpontja kapott egy szimbolikus városnevet is.



75. ábra: Egyszerűsített légitforgalmi hálózati modell (Készítette a szerző)

A modellhez egy egyszerűsített forgalmi struktúra is készült, amelyben a négyzet középpontjából kiinduló vektorok jelölik a légitölekedési várospárokat. Ahogy a valóságban is, az egyes négyzetek középpontjából kiinduló vektorok (mint a térségből vagy repülőtérről az induló forgalom) számosságukat tekintve súlyozást kaptak¹⁶⁰, ezzel szemléltetve az európai légitforgalmi hálózatra jellemző aszimmetrikus forgalmi rendeződést. Ezzel tehát az egyes négyzetek középpontja európai elosztóközpont (HUB), míg mások regionális repülőtérhez jellemző vektormennyiséggel kapcsolódik más „országokhoz”. Komplexebb elemzés esetén a statisztikai adatbázisokból nyert város-pár vagy térségi forgalmi értékek is felhasználhatók.



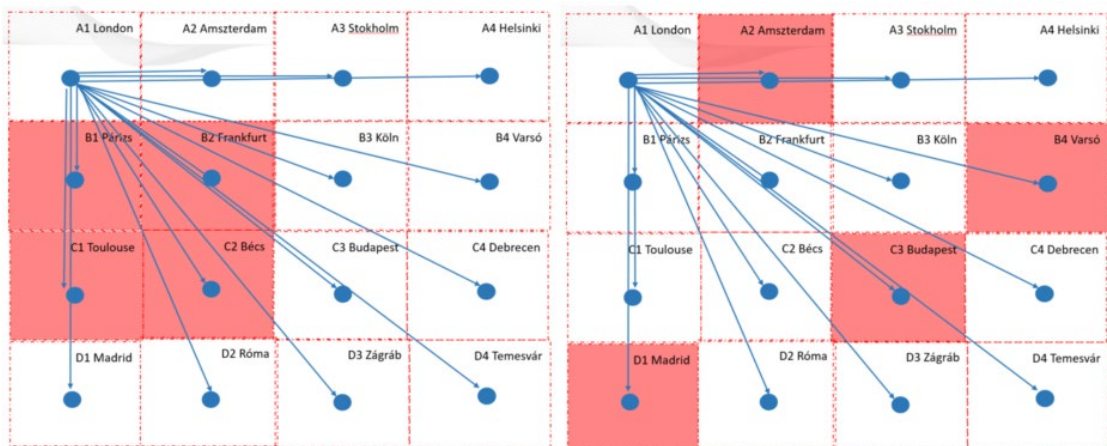
76. ábra: Forgalmi intenzitási modellek (Készítette a szerző)

¹⁶⁰ Ebben a modellben hármasskálát alkalmaztunk, ahol 1 a kis, 2 a közepes és 3 az intenzív légitölekedési mozgásszámot jelzi.

Egy adott négyzet piros színnel történő kitöltése a légiteret érintő jelentős kapacitáscsökkenést vagy szolgáltatás-kiesést szimbolizálja¹⁶¹. Az így kialakított modellben az alábbi esetek szimulálására került sor:

- egy négyzet „kiesése” jelöli a monolitikus rendszer meghibásodásából adódó szolgáltatás-kiesést (légtérzár¹⁶²);
- egymással szomszédos négyzetek kijelölése a térségi ADSP szolgáltatás leállítását szemlélteti;
- a négyzetháló különböző elemeinek piros színre váltása a diverzifikált modell szerinti ADSP szolgáltatás kiesést mutatja.

Egy példával élve, az A1 jelölésű „London” esetében a 3-as intenzitási szintnek megfelelően minden négyzet középpontjához indulnak vektorok, amely összesen 15 vektort jelent. Egy B1-B2-C1-C4 térségben kialakított regionális ADSP szolgáltatás-kiesése 11 vektorra (várospár) gyakorol hatást. A fókuszált hatás jelentős kerülést jelentene a légijárművek számára¹⁶³, amely ráadásul „London” esetében magas izolációs kockázatnak is tekinthető.



77. ábra: Térségi és diverzifikált ADSP üzemb kiesési esetek hatásai I. (Készítette a szerző)

Egy A2-B4-C3-D1 diverzifikált ADSP szolgáltatás-kiesésénél viszont csak 8 várospár volt érintett, az allokált hatások kezelhetőbb kerülési lehetőségeket jelentettek.

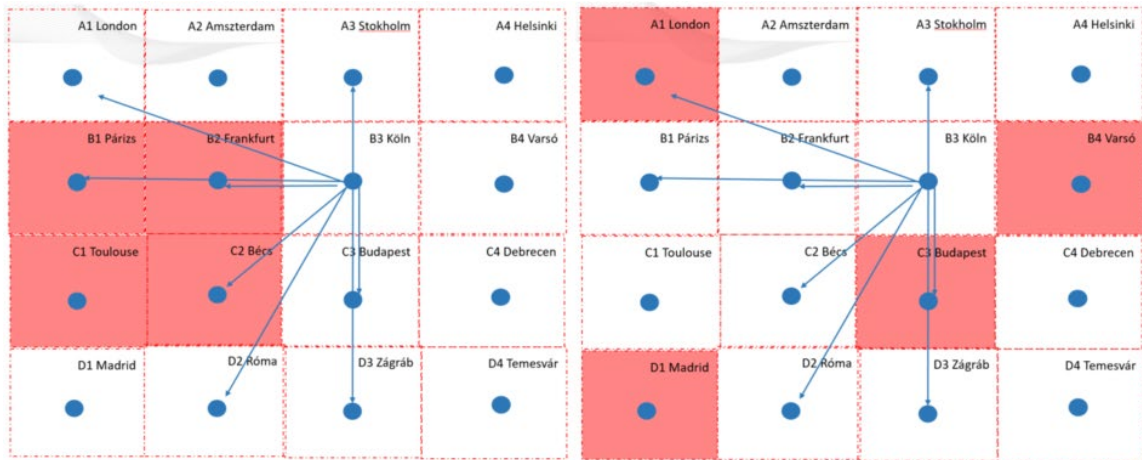
Ugyanezen elemzési logika alapján megvizsgálva a közepes forgalmi intenzitásra beállított B3 „Köln” kiindulási pontot, az első esetben alkalmazott B1-B2-C1-C2 regionális ADSP szolgáltatás kiesés a beállított 8 vektorból 5 várospárra gyakorolt hatást:

¹⁶¹ Nem részletezve, hogy ez minek okán következett be (sztrájk, meghibásodás, károkozás, időjárási körülmény stb.)

¹⁶² Például a már hivatkozott 2014. évi horvátországi leállítás.

¹⁶³ Ezt a még elérhető 11 desztinációkhoz szerkesztett alternatív vektorok hossza is mutatja.

3 desztináció elérhetetlenné vált, egy esetében (D2 „Róma”) kismértékű, míg egy célállomás (A1 „London”) tekintetében jelentős kerülést kellene az induló forgalomnak eszközölnie.



78. ábra: Térségi és diverzifikált ADSP üzemkiesési esetek hatásai II. (Készítette a szerző)

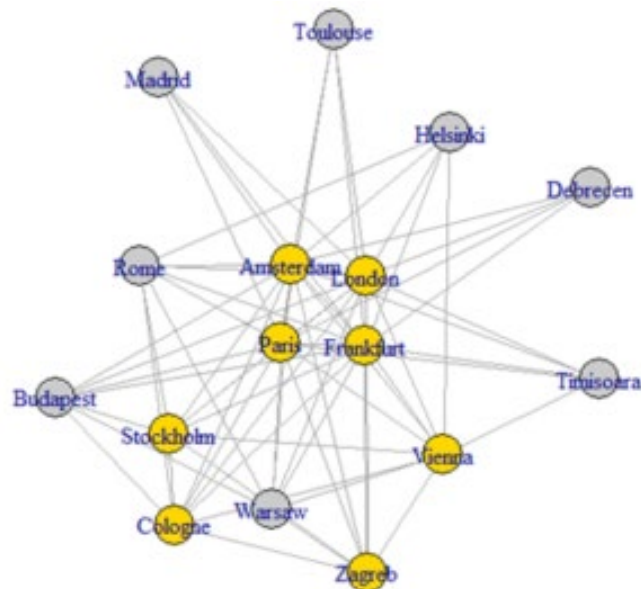
Szintén az előzőleg beállított A2-B4-C3-D1 diverzifikált ADSP szolgáltatás-kiesésénél szintén 5 vektor érintett, viszont más eredménnyel. Két célállomás vált elérhetetlenné, egy esetében (C2 „Bécs”) csekély, míg két desztináció (D2 „Róma, D3 „Zágráb”) esetében pedig jelentős kerülést kellene végrehajtani.

Az így megalkotott modell már a leegyszerűsített példákon keresztül is képes egyértelműen megmutatni, hogy az aszimmetrikus forgalmi struktúrájú európai légiforgalmi környezet mely áramlási irányvonalain vagy „hot-spot”-jaiban milyen kockázatok jelentkezhetnek egy térségi vagy diverzifikált ADSP modell választása esetén.

Az adaptív modellre kidolgozott metodikában változtatható a komplexitás, és könnyen paraméterezhetők a meghibásodások. Az elemzéssel születendő eredmények nem feltétlenül jelentik a preferált opció elvetését. Az értékek inkább abban segítik a döntéshozó(ka)t, hogy milyen alternatív megoldásokat és redundanciákat foganosítsanak már a rendszertervezési szakaszban.

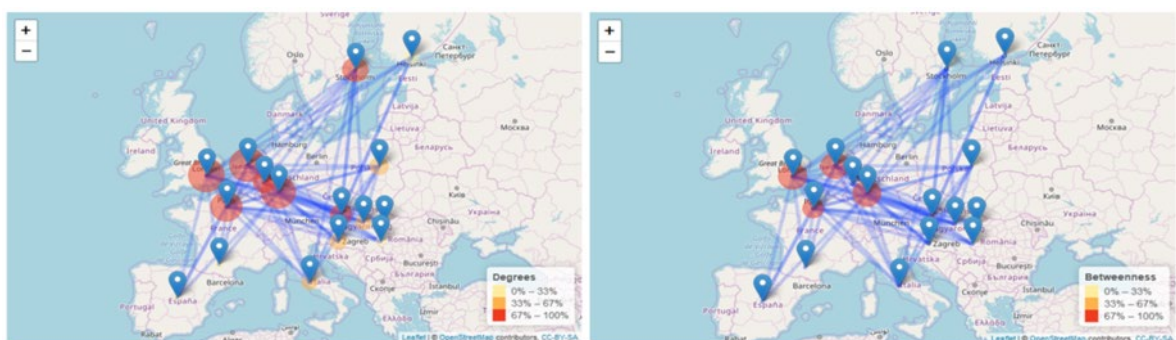
Hálózatelemzés: Az előző elemzési logikát folytatva ezzel a metodikával meghatározhatók a vizsgált infrastruktúra elemek (repülőterek, repüléstájékoztató körzetek vagy légitársasági elosztóközpontok) fokszáma és erőssége, amely tulajdonság azt jellemzi, hogy a lokális kapcsolatok tekintetében mennyire fontos az adott

csúcspont¹⁶⁴. A fokszám centralitásánál azonban figyelni kell az adott vizsgálati elem jellegét is, hiszen például egyes repterek fontosak lehetnek egy hálózatban akkor is, ha relatív alacsony fokszámmal rendelkeznek. Ennek egyik tipikus példája egy transzatlanti forgalmat bonyolító repülőtér, amely lehet, hogy forgalma nem a legintenzívebb, de interkontinentális forgalmi jellege miatt felértékelődik.



79. ábra: Repülőterek hálózati elemzése (Készítette: Kling Fanni, HungaroControl)

A köztiség centralitás szintén mérhető ezzel az eljárással, amely esetünkben azt határozza meg, hogy egy adott csúcspont milyen valószínűséggel tartalmazza a további pontpárok közötti legrövidebb utakat¹⁶⁵. Ennek megfelelően, a köztiség tekintetében centrálisnak tekinthető pontok (esetünkben az adott légtérelmek) felelősek a hálózatban leggyorsabban terjedő hatások fenntartásáért, és szűk keresztmetszetként szolgálhatnak a hálózat több része között.



80. ábra: Fokszám és köztiség centralitás modellezése (Készítette: Kling Fanni, HungaroControl)

¹⁶⁴ Például a nagyforgalmú nemzetközi légitársaságok sok más reptérrel állnak összeköttetésben, míg kisebb forgalmú repülőterek általában kevésbé, tehát fokszámuk tekintetében kevésbé centrálisak.

¹⁶⁵ A légitársaságokban ez különösen utas és áruforgalmi szempontból lehet kulcskérdés.

A szűk keresztmetszet hatásai tekintetében gyakorlatban számos példa¹⁶⁶ volt tapasztalható az elmúlt években, amelyek okán kialakult légiforgalmi átrendeződés egyes európai légtérrészeket gyakorlatilag kiürített vagy épp túlterhelt. A hálózatelemzéssel tehát a hálózat elemeinek centralitását, a csomópontok klaszterezését és a hálózat egyes elemeinek kitettségét lehet elemezni. A metodikával beazonosíthatók egy tervezett új infrastruktúra útvonali-hálózati sajátosságai, különösen egy adatfeldolgozó vagy irányító szolgáltatás kiesésének légiforgalomra gyakorolt hatásai.

Hibafa elemzés: amíg az előző két, egymásra épülő modellel a virtuális központok meghibásodásának légiforgalmi hálózatra – vagy egy adott térségi részére – gyakorolt hatásait lehet vizsgálni és ezáltal meghatározni a rendszer védettségét, redundanciáját, addig ezzel a módszerrel a monolitikus és a tervezett térségi vagy diverzifikált infrastruktúrák robusztussága és sérülékenysége elemezhető és összehasonlíthatók az adott mélységi szintnek megfelelően. A hibafa elemzés egyfajta meghibásodási valószínűség-számítás, amellyel összevethető a monolitikus és virtuális rendszerekben rejlő repülésbiztonsági kockázatok. Az elemzésekkel alátámasztott érvek és ellenérvek alapján szintén javaslatok fogalmazhatók a koncepció bevezetésére és kialakítására vonatkozóan.

A hibafa elemzés során egy, a környezeti felmérés során beazonosított elemekre alapozott valós vagy feltételezett rendszerhibából kell kiindulni, amelyet követően fokozatosan kell felderíteni a rendszerelemekben, majd végül az alkotóelemekben rejlő mindazon meghibásodási lehetőségeket, amelyek a nem kívánt esemény bekövetkezéséhez vezethetnek [212]. Ez a módszer is kiválóan skálázható¹⁶⁷ elemzési környezetet teremt, amelynek célja annak meghatározása, hogy az adott események bekövetkezési valószínűségeinek változásaira milyen mértékben reagálnak a hozzá kapcsolódó rendszerelemek. A monolitikus és virtuális rendszerek hibafaelemzései lehetővé teszik a két rendszer összehasonlítását, különösen a rendszerek gyengeségeinek beazonosítását és a szükséges redundanciák kialakításának szükségességét.

Az üzembiztonság érdekében a virtuális központ rendszerlemeit meghibásodási folyamat modellezésével is elemezni szükséges. Ez a módszer kiválóan alkalmazható a kritikus infrastruktúra elemek meghibásodási folyamatainak valószínűségi modellvizsgálatára. A rendszerszemléletű elemzési mód felhasználásával lehetőség nyílik

¹⁶⁶ Például ukrán-orosz konfliktus, líbiai és szíriai események stb.

¹⁶⁷ Meghibásodások jellegétől függően, bekövetkezési valószínűségük és várható hatásaik alapján.

az egyes rendszerelemek meghibásodási-bekövetkezésének prognosztizálására, amely tervezhetővé teszi – többek között – a rendszer karbantartási ciklusrendjét, pótalkatrész készletezést, javítási és cserélési eljárásokat stb. Az eljárás során:

- meg kell határozni az megváltozott környezetben érintett eszközöket, rendszerelemeket,
- fel kell mérni a meghibásodás lehetséges következményeit, ok-okozati összefüggéseit;
- sorra kell venni a változás potenciális veszélyeit, és végül, de nem utolsó sorban
- javaslatokat kell tenni a kockázatsökkentő lehetőségekre.

A kockázatok minimalizálása és egy esetlegesen bekövetkező meghibásodás minél gyorsabb hatékony elhárítása érdekében előre elkészített ütemtervben rögzíteni kell az elvégzendő munkatechnológiai lépéseket, továbbá az egyes feladatok felelőseit, együttműködőit. A folyamat lezárásaként repülésbiztonsági tanulmányban értékelni kell a végrehajtott folyamatot, és igazolni kell, hogy az adott rendszerelem valóban visszaállt a normális – változás előtti – állapot szerinti működésre.

„A repülésbiztonsági elemzés, mérés vagy teszt során feltárt kockázatok értékelésének és osztályozásának eredményei szintén meghatározzák a változtatás elfogadhatóságát. A vizsgálat eredményeként a változás tehát lehet elfogadható, kijavításra javasolt, kijavítása kötelező és újra tervezése javasolt, illetve újra tervezése kötelező minősítésű. Mindemellert a vezetői döntés meghozatalának támogatásához a tervezett változtatás lehet elfogadható, feltételesen elfogadható, vagy nem ajánlott, de elfogadható, illetve elfogadhatatlan jellegű.” [191].

Egy virtuális központ kialakításához szükséges előzetes elemzések a központot létrehozni kívánó felek együttműködésével fognak megszületni. A fent vázolt elemzések, számítások végrehajtásának alapját természetesen az európai uniós szabályok és EUROCONTROL ajánlások szolgáltatják majd. Mindazonáltal, élve a feltételezéssel, hogy az együttműködő felek nem azonos fogalomtárt és kockázati, megfelelőségi követelményeket alkalmaznak, úgy bizonyosan a felek megegyezése függvényében, de nagy valószínűséggel a szigorúbb követelményeket támaztó fél elvárásainak megfelelően formálódnak a közös elemzési modellek.

5.9 Összegzés

A polgári léginavigációs infrastruktúrák konszolidációja tehát az Európai Bizottság egyik kiemelt célkitűzése, amely nem csak hozzájárul a kontinens eszközparkjának

optimalizációjához és költséghatékonyabb működéséhez, de átjárhatóságot is biztosít a rendszerek és funkciók között a légiforgalmi szolgáltatások teljesítménynövelése érdekében.

A virtuális adatfeldolgozó központok e célok elérését támogatják, mivel egy adott térségben¹⁶⁸ fellelhető radaradatfeldolgozó és repülési adatfeldolgozó rendszerek összevonhatók, míg az illetékességi körzetek jelforrásai – a földi infrastruktúrák redundancia-vizsgálatai és a műholdas szolgáltatások lehetőségeinek mérlegelése szerint – a legszükségesebb mértékben csökkennének. A Bizottság által szorgalmazott iparági átalakulást – amennyiben az a nemzeti közlekedés- és védelempolitikai szempontrendszerek tükrében is támogatást nyer – többlépcsős folyamatnak vizionálom, amelyben az első ADSP konstellációk azonos rendszer-beszállítói környezetben születnek, majd később, a teljes interoperabilitási képesség megvalósulásakor lehetőség nyílik majd a szabadon választott üzleti kapcsolatok (a légiforgalom-szervezéshez szükséges adat, mint szolgáltatás) kialakítására. A vázolt konszolidáció hatásai két viszonyrendszerben, nevezetesen a nemzeti szintű polgári-katonai rendszerintegrációban, illetve a nemzetközi polgári léginavigációs környezetben másként érvényesülnek.

A virtuális (távoli) adatfeldolgozási környezetben kiépülő adatkapcsolatok sérülékenységének, illetve az infrastruktúra (mint komplex rendszer) robusztusságának meghatározása, különösen a kommunikációs és adathálózatok, mint kritikus infrastruktúra elemek kockázatainak és követelményeinek feltérképezése történhet gráfelméleti modellalkotással. Ez az elemzés lehetővé teszi az adatoktól, adatkapcsolatoktól és rendszerektől jelentősen függő ökoszisztéma sebezhető és kritikus elemeinek beazonosítását.

A virtuális központok esetében szintén megjelenik a – monolitikus infrastruktúra¹⁶⁹ esetében felmerülő – honvédelmi érdekből nemzeti létfontosságú rendszerelemmé történő kijelölés szükséglete, amely vonatkozásában a biztonsági és védelemi elvárásokat immáron a szolgáltatásokat nyújtó külsős felek irányába kell érvényesíteni. A független monolitikus rendszer megtartásához vagy a virtuális adatfeldolgozó modell kialakításához komplex (többszintű és szempontrendszerű) elemzési és döntési folyamatok szükségesek, amelyek kiterjednek legalább a pénzügyi-gazdasági, a technológiai és repülésbiztonsági, valamint a légiközlekedés és kritikus infrastruktúra

¹⁶⁸ Mely lehet egy országon belüli polgári-katonai vagy több ország polgári léginavigációs környezete.
¹⁶⁹ Objektumok, rendszerek és funkcionálisok

védelmi kérdésekre. A részletes elemzések végeredményeként egy olyan légiforgalom-szervezési rendszer kialakítására kell törekedni, amely teljesíti a modularitással, interoperabilitással, telepíthetőséggel és ellenállóképességgel kapcsolatos követelmények mindegyikét.

A virtuális ATM adatfeldolgozó rendszereket nem csak lokális viszonyrendszerben, de az európai légiforgalmi hálózat kiterjedése tekintetében is vizsgálni szükséges. A térségi és diverzifikált modellek hálózat- és hibafaelemzéseivel beazonosíthatók az infrastruktúra hálózati sajátosságai (pl. egy adatfeldolgozó rendszer kiesésének légiforgalomra gyakorolt hatásai), míg a meghibásodási valószínűség-számításokkal összevethetők a monolitikus és virtuális rendszerekben rejlő repülésbiztonsági kockázatok. Az komplex elemzésekkel alátámasztott érvek és ellenérvek szintén támogatják a koncepciók bevezetésére és kialakítására vonatkozó döntések meghozatalát.

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A nemzetközi viszonyrendszerben a léginavigációs szolgálatok iparági konszolidációja egyfajta szükségletként jelenik meg, legfőképp a teljesítmény-optimalizáció, valamint a technológiai interoperabilitás és modernizáció ösztönzése érdekében. A vizionált konszolidáció kérdéskörének alaposabb megismerése (lehetőségek, korlátok, kockázatok stb.) érdekében új megközelítést alkalmaztam, tehát alapvetően nem az általános – az uniós teljesítményrendszerből eredeztetett – kapacitási, költséghatékonysági, repülésbiztonsági és környezetvédelmi célok viszonylatában, hanem inkább a polgári léginavigációs szolgálatoknak a védelemgazdaságban, illetve a nemzeti és szövetségi légtérelenőrzésben betöltött szerepén keresztül vizsgáltam a távoli (remote) technológiákkal támogatható polgári-polgári és polgári-katonai együttműködési lehetőségeket.

Ebben a szemléletben a jelenlegi (konvencionális) környezet vizsgálatával egyértelműen körvonalazódtak a léginavigációs szolgálatok nemzetközi szerződésben és jogszabályban vállalt kötelezettségeihez kialakított monolitikus struktúrából fakadó párhuzamosságok és redundanciák, amelyekből következtetéseket vontam le a polgári és a katonai kooperációkat javító fejlesztési irányokra, valamint harmonizációs és integrációs lehetőségekre vonatkozóan. Az elvi modellek, koncepciók és már alkalmazott technológiák elemzéseiből levezetett konklúziók rávilágítottak a virtuális szolgáltatások és a kritikus ATM infrastruktúra közötti kapcsolatokra, valamint a remote infrastruktúrákkal szemben támasztandó fizikai és kiberbiztonsági feltételekre, követelményekre.

Az ATS légtérdelegálási módozatok, a virtuális adatfeldolgozási és repülésirányítási megoldások vizsgálata lehetővé tette a polgári-katonai együttműködésre gyakorolt hatások beazonosítását is. A polgári környezetben már alkalmazott, illetve a nemzetközi K+F projektekben kutatót távoli (remote) technológiák és szolgáltatások irányokat szabhatnak a katonai légiforgalom-szervezés korszerűsítésére, különösen a katonai repülőterek légiforgalmi irányítói munkakörnyezetének fejlesztése, valamint a Magyar Honvédség telepíthető ATM kontingens kialakításával összefüggő képességekkel szemben támasztott elvárások vonatkozásában.

A hazai repülőterek vizsgálatával arra a megállapításra jutottam, hogy a jelenlegi infrastruktúra és a légiforgalmi szolgáltatások alacsony szintje vagy hiánya jelentősen korlátozzák a honvédség áttelepülési lehetőségeit. Összefüggéseket vázoltam arra

vonatkozóan, hogy a vidéki repülőtereken és a célrendeltetésű leszállóhelyeken alkalmazandó távoli technológiák nem csak a helyi légiforgalmi szolgáltatásokat javító megoldások, de országvédelmi és egyes katasztrófavédelmi feladatok vonatkozásában is fokozzák a honvédség kiemelten fontos diszlokációs képességét.

A távoli technológiák és ATS delegált szolgáltatások nemzetközi ATM környezetben történő alkalmazásával a polgári-katonai együttműködési viszonyrendszer komplexebbé válik, amely egyfajta kitétséget is eredményez a légiforgalmi szolgálatok normál (béke) idejű és különleges jogrendi időszakai honvédelmi kötelezettségeinek teljesítése vonatkozásában.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Tézis

A léginavigációs és légiforgalmi szolgálatoknak a védelemgazdaságban, illetve a nemzeti és szövetségi légtérelőrzésben betöltött szerepének elemzésével **igazoltam, hogy a távoli technológiák szükséges, de nem elégséges eszközei az európai uniós ATM és CNS infrastruktúra konszolidációs folyamatok vizionált megvalósításának.**

Nemzetközi együttműködések elemzésével kimutattam, a távoli szolgáltatások széleskörű elterjedése – uniós jogszabályi kötelezettség hiányában – csak a tagállamok és léginavigációs szolgálatok önálló kezdeményezése alapján történhet, amelyek a fent vázolt kapacitási és költséghatékonysági célok megvalósulását célozzák, de alapvető feltétel, hogy a polgári léginavigációs szolgálatok honvédelmi kötelezettségei a jövőben is maradéktalanul teljesülnek. E következtetésből levezetve **megállapítottam, hogy az európai polgári léginavigációs és légiforgalom-szervezési ökoszisztéma olyan szuverén (a honvédelmi érdekeknek is alárendelt) nemzeti ATM és CNS infrastruktúrák konstellációja, amelyben egyelőre nem szükséges a konszolidált szolgáltatások (távoli funkciók és technológiák) kialakítása, de elégséges feltételként azonosítom, ha az érintett felek repülésbiztonsági és teljesítményhatékonysági szempontok alapján önállóan határoznak a térben vagy időben korlátozott országhatároktól független szolgáltatások, funkciók kialakításáról.**

2. Tézis

A nemzetközi és hazai környezetben fellelhető ATS delegálásokról részletesebb vizsgálatát követően **indukció módszerével megállapítottam, hogy a távoli (remote) technológia és szolgáltatások megváltoztatják a polgári-katonai viszonyrendszert, a beazonosított hatások viszont eltérően jelentkeznek a nemzeti és nemzetközi környezetben.**

A hazai ATM környezet vizsgálatát követően arra következtetésre jutottam, hogy a virtuális technológiák erősíthetik a nemzeti polgár-katonai kooperációt és infrastrukturális alapját képezhetik egyes funkciók integrációjának. Megállapítottam, hogy az új technológiák támogatják a nemzeti (polgári és katonai) erőforrásokból felépítendő telepíthető ATM komponens rugalmas alkalmazkodási képességét, moduláris felépítését.

A távoli technológiák és légiforgalmi szolgálatok nemzetközi környezetben történő vizsgálata alapján viszont azt a következtetést vontam le, hogy a konvencionális

infrastruktúra átalakulása egy olyan komplexebb együttműködési viszonyrendszert eredményez, amelynek hatékonysága – mind a nemzeti környezet vizsgálata során feltárt eredményhez, mind a jelenlegi nemzetközi polgári-polgári és polgári-katonai kapcsolatokhoz képest – megkérdőjelezhető, különösen azokban az esetekben, amikor az állami célú légitözeledésnek korlátozás nélküli elsőbbséget kell biztosítani normál (béke) és különleges jogrend időszakában egyaránt.

3. Tézis

A légitözeledési szolgáltatások adatkapcsolati sérülékenységét gráfelméleti modellezéssel, míg a komplexebb környezet, azaz a virtuális központok centralizált és decentralizált kialakításának az európai légitözeledési szolgáltatási hálózatra gyakorolt hatásait sajátos elvi modellben végzett hálózatelemzéssel és hibafa-vizsgálattal vizsgáltam. **A konvencionális és virtuális rendszerek összehasonlításával, a kozsovói magaslégtéri irányítási környezet gráfelméleti modellezésével, valamint a virtuális ATM adatfeldolgozó központok hálózatelemzésének és hibafa-vizsgálatának együttes alkalmazásával kimutattam, hogy a remote szolgáltatások magasabb kockázatot rejtnek a nemzeti légtérelőrzési kötelezettségek teljesítésénél.** A gyakorlatban már létező nemzetközi példák vizsgálatai azonban nem voltak elegendők a remote technológiák és szolgáltatások alkalmazásából eredő kitétségek explicit meghatározására, ugyanis egyes országok a repülésbiztonsági kockázatok értékelésén túl szubjektív közlekedés- és védelempolitikai szempontrendszerek alapján határozzák meg az egyes infrastruktúrák és szolgáltatások integrálhatóságának (kiszervezhetőségének) mértékét és az üzemfolytonosság kapcsán beazonosított kockázatok kezelési módozatait.

4. Tézis

A légitözeledési szolgáltatások delegálhatóságának, valamint az ATM adatfeldolgozó rendszerek és az irányítói munkaállomások kihelyezhetőségének vizsgálatát követően arra a következtetésre jutottam, hogy az infrastruktúrák telepíthetősége a polgári és az állami célú légitözeledésben ugyanazon céloknak megfelelően, mégis eltérő szempontok és ambíció alapján megjelenő szükségletek. **Megállapítottam, hogy egyes távoli (remote) és virtuális megoldások a honvédség konvencionális környezetébe is implementálhatók, valamint a katonai diszlokációs eljárásrenddel és alpinfrastruktúrával vegyíthetők, amelynek eredményeként a – fejlett technológiákkal támogatott – telepíthető nemzeti ATM képesség nem csak a hazai, de az országhatárokon kívüli (többnemzeti és a NATO telepíthető repülőbázis**

modul aktiválása keretében végrehajtott) katonai, katasztrófavédelmi és humanitárius légitűveletek hatékonyságát is növeli.

KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

Kutatásaim alapvető célkitűzése volt, hogy feltárjam a helyfüggetlenített (remote) ATM infrastruktúra polgári-katonai együttműködésre gyakorolt esetleges hatásait és a kutatási eredményeim összegzése hiánypótló dokumentumként szolgáljon a polgári és katonai léginavigációs szolgálatok jövőbeni tervezését és fejlesztését érintő döntések meghozatalához.

- 1. Értekezésem következtetései és megállapításai felhasználhatók a nemzeti léginavigációs és légiforgalom-szervezési ökoszisztémában alkalmazni kívánt távoli technológiák és szolgáltatások komplexebb (közlekedés- és védelempolitikai) döntés-előkészítő elemzéseikhez.*
- 2. Értekezésem következtetéseit és megállapításait javaslom felhasználni a nemzeti telepíthető ATM képességcsomag polgári infrastruktúra elemeire vonatkozó alapkövetelményeinek meghatározásához.*
- 3. Dolgozatomban tett megállapításaim alapján javaslom az AFIS szolgáltatásokra vonatkozó nemzeti jogszabályi előírások felülvizsgálatát és a vidéki repülőterek befogadóképesség alapú fejlesztési koncepciónak kidolgozását.*
- 4. Javaslom a dolgozatomban alkalmazott gráfelméleti modellek és hálózatelemzések alkalmazását is a távoli infrastruktúrák tervezése során, a kitértegek előzetes felmérése érdekében.*
- 5. Javaslom a dolgozatomban vázolt virtuális technológiáknak a katonai légiforgalmi szolgálatoknál történő bevezethetősége vizsgálatát, mind a konvencionális környezetbe történő implementáció, mind az egyes szolgáltatások integráció lehetőségei tekintetében.*

Budapest, 2022. február 27.

Somosi Vilmos

A TÉMAKÖRBE KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

Könyvfejezet

- S1** SOMOSI, Vilmos: Kutató jelentés az UAV közelkörzeti légiforgalmi környezetben történő működésének repülésirányítókra gyakorolt humán terhelése vizsgálatáról (alapkutatás az UAV_LAW Kiemelt Kutatási Területhez) Könyvtári nytsz.: E8502
- S2** PALIK, Máttyás; SOMOSI, Vilmos: A léginavigációs infrastruktúra-fejlesztés kockázatelemzési sajátosságai (Repüléstudományi Szemelvények 2017 93-111. oldal) ISBN 978-615-5764-80-6

Lektorált, Magyarországon megjelenő magyar nyelvű szakmai folyóiratcikkek

- S3** SOMOSI, Vilmos: az európai légtérszerkezet racionalizációja – a FAB CE program és a magyar állami célú légitrafordulás kapcsolata Repüléstudományi közlemények 2009
- S4** VAS, Tímea; SOMOSI, Vilmos A Magyar Honvédség mobil ATM komponens lehetőségei a NATO hadműveleti repülőterein Repüléstudományi közlemények 2010: 2 pp. 2-13, 12 p. (2010)
- S5** VAS, Tímea; SOMOSI, Vilmos: A Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszere korszerűsítésének fő irányai Repüléstudományi közlemények 2011: különszám pp. 1-11, 11 p. (2011);
- S6** HALÁSZNÉ dr. TÓTH, Alexandra; SOMOSI, Vilmos: Az európai uniós és a hazai légiforgalmi irányítói szakszolgálati engedélyezési szabályozás összehasonlítása az állami célú légitrafordulásban (Repüléstudományi Közlemények XXV. Évfolyam 2012/2 szám 685-694. oldal) HU ISSN 1789-770X
- S7** SOMOSI, Vilmos; BÓDAI, Miklós: A 3D toronyszimulátor alkalmazásának lehetőségei (Honvédségi Szemle 140. évfolyam 2012/4 szám 23-26. oldal) HU ISSN 2060-1506
- S8** SOMOSI, Vilmos: Kényszerhelyzeti eljárások kezelése delegált légiforgalmi irányítói környezetben (Repüléstudományi Közlemények XVIII. Évfolyam 2016/3 szám 37-48. oldal) HU ISSN 1789-770X
- S9** SOMOSI, Vilmos: Légiforgalmi irányítói szolgáltatás delegálása lehetőségeinek és feltételeinek általános vizsgálata (Hadmérnök XI. Évfolyam 2016/4 szám 34-45. oldal) HU ISSN 1788-1919

S10 SOMOSI, Vilmos: A légiforgalom-irányítói infrastruktúra védelmének eszköztudománya (Bolyai Szemle XXV. Évfolyam 2016/4 szám 46-57. oldal) ISSN 1416-1443

S11 DUDÁS, Dezső; SOMOSI, Vilmos; ROHÁCS, Dániel: A remote tower technológia polgári és katonai alkalmazási lehetőségei (Repüléstudományi Közlemények XXIX. Évfolyam 2017/1 szám 205-217. oldal) HU ISSN 1789-770X

S12 SOMOSI Vilmos: Léginavigációs infrastruktúra beruházások védelmi aspektusai, Műszaki katonai Közlöny XXVII. évfolyam, 2017. 3. szám

S13 KLING, Fanni; SOMOSI, Vilmos; POKORÁDI, László; ROHÁCS, Dániel: Budapest Liszt Ferenc nemzetközi repülőtér légi jármű forgalmának elemzése Markov-folyamatokkal (Repüléstudományi Közlemények XXIX. Évfolyam 2017/3 szám 115-126. oldal) HU ISSN 1789-770X

S14 POKORÁDI, László; SOMOSI, Vilmos: A koszovói magaslégtéri irányítási rendszer gráf-modellezése (Hadmérnök XII. Évfolyam 2017/4 szám 239-251. oldal) HU ISSN 1788-1919

Lektorált, Magyarországon megjelenő angol nyelvű szakmai folyóiratcikkek

S15 SOMOSI, Vilmos: Information infrastructures in Air Traffic Management (Repüléstudományi Közlemények XXX. Évfolyam 2018/2 szám 205-216. oldal) HU ISSN 1417-0604

S16 POKORÁDI, László; SOMOSI, Vilmos: Graph-Theoretical Investigation into Vehicle and Transportation Systems (XVI. Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 2018. november 5-7.) ISBN 978-963-421-804-3

Lektorált idegen nyelvű folyóiratban

-

Nem lektorált idegen nyelvű folyóiratban

S17 STEINFURTH, Michael; KUREN, Igor; LACATUS, Remus; PAULOV, Attila, SOMOSI, Vilmos: Military requirements and European airspace – genesis of fragmentation(?) interFAB Research Workshop Fragmentation in Air Traffic and its Impact on ATM Performance 14-15 May 2019 in Budapest

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] European Commission: the Network Manager, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/single-european-sky/network-manager_en, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [2.] European Commission: single European Sky, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/ses_en, (Letöltés dátuma: 2019.05.04.)
- [3.] European Commission: Drones: Commission adopts new rules and conditions for safe, secure and green drone operations, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2021-04-22-drones_en (Letöltés dátuma: 2021.04.22.)
- [4.] EUR-lex: Az Európai Parlament és a Tanács 1070/2009/ek rendelete (2009. október 21.) az 549/2004/EK, az 550/2004/EK, az 551/2004/EK és az 552/2004/EK rendeletnek az európai légiközlekedési rendszer teljesítményének és fenntarthatóságának javítását célzó módosításáról, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1070&from=DE> (Letöltés dátuma: 2018.07.04.)
- [5.] Deutsche Flugsicherung GmbH: Funkcionális Légtérblokkok, https://www.dfs.de/dfs_homepage/en/Europe/FABEC/Functional%20airspace%20blocks/, (Letöltés dátuma: 2017.02.05.)
- [6.] European Union: Functional airspace blocks (FABs), Mobility and Transport, Air, https://ec.europa.eu/transport/modes/air/single-european-sky/functional-airspace-blocks-fabs_en, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [7.] FABCE: Agreement on The Establishment of Functional Airspace Block Central Europe, https://www.fabce.eu/images/documents/fabce_agreement_signed.pdf (Letöltés dátuma: 2012.08.04.)
- [8.] FABCE: Cooperation Agreement of the FABCE Air Navigation Service Providers, https://www.fabce.eu/images/documents/FABCE_COOP_AG_FINAL.pdf (Letöltés dátuma: 2012.08.04.)
- [9.] EUROCONTROL: Monthly Network operations Report Analysis December 2019 <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-01/nm-monthly-network-operations-report-analysis-december-2019-final.pdf> (Letöltés dátuma: 2020.01.19.)
- [10.] EUROCONTROL: About our Maastricht Upper Area Control Centre, <https://www.eurocontrol.int/info/about-our-maastricht-upper-area-control-centre> (Letöltés dátuma: 2018.06.02.)
- [11.] Innotéka: Diszruptív technológiák „diszruptív” eredményei, https://www.innoteka.hu/cikk/diszruptiv_technologiak_diszruptiv_eredmenyei.2121.html (Letöltés dátuma: 2020.10.09.)
- [12.] Honvédelmi Minisztérium: MANS Program ismertető, <https://2010-2014.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/mans-program> (Letöltés dátuma: 2014.05.05.)

- [13.] NATO: STANAG 7235 - NATO Standard CNS equipage for a deployable ATM CNS capability - AATMP-52 EDITION A (Restricted)
- [14.] Joop Berghuizen: NATO Deployable Airbase Activation Modules, Paving the Way Towards a NATO Deployable Airbase, NATO JPCC, <https://www.japcc.org/nato-deployable-airbase-activation-modules-paving-way-towards-nato-deployable-airbase/> (Letöltés dátuma: 2017.03.14.)
- [15.] Sipos Attila: Nemzetközi légi jog – Szabályok három dimenzióban. Wolters Kluwer Kft., Budapest 2015 ISBN: 978 963 295 5292
- [16.] Sipos Attila: A nemzetközi polgári repülés joga. ELTE Eötvös Kiadó 2018. ISBN: 978 963 312 2914
- [17.] Sipos Attila: Nemzetközi légi jog. Harmadik átdolgozott és bővített kiadás. ELTE Eötvös Kiadó Budapest 2021. ISBN 978 963 312 3355
- [18.] dr. Angyal Zoltán: Légiközlekedési jog az Európai Unióban. HVGORAC Kiadó 2011. ISBN 978 963 258 1217
- [19.] Papp Zoltán: Polgári légi jármű elleni fegyverhasználat nemzetközi jogi megítélésének és a légtér-szuverenitás értelmezésének újabb irányai, PhD értekezés, Budapest, PPKE. 2019
- [20.] SESAR JU: A proposal for the future architecture of the European airspace <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/Future%20Airspace%20Architecture%20Proposal.pdf> (Letöltés dátuma: 2019.04.20.)
- [21.] European Commission: Report of the wise persons group on the future of the single european sky <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2019-04-report-of-the-wise-persons-group-on-the-future-of-the-single-european-sky.pdf> (Letöltés dátuma: 2019.11.09.)
- [22.] Thomas Buchanan: The virtual centre model by Skyguide, <https://www.icao.int/Meetings/GACS/Documents/Speaker%20Presentations/Dday%202022/Session%201/3-Thomas.Buchanan.SKYGUIDE.pdf> (Letöltés dátuma: 2015.02.05.)
- [23.] Estonian Aviation Cluster: Testing of FINEST airspace started (news) <https://eac.ee/news/testing-of-finest-airspace-started/> (Letöltés dátuma: 2020.01.04.)
- [24.] EUROCONTROL: ATM Data as a Service (AaaS) - Towards the concept of data centres <https://www.eurocontrol.int/publication/atm-data-service-adaas-towards-concept-data-centres> (Letöltés dátuma: 2018.03.05)
- [25.] Thales: Automation TopSky ATC <https://www.thalesgroup.com/en/global/activities/aerospace/air-traffic-management/automation> (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [26.] COOPANS: COOPANS ATM SYSTEM <https://www.coopans.com/ATM-SYSTEM> (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [27.] Indra: iTEC Collaboration: common European 4D Air Traffic Management System <https://www.itec.aero/> (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [28.] FAB CE: Strategy 2020-2030 https://www.fab-ce.eu/images/documents/FAB_CE_Strategy_2020-2030_v03.01_FCC_approved_Public.pdf (Letöltés dátuma: 2020.10.29.)

- [29.] COOPANS: EU AVIATION STAKEHOLDERS SIGN JOINT DECLARATION <https://www.coopans.com/News/EU-Aviation-stakeholders-sign-joint-declaration> (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [30.] Coflight Cloud Services <https://coflight-cloud-services.com/wp-content/uploads/2020/03/CCSPressKit.pdf> (Letöltés dátuma: 2020.02.26.)
- [31.] Markovits-Somogyi, R.: Intelligens közlekedési rendszerek a légiforgalmi irányításban Repüléstudományi közlemények (1997-től): 3 pp. 231-239., 9 p. (2015) (Letöltés dátuma: 2021.01.04.)
- [32.] Airbus: Hydrogen, An energy carrier to fuel the climate-neutral aviation of tomorrow https://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/innovation/hydrogen/airbus_hydrogen_future_aviation_1P.pdf (Letöltés dátuma: 2021.03.04.)
- [33.] SESAR partners test sectorless air traffic management <https://www.sesarju.eu/news/sesar-partners-test-sectorless-air-traffic-management> (Letöltés dátuma: 2019.03.27.)
- [34.] DLR: DLR implements test campaign for sectorless air traffic management https://www.dlr.de/content/en/articles/news/2019/01/20190325_dlr-implements-test-sectorless-air-traffic-management.html (Letöltés dátuma: 2019.03.25.)
- [35.] Szepessy Kornel: Disruptive technologies in Air Traffic Management. 8th Florence Air Forum https://fsr.eui.eu/wp-content/uploads/2016_10_21-SZEPESSY-Disruptive-technologies_KSz_en_161021.pdf (Letöltés dátuma: 2016.10.26.)
- [36.] Markovits-Somogyi, R.: Műholdas navigációs eljárások bevezetése magyarországi vidéki repülőtereken Közlekedéstudományi Szemle 71 : 2 pp. 16-23., 8 p. (2021)
- [37.] Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC): As the crow flies, Free Route Airspace Maastricht. EUROCONTROL, March 2011. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/article/files/2011march-free-route-airspace-maastricht.pdf> (Letöltés dátuma: 2011.03.20.)
- [38.] AIP Sweden és AIP Suomi. https://aro.lfv.se/Editorial/View/8725/ES_ENR_5_2_en és <https://www.ais.fi/ais/aip/en/index.htm> (Letöltés dátuma: 2021.06.09.)
- [39.] FABEC: The South-East Project. <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/41430.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [40.] FABEC: http://www.fabec.eu/fabec_homepage/en/Projects/South%20East/E-fabec-south-east-project-web.pdf (Letöltés dátuma: 2017.10.20.)
- [41.] Office for South East Europe: The European Common Aviation Area and the Western Balkans: Domestic Reforms and Regional Integration in Air Transport. European Commission, World Bank, 2007 http://ec.europa.eu/transport/modes/air/studies/doc/international_aviation/2007_02_09_see_air_transport_en.pdf (Letöltés dátuma: 2015.10.10.)
- [42.] Schváb, Z; Markovits-Somogyi, R: Reopening the Kosovo Upper Airspace - Analyzing the First Year of Operations In: Esztergár-Kiss, Domokos; Válóczy,

Dénes; Tóth, János; Varga, István (szerk.) 4th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS) Budapest, Magyarország: BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar (2015) 536 p. pp. 507-513, 7 p.

- [43.] HungaroControl: Frissült a Balkan Special Informations (SPINS) dokumentum. <https://ais.hungarocontrol.hu/hirek/a-Balkan-SPINS-v4-dokumentum-elerheto>
- [44.] Deutsche Welle: Serbia, Kosovo agree to restart commercial flights in diplomatic milestone. <https://www.dw.com/en/serbia-kosovo-agree-to-restart-commercial-flights-in-diplomatic-milestone/a-52078104> (Letöltés dátuma: 2020.01.21.)
- [45.] NATO: KFOR and Iceland sign technical agreement on lower airspace <https://jfcnaples.nato.int/kfor/media-center/archive/news/2020/kfor-and-iceland-sign-technical-agreement-on-lower-airspace> (Letöltés dátuma: 2020.02.08.)
- [46.] Dudás, D.; Markovits-Somogyi, R.; Török, Á.: Virtuális repülőtéri irányítóközpont Közlekedésbiztonság: A Nemzeti Közlekedési Hatóság Szakmai Lapja 2: 4 pp. 14-17., 4 p. (2012)
- [47.] N. Fürstenau, M. Schmidt, M. Rudolph, C. Möhlenbrink, W. Halle: Augmented vision videopanorama system for remote tower operation. 26. ICAS 2008, http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2008/PAPERS/093.PDF (2008.10.19.) (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [48.] LFV: Sweden first in the world with remotely operated air traffic management (online) url: <http://lfv.se/en/news/news-2015/sweden-first-in-the-world-with-remotely-operated-air-traffic-management> (Letöltés dátuma: 2015.04.21.)
- [49.] Explorer's Society: How Remote Operations Shape the Future of Air Navigation. Forrás: <https://www.explorers-society.blog/how-remote-operations-shape-the-future-of-air-navigation/> (Letöltés dátuma: 2019.12.10.)
- [50.] HungaroControl: Successful SESAR PJ05 multi-remote passive shadow validation and open day at HungaroControl. Forrás: <https://en.hungarocontrol.hu/press-room/news/SESAR%20PJ05%20open%20day> (Letöltés dátuma: 2021.03.01.)
- [51.] Marek Bekier: Automation Acceptance in Air Traffic Management, School of Aviation, the University of New South Wales Sydney, PhD értekezés, Australia, 2013, <http://unsworks.unsw.edu.au/fapi/datastream/unsworks:11453/SOURCE01?view=true> (Letöltés dátuma: 2018.09.06.)
- [52.] European Commission – EASA – EUROCONTROL – US FAA: Comparison of Air Traffic Management-related Operational Performance 2017 <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-05/us-europe-comparison-operational-performance-2017.pdf> (Letöltés dátuma: 2019.07.07.)
- [53.] M. Anguelova - I. Kuren - R. Lacatus – A. Paulov – V. Somosi: Military airspaces – genesis of fragmentation (?), Fragmentation in Air Traffic and its Impact on ATM Performance 14-15 May 2019 in Budapest, <https://www.fabec.eu/images/user-pics/Fragmentation-ATM/mobile/index.html>

- [54.] Zvonimir Rezo - Sanja Steiner: European Airspace Fragmentation Typology, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 2020, 10(1): 15 – 30, [http://ijtte.com/uploads/2020-02-01/b2dd6d45-de58-af44ijtte.2020.10\(1\).02.pdf](http://ijtte.com/uploads/2020-02-01/b2dd6d45-de58-af44ijtte.2020.10(1).02.pdf) (Letöltés dátuma: 2020.04.02.)
- [55.] Sergio Ruiz - Hamid Kadour - Peter Choroba: A novel air traffic flow management model to optimise network delay, Towards innovative enhancements for computer-assisted slot allocation (CASA), Thirteenth USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM2019), http://www.atmseminar.org/seminarContent/seminar13/papers/ATM_Seminar_2019_paper_15.pdf (Letöltés dátuma: 2020.01.11.)
- [56.] Thomas Standfuß - Frank Fichert - Michael Schultz - Petros Stratis: Efficiency losses through fragmentation? Scale effects in European ANS provision – University of Worms, Fragmentation in Air Traffic and its Impact on ATM Performance, Budapest, May 2019, https://www.researchgate.net/publication/335163941_Efficiency_losses_through_fragmentation_Scale_effects_in_European_ANS_provision (Letöltés dátuma: 2019.08.04.)
- [57.] C. Gresnigt: Addressing European airspace fragmentation. Skyway, 9 (2005), 26–27
- [58.] D. Learmount: European air traffic congestion 'world's worst', says IATA Flight International. Number 4164, Volume 135. ISSN 0015-3710. (1989), 6.
- [59.] C. L. Wu - R. Caves: The punctuality performance of aircraft rotations in a network of airports Transportation planning and technology 26, 5, (2003), 417–436
- [60.] W. Schwenk - R. Schwenk: Aspects of International Co-operation in Air Traffic Management Kluwer Law International, The Hague (1998), 310
- [61.] M.S. Nolan: Fundamentals of air traffic control, Thomson Learning High Holborn House, London (2004), 560.
- [62.] Moys Péter: Nemzetközi Légijog, Nyomdaipari és Szolgáltató Kft., Budapest (2006), 341
- [63.] Mudra István: 3-L: légterek, légiforgalmi szabályok, légiforgalmi szolgálatok, HungaroControl, Budapest (2008), 261
- [64.] Orlóczy Zsolt: Egységes légtér az egységes európai piac felett, Közlekedéstudományi Szemle, Budapest LVI. évf. 4. sz. (2006), 149-153.
- [65.] Sztrunga Erzsébet: A légiközlekedés útvonalhatékonyságának fejlesztése az európai légtérben, PhD értekezés, Pécs, PTE. 2015
- [66.] Szenes Zoltán: Válság vagy sodródás? A védelemgazdaság problémái Magyarországon, Hadtudomány 2015/3-4 91-108. oldal, http://real.mtak.hu/29828/1/2015_3_4_9.pdf (Letöltés dátuma: 2016.12.04.)
- [67.] Domján András: Kiemelten védett objektumok robbantás elleni védelmének kiegészítése a biztonsági szint növelése érdekében. Katonai műszaki közlöny 29. évfolyam (2019) 1. szám 153–160

- [68.] Petó Richárd: Objektumok védelmének eszközei és lehetőségei a bűnös célú/terror jellegű robbantásokkal szemben. Doktori (PhD) értekezés, Budapest. Forrás: http://lib.uni-obuda.hu/sites/lib.uni-obuda.hu/files/Peto_Richard_ertekezés.pdf (Letöltés dátuma: 2018. 11. 03.)
- [69.] Baán Mihály – Bors István – Csiffáry Tamás – Hári László – Kocsis Lajos – Szentes László: Magyarország védelmi igazgatása a közigazgatás új környezetében. Zrínyi Kiadó 2014, https://www.kormany.hu/download/9/68/20000/Magyarország_Vedelmi_Igazgatas_a_Kozigazgatas_Uj_Kornyezeteben_2014_n.pdf#!DocumentBrowse (Letöltés dátuma: 2020.02.06.)
- [70.] Heilmann Márk: Kritikus infrastruktúrák kiberbiztonsága, Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki (ISBN: 978-615-5460-95-1), Paper 43, 2016, <http://bgk.uni-obuda.hu/iesb/2016/publication/43.pdf> (Letöltés dátuma: 2020.07.19.)
- [71.] Kovács Ferenc: Repülőterek és légi irányítás a kritikus infrastruktúra részeként, Repüléstudományi közlemények - 23. évf. 2. sz. (2011.) Repüléstudományi konferencia különszám 2011. április 15, http://epa.oszk.hu/02600/02694/00055/pdf/EPA02694_rtk_2011_2_Kovacs_Ferenc.pdf (Letöltés dátuma: 2020.07.19.)
- [72.] Szabó Sándor – Tóth Rudolf: Repülőterek kialakítása, létesítményeinek kritikus elemei, védelmük lehetséges műszaki megoldásai http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-07-Szabo_Sandor-Toth_Rudolf.pdf (Letöltés dátuma: 2020.07.23.)
- [73.] Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020-2030, <https://ai-hungary.com/api/v1/companies/15/files/137203/view> (Letöltés dátuma: 2020.05.04.)
- [74.] Haig Zsolt - Kovács László: Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák, tanulmány a TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0001 Tudományos képzés műhelyeinek támogatása - Kockázatok és válaszok a tehetséggondozásban (KOVÁSZ) projekt támogatásával, Budapest, NKE, 2012
- [75.] Haig Zs.: Információ - társadalom - biztonság, NKE Szolgáltató Kft., 2014
- [76.] Kovács László: Kritikus információs infrastruktúrák Magyarországon, Hadmérnök 2007.11.27. Különszám http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles7/kovacs_rw7.html (Letöltés dátuma: 2020.07.26.)
- [77.] Pásztor Péter: A speciális erődítési (védett) létesítmények helye, szerepe az erődítéstan rendszerében. Bemutatkozik a létesítmény főnökség, <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/3180/2427> (Letöltés dátuma: 2020.08.08.)
- [78.] Csutorás Gábor: Helikopter leszállóhelyek tűzvédelme. Repüléstudományi Konferencia 2009, http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Csutoras_Gabor.pdf (Letöltés dátuma: 2020.08.11.)

- [79.] Ladocsi Jenő: A műszaki támogatás feladatainak összehasonlító elemzése (IFOR/SFOR) és az ENSZ (UNFICYP) missziók alapján (Kard és toll 2006/1 38. p) (Letöltés dátuma: 2020.08.12.)
- [80.] Erdődi Zsolt Béla: A tábori elhelyezési eszközrendszer modernizálásának lehetőségei. Logisztika HSz 2017/3, http://real.mtak.hu/124578/1/HSZ_2016_145_3_Erdodi_Zsolt_Bela_098_118.pdf (Letöltés dátuma: 2020.09.05.)
- [81.] Csengeri János: A légi bázis, mint műveleti képesség komplex vizsgálata, szerepe a légi műveletekben (2019), PhD értekezés
- [82.] Vas Tímea: A Magyar Honvédség mobil légiforgalom szervezési komponens kialakításának és alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata, PhD értekezés, Budapest, NKE, 2019
- [83.] Honvédelmi Minisztérium: MANS Program ismertető, <https://2010-2014.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/mans-program> (Letöltés dátuma: 2016.07.07.)
- [84.] Palik Mátyás - Vajda András: Polgári-katonai együttműködés a légiforgalmi szakszemélyzetek képzésében, Repüléstudományi Közlemények 2008 (1), Szolnok, 15-24., Repüléstudományi Konferencia 2008: 70 éves a légierő, http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2008_cikkek/Vajda_Andras_Palik_Matyas.pdf (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [85.] Kovács László: Légiforgalom-szervezés a Magyar Honvédségben, tanulmány, NKE HHK, 2012
- [86.] ICAO: Convention on International Civil Aviation, Doc 7300/9 https://www.icao.int/publications/Documents/7300_cons.pdf (Letöltés dátuma: 2018.08.04.)
- [87.] 1971. évi 25. törvényerejű rendelet a nemzetközi polgári repülésről Chicagóban, az 1944. évi december hó 7. napján aláírt Egyezmény és az annak módosításáról szóló jegyzőkönyvek kihirdetéséről, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=97100025.TVR> (Letöltés dátuma: 2020.09.09.)
- [88.] Európai Számvevőszék: Egységes európai égbolt: megújult, de még nem egységes légiforgalmi kultúra, 2017. évi 18. sz. különjelentés, https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR17_18/SR_SES_HU.pdf (Letöltés dátuma: 2020.10.02.)
- [89.] Fekete, Csaba Zoltán - Gajdos, Máté Ádám: A SES-SESAR rendszer bemutatása, megvalósulásának folyamata Magyarországon, ECONOMICA (SZOLNOK) 8: 4/2 pp. 185-193., 9 p. (2015), http://real.mtak.hu/31213/1/economica_VIII_2015_4_per_2_szama.pdf#page=171 (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [90.] European Parliament: Single European Sky Package (SES2+) - Aerodromes, Air Traffic Management And Air Navigation Services (Recast). [https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-deeper-and-fairer-internal-market-with-a-strengthened-industrial-base-services-including-transport/file-single-european-sky-package-\(ses2\)\(recast\)](https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-deeper-and-fairer-internal-market-with-a-strengthened-industrial-base-services-including-transport/file-single-european-sky-package-(ses2)(recast)) (Letöltés dátuma: 2019.11.20.)

- [91.] Sarah Jane Fox: Single European Skies: Functional Airspace Blocks - Delays and responses, *Air & Space Law*, 41 (3). pp. 201-228. ISSN 0927-3379 https://eprints.mdx.ac.uk/23065/1/S.%20J.%20Fox_SingleEuropeanSkies_FINAL_R_15-MARCH_2016.pdf (Letöltés dátuma: 2021.06.20.)
- [92.] DANUBE FAB: Cross border sectors <http://www.danubefab.eu/achievements> (Letöltés dátuma: 2016.10.07.)
- [93.] DANUBE FAB: Prepares for cross-border communications with a solid foundation for virtual centre capabilities https://www.frequentis.com/sites/default/files/customer_case/Frequentis_ATM_case-study_danube-fab.pdf (Letöltés dátuma: 2016.10.07.)
- [94.] Baltic FAB: Important milestone for Baltic FAB: new generation iTEC ATM system operational in Lithuania <http://www.balticfab.eu/news/news/important-milestone-for-baltic-fab-itec-atm-system-operational-in-lithuania/534> (Letöltés dátuma: 2021.08.06.)
- [95.] FABCE: Airspace Task Force adds Free Route Capacity and Reduces Controller Workload <https://www.fab-ce.eu/news-media/news/264-fab-ce-airspace-task-force-adds-free-route-capacity-and-reduces-controller-workload> (Letöltés dátuma: 2021.07.02.)
- [96.] NEFAB: NEFAB Programme Business Plan 2020-2024 Version 1.0 <https://www.nefab.eu/docs?download=67> (Letöltés dátuma: 2020.02.03.)
- [97.] FINTRAFFIC: EANS and ANS Finland sign a contract with Thales for a joint TopSky ATC supporting dynamic ANS provision <https://www.fintraffice.fi/en/news/eans-and-ans-finland-sign-contract-thales-joint-topsky-atc-supporting-dynamic-ans-provision> (Letöltés dátuma: 2019.10.04.)
- [98.] EURÓPAI BIZOTTSÁG: Az európai zöld megállapodás felvázolja, hogy miként tehetjük Európát 2050-re az első klímasegélyes kontinenssé úgy, hogy egyúttal fellendítjük a gazdaságot, javítjuk az emberek egészségét és életminőségét, ápoljuk a környezetet, és senkiről sem feledkezzünk meg, Sajtóközlemény, 2019. december 11. Brüsszel, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/hu/ip_19_6691/IP_19_6691_hu.pdf, (Letöltés dátuma: 2020.01.09.)
- [99.] EURÓPAI BIZOTTSÁG: Az európai zöld megállapodás, A bizottság közleménye az európai parlamentnek, az európai tanácsnak, a tanácsnak, az európai gazdasági és szociális bizottságnak és a régiók bizottságának https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF (Letöltés dátuma: 2019.12.20.)
- [100.] EURÓPAI BIZOTTSÁG: Fenntartható és intelligens mobilitási stratégia – az európai közlekedés időtálló pályára állítása, A bizottság közleménye az európai parlamentnek, az európai tanácsnak, a tanácsnak, az európai gazdasági és szociális bizottságnak és a régiók bizottságának https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF (Letöltés dátuma: 2020.12.19.)
- [101.] EURÓPAI BIZOTTSÁG: Annex to the Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future,

- <https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/legislation/com20200789-annex.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [102.] EUROCONTROL: Environmental Assessment: European ATM Network Fuel Inefficiency Study. 2020.12.08,
<https://www.eurocontrol.int/publication/environmental-assessment-european-atm-network-fuel-inefficiency-study> (Letöltés dátuma: 2020.12.08.)
- [103.] EUROCONTROL: STATFOR Forecast Update 2021-2024. Forrás:
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2021-05/eurocontrol-four-year-forecast-2021-2024-full-report.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.05.21.)
- [104.] EUROCONTROL: Environmental Assessment: European ATM Network Fuel Inefficiency Study. 2020.12.08,
<https://www.eurocontrol.int/publication/environmental-assessment-european-atm-network-fuel-inefficiency-study> (Letöltés dátuma: 2020.12.08.)
- [105.] 2011. évi CXCVI. törvény a nemzeti vagyronról,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100196.tv> (Letöltés dátuma: 2020.02.19.)
- [106.] 1995. évi XCVII. törvény a légitársaságokról,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500097.tv> (Letöltés dátuma: 2020.02.19.)
- [107.] 83/2006. (XII. 13.) GKM rendelet a légitársasági irányító szolgálatot ellátó és a légitársasági szakemberképzést végző szervezetekről,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600083.gkm> (Letöltés dátuma: 2020.02.20.)
- [108.] 26/2007. (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légitársaságok céljára történő kijelöléséről,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700026.gkm> (Letöltés dátuma: 2020.02.20.)
- [109.] 57/2016. (XII. 22.) NFM rendelet a légitársasági szolgálatok ellátásának és eljárásainak szabályairól, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600057.nfm> (Letöltés dátuma: 2020.02.24.)
- [110.] 4/1998. (I.16.) Korm. rendelet, a magyar légtér igénybeviteléről,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800004.kor> (Letöltés dátuma: 2020.02.24.)
- [111.] 56/2016. (XII. 22.) NFM rendelet, a Magyarország légtérében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600056.nfm> (Letöltés dátuma: 2020.02.24.)
- [112.] 16/1998. (X. 28.) HM–EüM együttes rendelet, az állami célú légitársaságok szakszemélyzetének szakszolgálati engedélyeiről,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800016.hm>, (Letöltés dátuma: 2020.02.24.)
- [113.] 3/2006. (II. 2.) HM rendelet, az állami repülések céljára kijelölt légtérekben végrehajtott repülések szabályairól,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600003.hm>, (Letöltés dátuma: 2020.02.25.)

- [114.] EUROCONTROL: Common Format Letter of Agreement Between Air Traffic Services Units, Guideline, <https://www.eurocontrol.int/publication/common-format-letter-agreement-between-air-traffic-services-units> (Letöltés dátuma: 2020.10.08.)
- [115.] 290/2011. (XII. 22.) Korm. rendelet a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szóló 2011. évi CXIII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100290.kor> (Letöltés dátuma: 2020.02.26.)
- [116.] 159/2010. (V. 6.) Korm. rendelet a repülőtér létesítésének, fejlesztésének és megszüntetésének, valamint a leszállóhely létesítésének és megszüntetésének szabályairól, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000159.kor> (Letöltés dátuma: 2020.02.26.)
- [117.] 55/2010. (III. 11.) Korm. rendelet a befogadó nemzeti támogatás részletes kormányzati feladatairól, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000055.kor>
- [118.] EUR-lex: A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114&from=EN> (Letöltés dátuma: 2020.02.27.)
- [119.] 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200166.tv> (Letöltés dátuma: 2020.02.26.)
- [120.] 161/2019. (VII. 4.) Korm. rendelet a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1900161.kor> (Letöltés dátuma: 2020.02.26.)
- [121.] 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300065.kor> (Letöltés dátuma: 2020.02.28.)
- [122.] 359/2015. (XII. 2.) Korm. rendelet a honvédelmi létfontosságú rendszerlemek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500359.kor> (Letöltés dátuma: 2020.02.28.)
- [123.] 22/2014. (IV. 18.) NFM rendelet a közlekedési és energetikai szervek honvédelmi feladatairól, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400022.nfm> (Letöltés dátuma: 2018.07.08.)
- [124.] Lengyel Imre: A kolostorok alapvető jellemzői, <https://eco.u-szeged.hu/download.php?docID=40233> (Letöltés dátuma: 2017.10.11.)
- [125.] Makkos Richárd: A légitforgalmi tájékoztatás helyzete a magyar légierőben. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2006_cikkek/makkos_richard.pdf (Letöltés dátuma: 2019.10.13.)

- [126.] EURÓPAI BIZOTTSÁG: A Bizottság 73/2010/EU Rendelete légiforgalmi adatok és légiforgalmi tájékoztatások minőségével kapcsolatos követelményeknek az egységes európai égbolt keretében történő meghatározásáról, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0073&from=HU> (Letöltés dátuma: 2020.09.04.)
- [127.] EUROCONTROL: European AIS Database, <https://www.eurocontrol.int/service/european-ais-database> (Letöltés dátuma: 2021.09.10.)
- [128.] Palik (et al.): A Repülésirányítás alapjai, jegyzet, Dialóg Campus Kiadó, 2018
- [129.] MHP IICS rendszerterv: A HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. által üzemeltetett polgári radarok mérési adatainak a Magyar Honvédség részére történő továbbítására szolgáló rendszerről (2020.12.21.)
- [130.] HungaroControl: Aeronautical Information Publication (eAIP HUNGARY), <https://ais.hungarocontrol.hu/aip/> (Letöltés dátuma: 2021.04.05.)
- [131.] HungaroControl: ATM Szakmai Nap, MH LMVIK bemutató, 2020. szeptember
- [132.] HM-HC katonai radaradatszolgáltatási megállapodás (2016.11.17.)
- [133.] Honvédelem: MH Légi Műveleti Vezetési és Irányítási Központ, <https://honvedelem.hu/hirek/mh-legi-muveleti-vezetesi-es-iranyitasi-kozpont.html> (Letöltés dátuma: 2021.04.05.)
- [134.] FLUGHAFEN WIEN AG: Annual Report 2020, https://www.viennaairport.com/jart/prj3/va/uploads/data-uploads/Konzern/Investor%20Relations/Geschaeftsberichte/VIE_GB_2020_EN.pdf (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)
- [135.] Austro Control 2019 Annual Report, https://www.austrocontrol.at/jart/prj3/ac/data/uploads/pdfs/report_19.pdf (Letöltés dátuma: 2021.04.05.)
- [136.] FLUGHAFEN WIEN AG: Third Runway Project Future Project of Vienna Airport 3rd Runway, https://www.viennaairport.com/jart/prj3/va/uploads/data-uploads/Konzern/projektinfo_piste3_de.pdf (Letöltés dátuma: 2021.04.05.)
- [137.] FAB CE: Facts and Figures, <https://www.fab-ce.eu/about/facts-and-figures> (Letöltés dátuma: 2021.06.15.)
- [138.] HungaroControl: LSSIP Hungary 2019, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-04/eurocontrol-lSSIP-2019-hungary-level1.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.03.07.)
- [139.] Paulov Attila: A Magyar Légierő elhelyezkedése az európai légiforgalmi hálózatban. Biztonság és Honvédelem Fenntartható biztonság és társadalmi környezet tanulmányok II. Budapest 2020. (1119-1132. old.) Közzolgálati Tudásportál, <https://tudasportal.uni-nke.hu/tudastar-reszletek?id=123456789/16194> (Letöltés dátuma: 2021.06.24.)
- [140.] Eurocontrol: Introducing the EUROCONTROL Network Manager Operations Centre, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-02/eurocontrol-nm-operations-centre-in-brief-2020.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.06.26.)

- [141.] Eurocontrol: Integrated Network Management, <https://www.eurocontrol.int/project/integrated-network-management> (Letöltés dátuma: 2020.04.04.)
- [142.] Füzes Péter: Stratégiai megújulás és bomlasztó innováció = Strategic renewal and disruptive innovation. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola, (2021) DOI 10.14267/phd.2021003. <http://phd.lib.uni-corvinus.hu/1106/> (Letöltés dátuma: 2020.04.03.)
- [143.] EUROCONTROL: U.S./Europe comparison of air traffic management-related operational performance for 2017, <https://www.eurocontrol.int/publication/useurope-comparison-air-traffic-management-related-operational-performance-2017> (Letöltés dátuma: 2021.06.29.)
- [144.] European Parliament: Single European Sky 2+ package. Amended Commission proposal, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659421/EPRS_BRI\(2020\)659421_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659421/EPRS_BRI(2020)659421_EN.pdf) (Letöltés dátuma: 2021.07.24.)
- [145.] United Nations Climate Change: The Paris Agreement, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (Letöltés dátuma: 2020.04.04.)
- [146.] EUROCONTROL: Local Single Sky Implementation, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-05/eurocontrol-issip-2019-switzerland-level1.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.02.10.)
- [147.] SESAR Joint Undertaking: Airspace Architecture Study. forrás: <https://www.sesarju.eu/node/3253> (Letöltés dátuma: 2019.03.05.)
- [148.] EASA: Artificial Intelligence Roadmap 1.0, <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-roadmap-10> (Letöltés dátuma: 2020.03.20.)
- [149.] Teodosiy Todorov, Plamen Petrov: A study of sector configurations capacity for air traffic service. Technical University Sofia 2017. https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/47/mateconf_bultrans2017_01003.pdf (Letöltés dátuma: 2021.11.04.)
- [150.] Jerry D. Welch, John W. Andrews, Brian D. Martin (M.I.T), Banavar Sridhar(NASA Ames Research Center): Macroscopic workload model for estimating en route sector capacity, http://www.atmseminar.org/seminarcontent/seminar7/papers/p_037_ntfo.pdf (Letöltés dátuma: 2021.11.04.)
- [151.] EUROCONTROL: Network Operations Plan 2019-2024 <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-07/european-network-operations-plan-2019-2024-2.1.pdf> (Letöltés dátuma: 2020.01.10.)
- [152.] EUROCONTROL: Network Strategy Plan 2020-2029 <https://www.eurocontrol.int/publication/network-strategy-plan-2020-2029> (Letöltés dátuma: 2019.12.19.)
- [153.] HungaroControl: 2020. Éves beszámoló, <https://kozadat.hungarocontrol.hu/download/6b2ca1e9cd1420c94b0e77d928>

20e4.hungarocontrol-zrt-2020-eves-beszamolo-kiegeszito-melleklete.pdf
(Letöltés dátuma: 2021.06.15.)

- [154.] EUROCONTROL: NM proposals on improving network capacity performance (Action paper 5.4), NDOP ülés 2016.03.15-16.
- [155.] Bócai Miklós: Az állami repülések célját szolgáló repülőtér (Pápa) továbbfejlesztésének kihívásai a légiforgalom szervezés (ATM) tekintetében. Diplomamunka. NKE, 2014
- [156.] <https://www.bhansa.gov.ba/en/about-us> (Letöltés dátuma: 2019.12.11.)
- [157.] A Magyar Kormány 2014. november 06-i válasza a Bizottság kötelezettségzegési eljárásban érkezett hivatalos felszólítására
- [158.] HungaroControl: Hazai koncepció alapján bővül Európa egyik legnagyobb összefüggő szabad légtere
<https://www.hungarocontrol.hu/sajtoszoba/hirek/bovul-a-see-fra> (Letöltés dátuma: 2021.02.17.)
- [159.] FAB CE Council, FAB CE Legal Committee és FAB CE Liability Task Force belső munka anyagai (Letöltés dátuma: 2020.10.10.)
- [160.] ICAO: European and North Atlantic Office: Transfer of Bosnia and Herzegovina airspace control. 2007
<http://www.icao.int/EURNAT/News%20Archives/2007/20070420-Transfer%20of%20Bosnia%20and%20Herzegovina%20Airspace%20Control.pdf> (Letöltés dátuma: 2011.03.20.)
- [161.] CANSO: BHANSA assumes responsibility for upper airspace in Bosnia and Herzegovina <https://www.canso.org/bhansa-assumes-responsibility-upper-airspace-bosnia-and-herzegovina> (Letöltés dátuma: 2019.12.14.)
- [162.] Amiee Turner: Libyan conflict put Malta's ATC to the test. Air Traffic Management. 30 April 2012
<http://www.airtrafficmanagement.net/2012/04/malta/> (2015.11.03.) (Letöltés dátuma: 2018.07.04.)
- [163.] POKORÁDI; SOMOSI: A Koszovói magaslégtéri irányítási rendszer gráfmodellezése Hadmérnök (XII) IV (2017)
- [164.] Somosi V.: Kényszerhelyzeti eljárások kezelése delegált légiforgalmi irányítói környezetben Repüléstudományi közlemények 2016/3
- [165.] Histoy TV: 9/11 Timeline. Forrás: <https://www.history.com/topics/21st-century/9-11-timeline> (Letöltés dátuma: 2020.09.11.)
- [166.] Airportal: Megújítja léginavigációs és hangkommunikációs rendszereit a HungaroControl, <https://airportal.hu/megujitja-leginavigacios-es-hangkommunikacios-rendszereit-a-hungarocontrol/> (Letöltés dátuma: 2020.10.13.)
- [167.] International Airport Review: The Top 20 Busiest Airports In The World By Passenger Number,
<https://www.internationalairportreview.com/article/32311/top-20-busiest-airports-world-passenger-number/> (Letöltés dátuma: 2019.10.04.)
- [168.] Heathrow Airport: Annual Report and Financial Statements 2019,
<https://www.heathrow.com/content/dam/heathrow/web/common/documents/co>

- mpany/investor/reports-and-presentations/annual-accounts/airport-ltd/Heathrow-Airport-Limited-31-Dec-2019.pdf (Letöltés dátuma: 2020.05.09.)
- [169.] Statista: Number of aircraft landings and take-offs at London Heathrow Airport in the United Kingdom (UK) from 2005 to 2019, <https://www.statista.com/statistics/466468/aircraft-landings-and-take-offs-at-heathrow-airport-uk/> (Letöltés dátuma: 2020.08.06.)
- [170.] Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiája. Kihirdette a 1393/2021. (VI.24.) Kormányhatározat, <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/index.php?menuindex=200&pageindex=kozlart&ev=2021&szam=119> (Letöltés dátuma: 2021.07.04.)
- [171.] EUROCONTROL: 55th Provisional Council meeting. Director General's report and Group Chair summaries (Letöltés dátuma: 2021.06.24.)
- [172.] BUD: Ikonikus óriás: az irányítótorony története.2020.05.15, https://www.bud.hu/budapest_airport/media/hirek/bud70/ikonikus_orias_az_iranyitotorony_tortenete.html (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
- [173.] Dudás Dezső, Somosi Vilmos, Rohács Dániel: A remote tower technológia polgári és katonai alkalmazási lehetőségei. Repüléstudományi közlemények XXIX. Évfolyam
- [174.] Next reality: 360world's Windows Mixed Reality Tools Will Help Air Traffic Controllers See in New Ways. <https://hololens.reality.news/news/360worlds-windows-mixed-reality-tools-will-help-air-traffic-controllers-see-new-ways-0176714/> (Letöltés dátuma: 2017.03.24)
- [175.] Kongsberg: Remote Towers presented: Significant international potential (online) url: <https://www.kongsberg.com/en/kog/news/2015/september/biggest-contract-for-remote-towers/> (Letöltés dátuma: 2015.09.30.)
- [176.] Explorer's Society: How Remote Operations Shape the Future of Air Navigation. 2019.12.10. Forrás: <https://www.explorers-society.blog/how-remote-operations-shape-the-future-of-air-navigation/> (Letöltés dátuma: 2019.12.10.)
- [177.] NLR: Remote Tower Live Trials in the Netherlands (online) url: <http://www.nlr.org/news/remote-tower-live-trials-in-the-netherlands/> (Letöltés dátuma: 2017.04.04.)
- [178.] AirPortal: Kiírta a közbeszerzést a debreceni távirányításhoz a HungaroControl. Forrás: <https://airportal.hu/kiirta-kozbeszerzest-debreceni-taviranyitashoz-hungarocontrol/> (Letöltés dátuma: 2018.01.04.)
- [179.] Bodnár László: A helikopteres tűzoltás hatékonyságának vizsgálata magyarországi példákkal. Védelemtudomány, http://vedelemtudomany.hu/articles/05_bodnar.pdf (Letöltés dátuma: 2017.01.08.)
- [180.] A légiforgalmi szolgáltatást/léginavigációs szolgálatokat és más légiforgalmi szolgáltatási hálózati funkciókat és azok felügyeletét ellátó szolgáltatókra vonatkozó közös követelmények meghatározásáról, valamint a 482/2008/EK rendelet, az 1034/2011/EU, az 1035/2011/EU és az (EU) 2016/1377 végrehajtási rendelet hatályon kívül helyezéséről, továbbá a 677/2011/EU

- rendelet módosításáról szóló 2017/373 (EU) végrehajtási rendelet, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0373&from=hu> (Letöltés dátuma: 2019.04.10.)
- [181.] Magyarország légterében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól szóló 56/2016. (XII.22.) NFM rendelet, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600056.nfm#> (Letöltés dátuma: 2018.05.04.)
- [182.] A honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szóló 2011. évi CXIII. törvény
- [183.] Kormányportál: Magyar Honvédség, <https://2010-2014.kormany.hu/hu/mo/honvedelem> (Letöltés dátuma: 2018.06.09.)
- [184.] NATO: Smart Defence Proposal-Pooling and DAAM Resources-AC/92-N (2012)0018 NATO Unclassified
- [185.] Somosi V. - Vas T.: A Magyar Honvédség légiforgalom-szervezési rendszere korszerűsítésének fő irányai. Repüléstudományi Közlemények különszám (Letöltés dátuma: 2020.04.16.)
- [186.] Somosi V. – Vas T.: A Magyar Honvédség mobil ATM komponens lehetőségei a NATO hadműveleti repülőterein. Repüléstudományi Közlemények. 2010.04.16. (Letöltés dátuma: 2020.03.01.)
- [187.] CNBC: Thousands scour central Italy for survivors of deadly earthquake. <https://www.cnbc.com/2016/08/23/magnitude-62-quake-hits-central-italy-usgs.html> (Letöltés dátuma: 2016.08.25)
- [188.] A honvédelmi érdekhez kapcsolódó tevékenységet folytató gazdasági társaságok meghatározásáról szóló 6/2020. (IV. 16.) HM rendelet módosításáról szóló 17/2021. (VIII. 11.) HM rendelet <http://www.kozlonyok.hu/kozlonyok/Kozlonyok/13/PDF/2021/9.pdf> (Letöltés dátuma: 2021.08.14.)
- [189.] Skybrary: Interoperability of the European ATM Network, https://www.skybrary.aero/index.php/Interoperability_of_the_European_ATM_Network (Letöltés dátuma: 2019.03.10.)
- [190.] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: A légiforgalmi tájékoztató kiadványokban megjelenő adatok és tájékoztatások adatminőségi követelményei, <https://ais.hungarocontrol.hu/adq> (Letöltés dátuma: 2015.01.27.)
- [191.] Palik M. – Somosi V.: A léginavigációs infrastruktúra-fejlesztés kockázatelemzési sajátosságai <http://www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/RepSzem-2017.pdf> (Letöltés dátuma: 2017.12.14.)
- [192.] Index: Boeing: nagy volt a verseny, elsiették a fejlesztést https://index.hu/gazdasag/2019/03/16/boeing_etiopia_legikatasztrofa/ (Letöltés dátuma: 2019.03.16.)
- [193.] Skyguide 2019 Annual Report <https://www.skyguide.ch/wp-content/uploads/2020/03/E-sky-RA-2019-LR-v2.pdf> (Letöltés dátuma: 2020.11.04.)

- [194.] Coflight Cloud Services <https://coflight-cloud-services.com/wp-content/uploads/2020/03/CCSPressKit.pdf> (Letöltés dátuma: 2020.02.14.)
- [195.] Magyarország Kormánya és a Szlovén Köztársaság Kormánya közötti, a Magyar Köztársaság Kormánya és a Szlovén Köztársaság Kormánya között a repülő és légvédelmi szakterületeken történő katonai együttműködésről szóló Megállapodás módosításáról szóló Megállapodás kihirdetéséről szóló 2014. évi III. törvény (Letöltés dátuma: 2014.10.04.)
- [196.] Honvédelmi Minisztérium: Magyarország is bekapcsolódik Szlovénia légterének védelmébe <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/magyarorszag-is-bekapcsolodik-szlovenia-legterenek-vedelmebe.html> (Letöltés dátuma: 2014.10.04.)
- [197.] NATO COMBINED AIR OPERATIONS CENTRE TORREJÓN <https://ac.nato.int/about/caoc/torrejon> (Letöltés dátuma: 2020.10.11.)
- [198.] Pokorádi L., Somosi V.: Graph-Theoretical Investigation of Vehicle And Transportation System
- [199.] Feller T. – Hídvégi G. – Köller L.: A nemzetgazdaság és nemzetbiztonság által igényelt „kritikus infrastruktúra” hálózatok komplex szemléletű vizsgálata (Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozat tanulmány). Budapest 2010. november
- [200.] AIRportal.hu: Ferihegy Tower blackout: Bezárták a repülőteret <http://www.airportal.hu/ap/viewtopic.php?t=10877> (Letöltés dátuma: 2016.01.08.)
- [201.] Network Manager: Monthly Network Operations Report, Analysis – July 2014 <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/performance/201407/network-operations-report-july-2014-analysis.pdf> (Letöltés dátuma: 2017.02.01)
- [202.] Explaining the Eurocontrol Network Manager Systems Outage on 3 April 2018 - Summary Briefing Released <https://www.eurocontrol.int/news/explaining-eurocontrol-network-manager-systems-outage-3-april-2018-summary-briefing-released> (Letöltés dátuma: 2018.06.01)
- [203.] EUROCONTROL: integrated Network Management, <https://www.eurocontrol.int/project/integrated-network-management> (Letöltés dátuma: 2021.07.14.)
- [204.] Utassy Sándor: Vagyonvédelmi rendszerek tervezése, telepítése Detektor Plusz, 14. évf. 8-9. szám 2007. aug.-szeptember, 18.-20. oldal, ISSN1217 9175
- [205.] KEH: A különleges jogrend meghatározása az Alaptörvény szerint, www.keh.hu/magyarorszag_alaptorvenye/1515-Magyarorszag_Alaptorvenye&pnr=13 (Letöltés dátuma: 2017.08.04.)
- [206.] Petó Richárd: Objektumok védelmének eszközei és lehetőségei a bűnös célú/terror jellegű robbantásokkal szemben. Doktori (PhD) értekezés, Budapest. Forrás: http://lib.uni-obuda.hu/sites/lib.uni-obuda.hu/files/Peto_Richard_ertekezes.pdf (Letöltés dátuma: 2018. 11. 03.)
- [207.] Somosi V.: Léginavigációs infrastruktúra beruházások védelmi aspektusai. Műszaki katonai közlöny XXVII. évfolyam 2017. 3. szám. Forrás:

<https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1897/1185> (Letöltés dátuma: 2017.12.18.)

- [208.] ITM Közlekedési Hatóság: Megalakult a magyarországi drón koalíció.
<https://www.kozlekedesihatosag.kormany.hu/hu/web/hatosagi-koordinacios-foosztaly/w/megalakult-a-magyarorsz%C3%A1gi-dr%C3%B3n-koal%C3%ADci%C3%B3> (Letöltés dátuma: 2021.05.01.)
- [209.] HVG: Műholdképeken látszik, mekkora kárt okozott a világ legnagyobb olajfinomítóját ért dróntámadás,
https://hvg.hu/tudomany/20190916_muholdkep_szaud_arabia_olajtermeles_dr_ontamadas (Letöltés dátuma: 2019.09.16.)
- [210.] Csengeri J.: Remote Towers II. Applied Military Sciences DR2018/1.
<https://honvedelem.hu/images/media/5f58bf53a396f215709938.pdf>, (Letöltés dátuma: 2019.09.16.)
- [211.] Somosi V., Kling F., Molnár Z., Hetei G.: Virtuális központok hálózati kitettségének elemzése. XX. Repüléstudományi Napok 2019.11.25-26. (előadás)
- [212.] Pokorádi László: Hibafa érzékenység elemzése. Szolnoki Tudományos Közlemények XVI. Szolnok, 2012.
http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2012/cikkek/2012-13-Pokoradi_Laszlo.pdf (Letöltés dátuma: 2015.10.30.)

FÜGGELÉK

1. számú függelék: Rövidítések jegyzéke

Rövidítés	Angolul	Magyarul
ACC	Area Control Centre	<i>Körzeti irányító központ</i>
ADQ	Aeronautical Data Quality	<i>Légiforgalmi adatokkal és tájékoztatásokkal kapcsolatos minőségi követelmények</i>
ADS	Aeronautical Data Services	<i>Légiforgalmi adatszolgáltatás</i>
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance Broadcast	<i>Automatikus független légtérfelderítés (hálózat)</i>
ADSP	Aeronautical Data Service Provider	<i>Légiforgalmi adatszolgáltató</i>
AFIS	Aerodrome Flight Information Service	<i>Repülőtéri repüléstájékoztatás</i>
AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunications Network	<i>Légiforgalmi állandóhelyű távközlési hálózat</i>
AIP	Aeronautical Information Publication	<i>Légiforgalmi Tájékoztató Kiadvány</i>
AIS	Aeronautical Information Services	<i>Légiforgalmi tájékoztatás</i>
AISP	Aeronautical Information Service Provider	<i>Léginavigációs tájékoztató</i>
AMAN	Advanced Arrival Management	<i>Fejlett érkezésmenedzsment</i>
AMC	Airspace Magement Cell	<i>Légtérgazdálkodói Részleg</i>
AMHS	Air Traffic Services Message Handling Services	<i>ATS Közlemény Kezelő Rendszer</i>
ANS	Air Navigation Services	<i>Léginavigációs szolgáltatás</i>
ANSP	Air Navigation Service Provider	<i>Léginavigációs Szolgálat</i>
APP	Approach control	<i>Közelkörzeti irányítás</i>
AR	Augmented Reality	<i>Kiterjesztett valóság</i>
ARO	Air Traffic Services Reporting Office	<i>Légiforgalmi szolgálatok bejelentő irodája</i>
ASP	Airspace planning	<i>Légtértervezés</i>
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance and Control System	<i>Fejlett felszíni mozgásirányító és -vezérlő rendszer</i>
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management	<i>Áramlás- és kapacitás szervezés</i>

ATM	Air Traffic Management	<i>Légiforgalom-szervezés</i>
ATS	Air Traffic Services	<i>Légiforgalmi szolgáltatások</i>
ATSP	Air Traffic Service Provider	<i>Légiforgalmi szolgáltató</i>
AWACS	Airborne Warning and Control System	<i>NATO Korai Előrejelző és Légtérellelőrző Rendszer</i>
BANM	NATO Balkans Aviation Normalization Meeting	<i>Nyugat-Balkáni térség légiközlekedés-normalizációs munkacsoport</i>
CAOC	Combined Air Operations Centre	<i>Szövetségi légi műveleti központ</i>
CARD	Conflict and Risk Detection	<i>Konfliktus és kockázatkutatás</i>
CBA	Cross-border Airspace	<i>Országhatáron átívelő időszakosan korlátozott légtér</i>
CDO	Continuous Descent Operation	<i>Folyamatos süllyedési profilt biztosító szabvány érkezési eljárás</i>
CEATS	Central European ATS Services	<i>Közép-európai légiforgalmi szolgálatok együttműködési programja</i>
CIS	Common Information Services	<i>Közös információszolgáltatás</i>
CNS	Communication, Navigation, Surveillance	<i>Kommunikáció, navigáció, légtérfelderítés</i>
CNSP	CNS Service Provider	<i>CNS szolgáltató</i>
CPDLC	Controller-Pilot Data Link Communication	<i>Légiforgalmi irányító és pilóta közötti adatkapcsolatú kommunikáció</i>
CRC	Command and Reporting Centre	<i>Légi Műveleti Vezetési és Irányítási Központ</i>
CTR	Control Zone	<i>Repülőtéri irányítói körzet</i>
CWP	Controller Working Position	<i>Légiforgalmi irányítói munkaállomás</i>
DAAM	NATO Deployable Airbase Activation Module	<i>NATO bevezethető légi bázis aktiválási modul</i>
DATM	Deployable ATM	<i>Telepíthető légiforgalom-szervezés</i>
DG MOVE	European Commission Directorate-General for Mobility and Transport	<i>Európai Bizottság Mobilitáspolitikai és Közlekedési Főigazgatósága</i>
DSV	ATS Duty Supervisor	<i>légiforgalmi szolgálat ügyeletes váltásparancsnok</i>

EAAS	A proposal for the future architecture of the European airspace	<i>Tanulmány az európai légtérarchitektúra jövőjéről</i>
EAD	European Aeronautical Database	<i>Európai légiforgalmi tájékoztató adatbázis</i>
EASA	European Union Aviation Safety Agency	<i>Európai Repülésbiztonsági Ügynökség</i>
EATMN	European Air Traffic Management Network	<i>Európai Légiforgalmi Szolgáltatási Hálózat</i>
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization	<i>Kamatok, adózás és értékcsökkenési leírás előtti eredmény</i>
ECAC	European Civil Aviation Conference	<i>Európai Polgári Légiközlekedési Konferencia</i>
ENR	En-route air traffic control	<i>Körzeti (útvonali) irányítás</i>
EUR	European Upper Flight Information Region	<i>Európai Magaslégtéri Repüléstájékoztató Körzet</i>
FAA	Federal Aviation Administration	<i>Amerikai Egyesült Államok Szövetségi Légügyi Hivatala</i>
FAB	Functional Airspace Block	<i>Funkcionális légtérblokk</i>
FAB CE	Functional Airspace Block Central Europe	<i>Közép-európai Funkcionális Légtérblokk</i>
FDPS	Flight Data Processing System	<i>Repülési adatfeldolgozó rendszer</i>
FIR	Flight Information Region	<i>Repüléstájékoztató Körzet</i>
FIS, FIC	Flight Information Service/Centre	<i>Körzeti repüléstájékoztató/központ</i>
FL	Flight Level	<i>Repülési szint</i>
FOB	Forward Operating Base	<i>Előretolt műveleti bázis</i>
FOL	Forward Operating Location	<i>Előretolt műveleti hely</i>
FRA	Free Route Airspace	<i>Szabad felhasználású légtér</i>
FUA	Flexible Use of Airspace	<i>Rugalmas légtérfelhasználás</i>
GAT	General Air Traffic	<i>Általános légiforgalom</i>
GBP	Pound sterling	<i>Angol font pénznem</i>
HC	HungaroControl Hungarian Air Navigation Services Pte. Ltd. Co.	<i>HungaroControl Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt.</i>
ICAO	International Civil Aviation Organization	<i>Nemzetközi Polgári Légiközlekedési Szervezet</i>
ILS	Instrument Landing System	<i>Műszeres leszállító rendszer</i>

iNM	Integrated Network Management	<i>Intergrált hálózatmenedzseri rendszer</i>
JCMACC	Joint Civil-Military Airspace Coordination Committee	<i>Közös Polgári-Katonai Légtér Koordinációs Bizottság</i>
KFOR	Kosovo Force Upper Airspace	<i>Koszovói magaslégtér</i>
LOA	Letter of Agreement	<i>Együttműködési megállapodás</i>
LSSIP	Local Single Sky Implementation Plan	<i>Az Egységes Európai Égbolt keretében tervezett fejlesztések nemzeti megvalósításáról szóló éves jelentés</i>
MCTR	Military Control Zone	<i>Katonai repülőtéri irányítói körzet</i>
MET	Aviation meteorology services	<i>Repülésmeteorológiai szolgáltatások</i>
METSP	Meteorological Services Provider	<i>Repülésmeteorológiai szolgáltató</i>
MH LMVIK	Hungarian Defence Forces Air Operations Command and Control Centre	<i>Magyar Honvédség Légi Műveleti Vezetési és Irányítási Központ</i>
MOB	Main Operating Base	<i>Fő műveleti bázis</i>
MTCD	Medium Term Conflict Detection	<i>Közepes távolságú konfliktuskutatás</i>
MTMA	Military Terminal Control Area	<i>Katonai Közelkörzeti Irányítói Körzet</i>
MUAC	Maastricht Upper Area Control Centre	<i>Maastricht Magaslégtéri Irányító központ</i>
NAS	National Airspace System	<i>USA nemzeti légitrafordítási ökoszisztémája</i>
NATINAMDS	NATO Integrated Air and Missile Defence System	<i>NATO Integrált Légvédelmi és Rakétavédelmi Rendszer</i>
NDAB	NATO Deployable Air Base	<i>NATO bevethető légibázis</i>
NDB	Non Directional Beacon	<i>Körkörös irányadó rádióállomás</i>
NDOP	Network Directors of Operations	<i>Hálózati üzemeltetési igazgatók</i>
NFZ	No Fly Zone	<i>Repüléstilalmi zóna</i>
NM	Network Manager	<i>Hálózatmenedzser</i>
NMOC	Network Manager Operations Centre	<i>Hálózatmenedzser Műveleti Központ</i>
OAT	Operational Air Traffic	<i>Műveleti repülés</i>

OMSZ	Hungarian Meteorological Service	<i>Országos Meteorológiai Szolgálat</i>
PAR	Precision Approach Radar	<i>Precíziós bevezető radar</i>
PfP	Partnership for Peace	<i>Partnerség a békéért együttműködés</i>
PIB	Pre-Flight Information Bulletin	<i>Repülés előtti tájékoztató bulletin</i>
RAP	Recognised Air Picture	<i>Valós idejű azonosított légihelyzetkép</i>
RTC	Remote Tower Centre	<i>Távoli repülésirányító szolgálatok központja</i>
rTWR	Remote Tower	<i>Távoli repülésirányító torony</i>
SAAM	System for traffic assignment and analysis at macroscopic level	<i>Makroszkopikus szintű forgalomelosztó és -elemző rendszer</i>
SAR	Search and Rescue	<i>Kutatás-mentés</i>
SDPS	Surveillance Data Processing System	<i>Radaradat feldolgozó rendszer</i>
SECSIFRA	South East Common Sky Initiative Free Route Airspace	<i>A délkeleti közös égbolt kezdeményezés szabad légtér</i>
SEEFRA	South East Europe Free Route Airspace	<i>Délkelet-európai szabad légtér</i>
SES	Single European Sky	<i>Egységes Európai Égbolt</i>
SIM/TRG	Simulation/Training	<i>Szimuláció/képzés</i>
SLA	Service Level Agreement	<i>Szolgáltatási szintű megállapodás</i>
STANAG	Standardization Agreement	<i>NATO egységesítési egyezmény</i>
STCA	Short Term Conflict Detection	<i>Kistávolságú konfliktuskutatás</i>
STEEPLE/ PESTLE		<i>Politikai, gazdasági, társadalmi, technológiai, jogi, környezeti és humán-erőforrás aspektusokat elemző módszer</i>
TIZ	Traffic Information Zone	<i>Forgalmi tájékoztató körzet</i>
TMA	Terminal Control Area	<i>Közelkörzet</i>
TRA	Temporary Restricted Airspace	<i>Időszakosan korlátozott légtér</i>
TSA	Temporary Segregated Area	<i>Időszakosan elkülönített légtér</i>
TWR	Tower control	<i>Repülőtéri irányítás</i>
USAF	United States Air Force	<i>Amerikai Egyesült Államok légereje</i>

UTM	Unmanned Aircraft Systems Traffic Management	<i>Pilóta nélküli légiforgalom-szervezés</i>
VOR	VHF Omnidirectional Range	<i>VHF sávban működő irányadó állomás</i>
VR	Virtual Reality	<i>Virtuális valóság</i>
X-border	Cross-border	<i>Országhatárt keresztező</i>

2. számú függelék: Ábrák jegyzéke

1. ábra: Légiközlekedési utasforgalom alakulása 1945-2020 között (Készítette a szerző. Forrás: ICAO alapján)	8
2. ábra: Európai drónfelhasználási előrejelzés (Szerkesztette a szerző. Forrás: SESAR JU alapján [3]).....	9
3. ábra: Funkcionális Légtérblokkok (Forrás: Európai Bizottság).....	11
4. ábra: Az európai légiközlekedési hálózat átlagos havi forgalma 2015-2019 között (Szerkesztette a szerző. Forrás: EUROCONTROL).....	12
5. ábra: BENELUX államok és Németország által létrehozott MUAC magaslégtéri irányítói környezet (Forrás: EUROCONTROL).....	15
6. ábra: FAB CE testületek (Készítette a szerző).....	31
7. ábra: Repülési szegmensek légi jármű károsanyag-kibocsátás megtakarítási potenciálja (Készítette a szerző. Forrás: EUROCONTROL [102] alapján).....	38
8. ábra: EUROCONTROL STATFOR hét éves forgalmi előrejelzései (Készítette a szerző. Forrás: EUROCONTROL [103] alapján).....	39
9. ábra: Jogszabályi hierarchia (Készítette a szerző)	44
10. ábra: Léginavigációs, légiforgalom-szervezési szolgáltatások és funkciók rendszere (Készítette a szerző.).....	51
11. ábra: HungaroControl által üzemeltett CNS infrastruktúra (Forrás: HungaroControl)	58
12. ábra: HungaroControl primer lokátorok lefedettségi mutatói (Szerkesztette a szerző. Forrás: AIP Hungary [130]).....	59
13. ábra: Másodlagos radarok felderítési karakterisztikája (Szerkesztette a szerző. Forrás: AIP Hungary [130]).....	60
14. ábra: Európai polgári ATM beszállítói környezet (Szerkesztette a szerző. Forrás LSSIP dokumentumok)	63
15. ábra: HungaroControl által kezelt ellenőrzött forgalom 2017-2021 (Készítette a szerző. Forrás: HungaroControl adatok)	65
16. ábra: FAB CE térség 10 legforgalmasabb repülőtere napi forgalmának összehasonlítása (Készítette a szerző. Forrás: FAB CE adatok alapján [137])	66
17. ábra: ICAO azonosítójú magyarországi repülőterek és leszállóhelyek elhelyezkedése (Szerkesztette a szerző. Forrás: AIP Hungary).....	67
18. ábra: Magyarországi 25 legforgalmasabb repülőtér 2019. évi forgalmi adatai (Készítette a szerző. Forrás: HungaroControl adatok és LSSIP [138] alapján).....	68
19. ábra: A 25 legforgalmasabb magyar vidéki repülőtér forgalmi sűrűsége (Készítette a szerző) 68	
20. ábra: Hazai nem ellenőrzött légiforgalom alakulása 2017-2021 között (Készítette a szerző. Forrás LSSIP adatok [138] alapján).....	72
21. ábra: AFIS szolgáltatást nyújtó repülőterek forgalmi összehasonlítása (Készítette a szerző. Forrás HungaroControl adatok)	73

22. ábra: Budapest FIR ellenőrzött légtér 2019 nyári menetrendi időszakának szektornyitási terve (Forrás: HungaroControl)	76
23. ábra: Monolitikus ATM rendszer funkcionális elemei (Készítette a szerző)	77
24. ábra: Infrastrukturális hálózati alapséma (Készítette a szerző).....	78
25. ábra: Nemzetközi infrastrukturális hálózati alapséma (Készítette a szerző)	80
26. ábra: Polgári-katonai együttműködési példák (készítette a szerző)	84
27. ábra: Fiktív monolitikus ANSP környezet (Készítette a szerző. Forrás: EAAS SESAR JU)	90
28. ábra: Konzolidált léginnavigációs szolgáltatások alapelemei (Készítette a szerző)	91
29. ábra: Szolgáltatások és funkciók jövőképe (Készítette a szerző. Forrás: SESAR JU EAAS [147] alapján)	94
30. ábra: Szolgáltatás-orientált architektúra (Készítette a szerző).....	95
31. ábra: Katonai légterek Európában (Forrás: EUROCONTROL SAAM).....	100
32. ábra: Légtér felosztásának elvi modellje (Készítette a szerző).....	102
33. ábra: Integrált légiforgalmi szolgáltatási modell (Készítette a szerző).....	104
34. ábra: Polgári légiforgalmi irányító egységek közötti együttműködési séma (Készítette a szerző)	104
35. ábra: Polgári légiforgalmi irányító egységek kapcsolata a nemzeti katonai légtérelőrzési egységekkel (Készítette a szerző).....	104
36. ábra: Maastricht Upper Area Centre felelősségi területe [Forrás: FABEC].....	105
37. ábra: ATS delegálási modell (Készítette a szerző)	106
38. ábra: Szolgálati egységek közötti kapcsolati háló (Készítette a szerző)	106
39. ábra: A LESMO légtérrészt szemléltető kapcsolati háló (Készítette a szerző) ...	107
40. ábra: FAB CE ATS delegált légterek (Forrás: [156] alapján)	108
41. ábra: Európai Free Route Airspace klaszterek (Forrás: EUROCONTROL Airspace Reconfiguration Project).....	110
42. ábra: Bosznia-Hercegovina nem szokványos légiforgalmi szolgáltatói modellje (Készítette a szerző.)	114
43. ábra: BHANSA-SMATSA-CroatiaControl kapcsolati viszony (Készítette a szerző.)	114
44. ábra: Dinamikus szektorizációs modell (Készítette a szerző)	115
45. ábra: Dinamikus szektorizáció kapcsolati séma A2 szektor felelőssége esetén (Készítette a szerző)	115
46. ábra: Dinamikus szektorizáció kapcsolati séma B1 szektor felelőssége esetén (Készítette a szerző)	115
47. ábra: Országhatáron átnyúló katonai légtérmodell (Készítette a szerző).....	117
48. ábra: Országhatáron átnyúló katonai légtér kapcsolati sémája (Készítette a szerző)	117

49. ábra: Eseti légtér modellje (Készítette a szerző).....	118
50. ábra: AWACS-CRC-ACC kapcsolat (Készítette a szerző)	118
51. ábra: Svéd- finn együttműködésű Cross Border Area (Forrás: AIP Sweden)	120
52. ábra: FABEC South-East Project (Forrás: FABEC)	121
53. ábra: Nem szomszédos viszonyrendszerű ATS delegálás (Készítette a szerző).	122
54. ábra: Nem szomszédos viszonyrendszerű ATS delegálás kapcsolati sémája (Készítette a szerző)	123
55. ábra: Koszovói magaslégtér (Forrás: HungaroControl irányítói légihelyzetkép)	124
56. ábra: Konvencionális és szektorfüggetlen irányítás (Forrás: HungaroControl [35]) 125	
57. ábra: Szektoralapú és légijármű-orientált irányítási modellek (Készítette a szerző) 126	
58. ábra: Fegyveres légvédelmi készenléti repülés kontaktviszonya a polgári légiforgalmi környezetben (Készítette a szerző).....	127
59. ábra: 9/11 események kronológiája (Készítette a szerző)	129
60. ábra: 180° látószögű rTWR panorámakép (Készítette a szerző)	140
61. ábra: Szegmentált rTWR videófal (Készítette a szerző)	141
62. ábra: Klasszikus repülőterei irányítás holografikus támogatása (Forrás: Hololens) 142	
63. ábra: Három repülőteret megjelenítő multiple rTWR monitor (Forrás: HungaroControl)	146
64. ábra: Monolitikus rendszer sematikus ábrája (Készítette a szerző)	159
65. ábra: Virtuális adatközpont sematikus rendszerrajza (Készítette a szerző).....	160
66. ábra: Virtuális központ jellegű technológiai kezdeményezések (Készítette a szerző) 162	
67. ábra: COOPANS rendszerharmonizáció (készítette COOPANS adatbázis alapján a szerző) 163	
68. ábra: Technológiai fejlődési folyamatok (Készítette a szerző).....	167
69. ábra: Szlovénia és a környező országok ATS delegált légterei (Készítette a szerző) 171	
70. ábra: A szlovén légtér környezete (szerkesztette: Szerző)	171
71. ábra: Slovenia Control polgári és katonai repülésirányítói kapcsolati hálója (Készítette a szerző)	172
72. ábra: A koszovói magaslégtéri irányításhoz szükséges adatkapcsolatok (Készítette a szerző. Forrás: [197] alapján).....	174
73. ábra: Koszovói magaslégtér radarlefedettségi térképe FL410 repülési szinten (Forrás: HungaroControl)	175
74. ábra: Radarhálózat irányított Gráf-modellje (Készítette a szerző. Forrás: [162] alján) 176	

75. ábra:	Egyszerűsített légiforgalmi hálózati modell (Készítette a szerző).....	187
76. ábra:	Forgalmi intenzitási modellek (Készítette a szerző).....	187
77. ábra:	Térségi és diverzifikált ADSP üzemkiesési esetek hatásai I. (Készítette a szerző)	188
78. ábra:	Térségi és diverzifikált ADSP üzemkiesési esetek hatásai II. (Készítette a szerző)	189
79. ábra:	Repülőterek hálózati elemzése (Készítette: Kling Fanni, HungaroControl)	190
80. ábra:	Fokszám és köztiség centralitás modellezése (Készítette: Kling Fanni, HungaroControl)	190

3. számú Függelék: Kapcsolódó NATO STANAGEK

- [1.] 3297 NATO Standard Aerodrome and Heliport ATS Procedures;
- [2.] 3530 Radio and/or Navigational Aid Failure Procedures for Operational Air Traffic (OAT) Flights;
- [3.] 3758 Signal used by ATS units for control of pedestrian and vehicular traffic in the manoeuvring area or airfields;
- [4.] 3759 NATO supplement to ICAO Doc 8168-OPS/611;
- [5.] 3817 NATO supplement to ICAO DOC 4444 ANNEX 2, DOC 4444 - ATM/501, ANNEX 10 VOL II and DOC 9432-AN/952 - NATO Radiotelephony phraseology AATCP – 2(A);
- [6.] 3970 Content and format of Flight Information Publication (FLIP) terminal high/low instrument approach procedures, instrument departure procedures, and aerodrome diagrams/layouts;
- [7.] 7005 Exchange of Aeronautical Information Publication (AIP) and flight information publication (FLIP) data;
- [8.] 7012 Minimum Radiotelephony (R/T) Aerodrome Departure Procedures;
- [9.] 7025 Air Traffic Management and Control of Minimum Operating Strips (MOS) Operations;
- [10.] 7199 NATO supplement to ICAO DOC 8186, VOLUME 1, Flight procedures - AFPP-1 (A);
- [11.] 7134 Control of lighting at airfields during NVG operations;
- [12.] 7204 - NATO minimum requirements for personnel providing Air Traffic Services (ATS) in NATO-led operations.