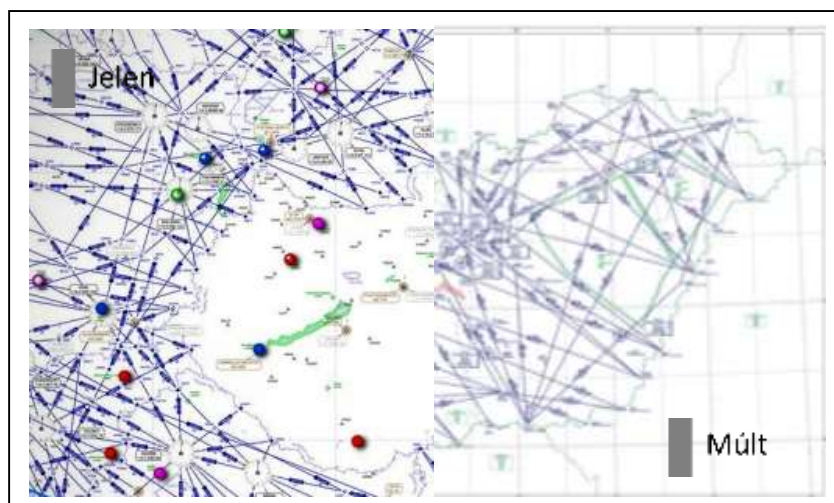




Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA
Közlekedésszervezés szekció

**ÚTVONALHÁLÓZATOK TERVEZÉSE, BEVEZETÉSE ÉS
FEJLESZTÉSE A POLGÁRI LÉGIKÖZLEKEDÉSBEN**



Készítette:

Futaki Anna
(BWZ2XP)

Konzulensek:

Dr. Szabó Géza
Altorjay Miklós

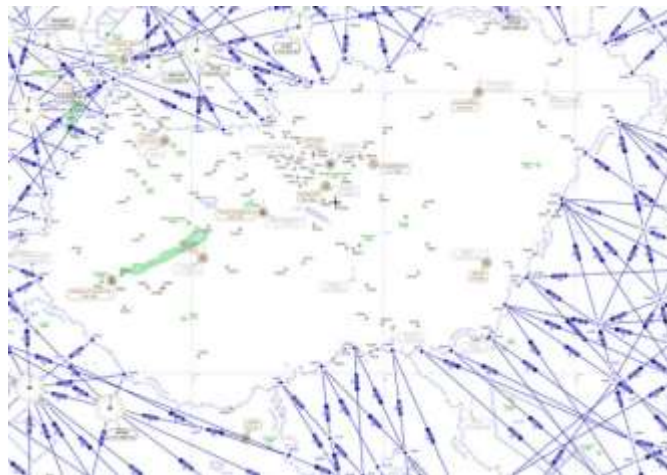
Tartalom

1	Bevezetés.....	3
2	Az új rendszer hatékonysága.....	4
2.1	Statikus összehasonlítás.....	5
2.2	Forgalmi adatokon alapuló összehasonlítás (NEST).....	7
3	Légitársaságoknak fontos tényezők.....	15
4	Útvonalhálózat.....	17
5	HUFRA rendszer bevezetése, változások, problémák.....	18
5.1	Technológiai rendszer.....	19
5.2	Korlátozások változása, jogszabályok.....	20
5.3	Útvonaltervezés.....	21
5.4	Forgalmi átrendeződés.....	21
5.5	Katonai légterek.....	23
5.6	Munkatechnológia, publikálás.....	25
5.7	Környező országok.....	25
6	Néhány felmerülő probléma a Cross-Border Free Route esetén.....	27
6.1	Forgalom komplexitása, átalakulása.....	27
6.2	Oldi üzenetek.....	27
6.3	TRA légterek kerülése.....	29
7	Összefoglalás.....	31
8	Irodalomjegyzék.....	32

1 Bevezetés

A légtér széttagolása, valamint telítettsége miatt a járatok többsége nem a legrövidebb útvonalon halad, ezért szükségessé vált egy olyan egységes európai légtér kialakítása, melyben a légijárművek optimális útvonalprofillal közlekedhetnek. Az Európai Bizottság rendelete (716/2014) értelmében a szabad légtérhasználat, azaz a „Free Route” bevezetése 2022. január 1-jére 9000 méter felett egész Európában kötelező lesz a léginavigációs szervezetek számára [7][8].

2015. február 5-én törölte el a HungaroControl Zrt. Magyarországon a teljes ATS útvonalhálózatot, és vezette be Európában elsőként a „Free Route” forgalomszervezési koncepciót (1. ábra) úgy, hogy nem volt megelőző éjszakai próbaidőszak, vagy párhuzamos üzem vagy magasságkorlátozás, ellentétben más országokkal ahol csak időszakosan, vagy csak bizonyos magasságokon vezették be.



1. ábra: A HUFRA rendszer [skyvector]

Magyarországon a step by step bevezetés nem volt célravezető, hiszen általában míg van ATS útvonal addig inkább azt használnák a légitársaságok. Ha a kezdetben csak kis forgalmú időszakokban történne a bevezetés, akkor az arra vonatkozó eredmények nem biztos, hogy ráillenek egy igen forgalmas időszakra. A régi és az új rendszer vízszintes elválasztása esetén, a határterületen lesznek problémák. Így hazánkban egy lépésben, minden magasságon és minden időben bevezették a Free Route rendszert.

Ez azt jelenti, hogy Magyarország légterében a ki- és belépőpontok között a lehető legrövidebb úton közlekedhetnek a repülőgépek, azaz felesleges töréspontok beiktatása nélkül. Továbbá megnyíltak új útvonal-lehetőségek, melyek az ATS útvonalhálózat

környezetben nem voltak elérhetőek. A Free Route rendszer, mint koncepció megvalósítására egy példa a HUFRA (Hungarian Free Route Airspace). A Free Route rendszerek tervezését, bevezetését és fejlesztését a polgári légiközlekedésben, a HUFRA rendszeren keresztül mutatom be [7].

A HUFRA rendszer koncepciójának a lényege, hogy bizonyos –minimális- megkötések mellett a légi járművek a repülési tervüket LHCC FIR-en belül elérhető útvonalpontok szabad kombinációjával tervezhetik, így a lehető leggazdaságosabb és legkörnyezetkímélőbb módon tervezhetik meg és bonyolíthatják le repüléseiket hazánk légterében [7].

2 A szabadon tervezhető légterek hatékonysági mutatószámai

Az új rendszer bevezetése akkor volt érdemes, ha hatékonyabb az előző rendszerénél, ezért fontos megvizsgálni, hogy a Free Route rendszer útvonal-rövidülés és üzemanyagfogyasztás szempontjából hatékonyabb-e, mint az ATS útvonalhálózat.

A légiközlekedés sokszereplős, ahol az egyes szereplők igényei eltérhetnek. A szereplők közé tartozik a légitársaság, a szabályzási környezet és a léginavigációs szolgálat. A szabályozási környezet célja, hogy keretek között biztosítható legyen a maximális biztonsági szint, a lehető legnagyobb kapacitás mellett. A léginavigációs szolgálat számára a legfontosabb, hogy a repülések problémamentesen végbemenjenek, gazdaságosan tudjanak működni plusz költségek nélkül úgy, hogy ne kelljen túl sok irányítót alkalmazni és ne legyen túl nagy a munkaterhelés számukra. A légitársaságnak pedig elsődleges, hogy minél hamarabb, problémamentesen jussanak el egyik városból a másikba.

A rendszer két különböző módszerrel lett vizsgálva, így pontosabb eredményekre juthatunk. Ennek ellenére továbbra is lehetnek olyan tényezők, korlátok, melyek miatt az eredmények torzulhatnak, vagy nem eléggé pontos eredményt hoznak.

2.1 Statikus összehasonlítás

A statikus összehasonlítás során az ATS útvonalhálózatot vesszük alapul, és annak modelljére illesztjük a Free Route rendszer környezetet, így a két rendszer közös vonásai (metszete) kerülnek összehasonlításra.

Az összehasonlításnak három lépése van:

1. ATS útvonalak hosszának meghatározása az LHCC FIR be- és kilépő pontjai között. Fontos megjegyezni, hogy csak az ésszerű útvonalhálózat került megvizsgálásra.
2. Ugyanezen pontpárok között meg kell határozni a Free Route rendszer esetén megtett távolságot, azaz a legrövidebb útvonalat a pontok között.
3. A kapott eredményeket össze kell vetni, s így megállapítható a különbség a vizsgált szakaszokon.

Az ATS útvonalhálózat hosszának megállapítása, ATS útvonal térkép alapján (AIP ENR 6-LHCC-ERC-2 06 FEB 2014) excel táblázat (2. ábra) segítségével történt a meghatározott pontpárok között. Két lehetséges útvonal esetén a rövidebb került kiválasztásra, továbbá a kétirányú útvonalhálózatok csak egyszer kerültek számításba.

	KEROP	KOPRY	LITKU	LONLA	MEGK	MOPUG	NARKA	NATEX	PARAK	PATAK	PITOK	SASAL	STEIN	SUNIS	TEGRI	TONDO	VAMOG	VEBAL	XOMBA
GEMTO																			0
GOTAR							258												769
INVED																			0
KARIL																			88
KEKED								185	150					252				226	877
KEANN																			40
KEROP																			0
KOPRY			172				214												1129
LITKU																			0
LONLA		253							164									254	900
MEGK										122									122
MOPUG		158												155				147	1219
NARKA				77				182						228				162	1304
NATEX																			0
PARAK			129	105				152		121									1107
PATAK																			0
PITOK				82			88												254
SASAL							187	228	187										1127
STEIN	159						216								199				717
SUNIS																			0
TEGRI																			0
TONDO														141					892
VAMOG							171								178				633
VEBAL			176																631
XOMBA																			0

2. ábra: ATS útvonalak excel táblázatban [saját szerkesztés]

A Free Route rendszer vizsgálata során a már meghatározott pontpárok között történt a vizsgálat (3. ábra). A pontpárok közötti legrövidebb út meghatározásához a pontok WGS 84 koordinátáiból számoltunk az alábbi formula használatával:

$$d = 2 * r * \sin^{-1} \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Phi 2 - \Phi 1}{2} \right) + \cos(\Phi 1) * \cos(\Phi 2) * \sin^2 \left(\frac{\lambda 2 - \lambda 1}{2} \right)}$$

1. egyenlet

Ahol:

- d : A keresett távolság a földgömb felszínén
- r : A föld sugara tengeri mérföldben (a számíráshoz az északi félteke 47. szélességéhez tartozó közepes sugarat vettük alapul)
- $\Phi 1, \lambda 1; \Phi 2, \lambda 2$: A vizsgált földrajzi koordináták (szélesség és hosszúság) értékei radiánban

		SUNS	TEGR	TONDO	VAMOG	VEBAL	XOMBA	
		470831N 0182058E	461548N 0210610E	460250N 0192121E	474714N 0173045E	469828N 0171748E	474624N 0180343E	
GEMTO	460000N 0223540E	0	0	0	0	0	0	0
GOTAR	465962N 0161029E	0	0	0	0	0	0	754,628884
INVED	460000N 0303408E	0	0	0	0	0	0	0
KARL	474736N 0223652E	0	0	0	0	0	0	38,6407887
KERKO	469123N 0211729E	105,466427	0	0	0	112,4134647	0	209,7374720
KENNI	462142N 0215538E	0	0	0	0	0	0	39,8129204
KEROP	461104N 0194148E	0	0	0	0	0	0	0
KOPRY	461425N 0165748E	0	0	0	0	0	0	1096,689981
LITKU	461360N 0193886E	0	0	0	0	0	0	0
LONLA	462024N 0221811E	0	0	0	0	246,4904035	0	517,5430936
MEOR	471280N 0218140E	0	0	0	0	0	0	122,0464673
MOPUG	460949N 0204228E	180,7474944	0	0	0	147	0	122,125182
NARVA	471454N 0218138E	224,888819	0	0	0	0	196,887802	1102,044257
NATEK	474446N 0173000E	0	0	0	0	0	0	0
PATAK	460950N 0205638E	0	0	0	0	0	126,6718883	1070,788971
PATAK	460420N 0190738E	0	0	0	0	0	0	0
PITOK	461926N 0202218E	0	0	0	0	0	0	216,902884
SAGAL	471108N 0180828E	0	0	0	0	0	0	102,112221
STEPH	472636N 0183556E	0	197,517482	0	0	0	0	692,290489
SUNH	470831N 0182058E	0	0	0	0	0	0	0
TEGR	461548N 0210610E	0	0	0	0	0	0	0
TONDO	460250N 0192121E	140,287646	0	0	0	0	0	317,1586143
VAMOG	474714N 0173045E	0	167,7902644	0	0	0	0	197,460200
VEBAL	469828N 0171748E	0	0	0	0	0	0	306,0618886
XOMBA	474624N 0180343E	0	0	0	0	0	0	0
		421,82221 188			2,629 16		1821,17186 188	

3. ábra: Free Route rendszer útvonalhosszai [saját szerkesztés]

Ha a legrövidebb útvonal figyelembevételével értelmetlen útvonal, mint például országhatárból ki és belépés történne, akkor azt ATS útvonal hossza került számításba.

Fontos megjegyezni, hogy ez a vizsgálati módszer korlátos és félrevezető lehet, ezért is lényeges kétféle módszerrel is elvégezni a rendszer összevetését. Ilyen korlátot jelent például az, hogy a modell csak statikus adatokkal dolgozik (nem veszünk figyelembe valós repülési terveket, valós repülési adatokat, radaradatokat, időjárás és forgalmi körülményeket sem). Csak a magyar FIR-en belülre korlátozzuk le a vizsgálatokat, pedig lehetséges, hogy az új rendszer átalakítja a forgalmi áramlatokat. Továbbá a forgalomműködés sincs figyelembe véve. Tehát a vizsgálat során azt feltételezzük, hogy

akik egy adott be- és kilépő pontpár között egy adott ATS útvonalat használtak, azok továbbra is a két adott pontpárt használják, csak a legrövidebb útvonalon haladnak közöttük.

A számítások eredménye, hogy az ATS útvonalhálózat hossza 16747 NM, míg a HUFRA rendszer útvonalainak hossza 16324,17NM. A két rendszer összehasonlításánál láthatjuk, hogy a HUFRA rendszer **422,83 NM-el** rövidebb, ami **2,5 %-os** csökkentést jelent. A kapott eredményeket fenntartásokkal kell kezelni a korábban már említett befolyásoló tényezők és korlátok miatt.

2.2 Forgalmi adatokon alapuló összehasonlítás (NEST)

A forgalmi adatokon alapuló összehasonlításhoz NEST szoftver került alkalmazásra, melynek segítségével egy adott időszak forgalmi adatai vizsgálhatók két különböző útvonalhálózat-rendszeren egy szimuláción keresztül. Ez a módszer kifinomultabb, mint a statikus összehasonlítás, mert valódi forgalmi adatokból indul ki. A NEST program az ECAC régió útvonalhálózatát használja.

A szimuláció alapja azon repülési tervek halmaza, melyek egy napon az LHCC FIR-t keresztezték. A repülési tervek tartalmazzák a járatok indulási és érkezési repülőterét. A szimuláció az indulási-érkezési várospárok között a legrövidebb, az útvonalhálózat által lehetővé tett útvonalat keresi. A vizsgálat során ez a szimuláció került lefuttatásra az ATS útvonalhálózatot tartalmazó rendszeren és a HUFRA környezeten. A szimuláció a teljes repülési tervben töltött útvonalat vizsgálja, de a mérést LHCC FIR-re korlátozza.

Az összehasonlítás egy téli (2015.02.28) és egy nyári (2015.06.20) időszakban is megtörtént. A meghatározott időpontokhoz két forgalommal szimuláció került lefuttatásra a hozzájuk tartozó AIRAC ciklusban érvényes HUFRA rendszer előtti és a bevezetés utáni ECAC régió útvonalhálózatán. Ezek rendre a 1402/1502-es és 1406/1506-os útvonalhálózat-rendszerek. Az útvonalhálózat-rendszerek tartalmazzák az adott AIRAC ciklusban érvényes hálózatot az összes korlátozással együtt. A szimulációknál a legrövidebb útvonalak módszerét alkalmazza, hogy a HUFRA rendszer útvonalesökkenésének hozadéka kimutatható legyen.

A vizsgálat során csak az átrepülő forgalom került vizsgálatra. Továbbá két magasság tartományban, az átrepülő forgalom nagysága FL100 és FL660 között, valamint FL310

és FL660 között lett figyelembe véve. FL310-660 közötti légtér jobb rálátást biztosított az en-route környezet vizsgálatához. Kizárólag átlagos forgalom nagyság szerepel a szimulációban.

A szimulációk eredményeként megkaphatjuk az egy járatra eső átlagos, LHCC FIR-t keresztező repülés távolságát, a legrövidebb útvonal módszerrel meghatározott repülések számát, a vertikális mozgások eloszlását és a forgalom megoszlását turbulenciakategóriák szerint.

Utóbbi az üzemanyagmegtakarítás számításakor kerül előtérbe. A repülések száma azt tartalmazza, hogy a forrásként alapul vett időszak repülési terveiből hányan töltenének repülési tervet LHCC FIR-en keresztül a szimulált útvonalhálózat-rendszerben.

A szimuláció alapján számítható, hogy a magyar FIR-ben mennyi útvonal-rövidülés esik egy járatra, továbbá megállapítható a forgalomnövekedés is, mely befolyásolja az eredményeket.

Fontos ennél a vizsgálatnál is néhány korlátozó tényezőt megemlíteni. Ugyan valós forgalmi adatokból indul ki a szimuláció, és az eredmények között megjelennek egymáshoz viszonyítható forgalmi adatok, mozgásszámok, ezek szigorúan virtuális eredmények. A kimutatott változások nem feltétlenül csak az új rendszer bevezetésének köszönhetőek. Valódi forgalmi körülmények között egy tervezett repülési útvonalat több tényező befolyásol, mint a legrövidebb elérhető útvonal. Továbbá befolyásolhatják az útvonalválasztást az ECAC régióban kiadott korlátozások vagy ajánlások, amik egy adott FIR-re vonatkoznak.

A NEST szoftver által a kapott eredményeket a 4. ábra és az 5. ábra szemlélteti. A vizsgálat FL310 és FL 660 között történt.



4. ábra: 2014. februári útvonal hálózaton a 2015. februári forgalmi adatok megjelenítése [NEST]



5. ábra: 2015. februári útvonal hálózaton a 2015. februári forgalmi adatok megjelenítése [NEST]

Az Average Crossing Distance szemlélteti, hogy mekkora, az egy repülési tervre vonatkoztatott átlagosan FIR-en belüli útvonalhossz. Az Entries Number pedig megmutatja a legrövidebb útvonal módszer alapján a várospárok között hány útvonal esik LHCC FIR-be a vizsgált repülések halmazából. Számunkra ez azért lehet lényeges, mert

az új rendszer forgalommnövekedést is vonhat maga után, mely befolyásolja a légtérben történő üzemanyag fogyasztást.

Ahogy a 4. ábra is mutatja a februári időszakban, ha a 2014-es útvonalhálózatra illesztjük a 2015-ös adatokat, akkor 137,5 NM volt az átlagosan megtett távolság és 948 repülőgép lépett be az országba, míg az 5. ábra alapján, ha 2015-ös forgalmat, jelenítjük meg a 2015-ös Free Route rendszerben, az átlagos lerepült távolság 130,7 NM-re csökken, viszont a forgalom 1027-re növekedett.

Tehát az átlagosan megtett távolság változása,

$$137,5 \text{ NM} - 130,7 \text{ NM} = 6,8 \text{ NM}$$

2. egyenlet

ami 4,9%-os csökkenést jelent.

A forgalom esetében,

$$1027 - 948 = 79$$

3. egyenlet

8,3%-os a növekedés.

Amennyiben a FIR-en belül megtett távolságot és a belépő repülőgépek számát együttesen vesszük figyelembe, megkapjuk a számított környezetterhelés %-os változását a magyar FIR-ben, a korábbi és a jelenlegi Free Route rendszer esetében.

A 2015-ös adatok a 2014-es útvonalhálózat esetében:

$$137,5 \text{ NM} \cdot 948 = 130350 \text{ NM}$$

4. egyenlet

A 2015-ös adatok a 2015-es útvonalhálózat esetében:

$$130,7 \text{ NM} \cdot 1027 = 134228,9 \text{ NM}$$

5. egyenlet

A szimulált repülések megtett távolságának különbsége:

$$134228,9 - 130350 = 3878,9 \text{ NM}$$

6. egyenlet

Ezen esetben is körülbelül 3%-al többet repültek LHCC FIR-en belül, mellyel arányosan változik a levegőterhelés is.

A következő 6. ábra és a 7. ábra alapján pedig, a júniusi forgalmakat vizsgáltuk. Amennyiben a 6. ábra alapján, a 2015-ös júniusi forgalmat illesztjük a 2014-es rendszerbe, akkor 127,3 NM az átlagos útvonal, a FIR-be belépők száma pedig 1693. A 7. ábra pedig szemlélteti ugyanazt a forgalmat a 2015-ös rendszerben, ahol az átlagosan megtett távolság 130,4 NM, a FIR-be belépők száma pedig 1868.



6. ábra: 2014. júniusi útvonal hálózaton a 2015. júniusi forgalmi adatok megjelenítése [NEST]



7. ábra: 2015. júniusi útvonal hálózaton a 2015. júniusi forgalmi adatok megjelenítése [NEST]

Tehát az átlagosan megtett távolság változása,

$$\frac{130,4 \text{ NM} - 127,3 \text{ NM}}{127,3} * 100 = 2,4\%$$

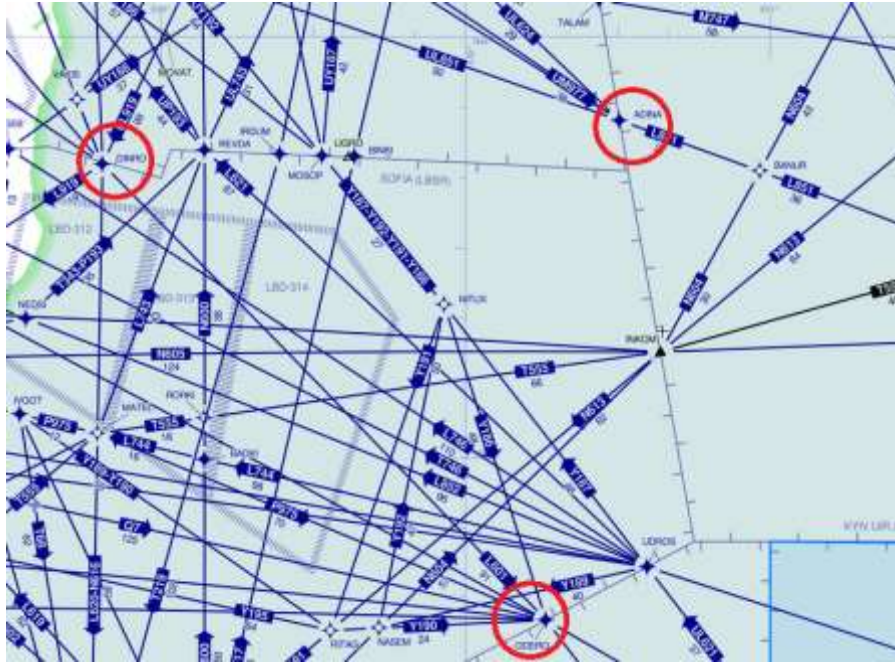
7. egyenlet

A forgalom esetében,

$$\frac{1868 - 1693}{1868} * 100 = 10,3\%$$

8. egyenlet

A 2,4%-os növekedés némi magyarázatra szorul, hiszen alapvetően csökkenést várnánk az új rendszernek köszönhetően. A növekedés oka, hogy É-K-i, illetve a D-NY-i jelentős forgalom, amely NARKA-BALAP és MEGIK-PATAK között bonyolódott korábban, az ukrán politikai helyzet miatt áthelyeződött BUDOP, DEGET, TEGRI és STEIN, SASAL, SUNIS közötti tengelyekre, a korábbtól délebbre, a FIR határon belül hosszabb útvonalra. Az áthelyeződés oka, hogy az ADINA pont helyett, ODERO és DINRO pontokon át repülnek a Simferopol FIR elkerülése végett, ezt következő 8. ábra mutatja.



8. ábra: Simferopol FIR ADINA jelentőpontja, illetve elkerülése ODERO-DINRO pontokon keresztül [skyvector]

A júniusi adatok esetében, összességében a környezetterhelés változása a következőkben kerül ismertetésre.

A 2015-ös adatok a 2014-es útvonalhálózat esetében:

$$127,3 \text{ NM} \cdot 1693 = 215518,9 \text{ NM}$$

9. egyenlet

A 2015-ös adatok a 2015-es útvonalhálózat esetében:

$$130,4 \text{ NM} \cdot 1868 = 243587,2 \text{ NM}$$

10. egyenlet

A szimulált repülések megtett távolságának különbsége:

$$243587,2 - 215518,9 = 28068,3 \text{ NM}$$

11. egyenlet

Körülbelül 3%-al többet repültek LHCC FIR-en belül, mellyel arányosan változik a levegőterhelés is.

A fenti eredmények alapján tehetünk néhány következtetést. Az eredmények alapján az új „Free Route” forgalomszervezési koncepció bevezetésével átlagosan a szimuláció alapján körülbelül **6,8 NM útvonal rövidülést** okozott egy légi járműre vonatkoztatva. Ha a károsanyag kibocsátást vizsgáljuk, CO₂-ra vonatkoztatva körülbelül **2,5 %-os csökkentés** állapítható meg a szimuláció segítségével. Ha ezen értékek mellett veszünk példaként egy közepes turbulencia kategóriájú légi járművet, A320-ast, és egyesével megvizsgáljuk a különböző eljárásokat, akkor **átlagosan 40,2 kg üzemanyagot** spórolhatnak meg (átlagos A320 üzemanyag fogyasztásra alapozva) a légitársaságok. Mivel 1 liter kerozin 279 HUF nettó árba került 2012-ben, így a fajsúlyt figyelembe véve 1 kg kerozin ára ($279 \times 1,25 = 348,75$) 348,75 HUF. Ha tovább számolunk, $348,75 \text{ HUF} \times 40,256 \text{ kg} = 14039 \text{ HUF}$ / **útvonalat spórolhatnak meg átlagosan egy A320-as légi jármű esetében.**

Azonban, mivel a 2014-es forgalomhoz képest 2015-re a forgalom növekedett, így az útvonalrövidülések ellenére **8,3 % CO₂** növekedés tapasztalható.

Összességében elmondhatjuk, hogy a Free Route Airspace koncepcióval egy hatékonyabb forgalomszervezési koncepció alakult ki, amelynek környezetvédelmi vonatkozásában is pozitív hatásai lennének. Azonban a folyamatos növekvő forgalmi tendencia miatt ez a hatás nem érezhető. Ezt több külső tényező is befolyásolja, de összességében nem csökkentek az útvonalak olyan mértékben, hogy a forgalomm növekedést megfelelően lekövesse. Ebből adódik, hogy egy adott februári napra vetítve CO₂ növekedés történt az év előző időszakához képest.

3 A légtérhasználók igényei

Az, hogy milyen útvonalat töltenek be a légitársaságok a repülési terveikben több tényező is befolyásolja. A következőkben a legfontosabb tényezőket veszem sorra.

Útvonaldíj

A légitársaságoknak rengeteg költséggel is számolniuk kell a bevételeik mellett. Az egyik ilyen költség, mely a dolgozatom szempontjából fontos és befolyásolja a légitársaságok útvonalát, az útdíj. Értéke országonként változhat, így a légitársaságok az útvonaltervezés során ezt figyelembe véve döntenek el, hogy mely országok légtereiben mennyi időt töltenek el.

Az útdíj magában foglalja a navigációs költségeket egy-egy repülés során. Az aktuális díj értéke függ a súlytól és, hogy mekkora az országon belül lerepült távolság. Előfordulhat, hogy a magas útvonaldíjak mellett érdemesebb a légitársaságoknak hosszabb utat választani, kisebb kitérőkkel és alacsonyabb összköltséggel [1] [3].

Politika

Az országok közlekedéspolitikája több tényezőn alapszik. Függ a gazdasági állapottól, hatnak rá az állam politikai és gazdasági céljai, a célrendszerek, megállapodások, egyezmények és szervezetek is [2].

Olykor az országok közötti ellentétek is hatással lehetnek az útvonaltervezésre. Előfordulhat, hogy politikai okok miatt bizonyos légterekben való repülés veszélyes lehet, ezáltal nagy forgalmi átrendeződések keletkezhetnek.

További útvonal növekedéshez vezethetnek a sztrájkok, ha egy-egy nagyobb légtérben az irányítók nem hajlandók munkát végezni, akkor az ottani közlekedés nem biztonságos, ez szintén útvonal növekedéshez vagy járatörléshez is vezethet.

Légtérkorlátozások

A járatok útvonalainak megtervezése során figyelembe kell venni az egyes országokban érvényes korlátozásokat. Vannak olyan feltételes útvonalak, melyeket nem minden esetben lehet igénybe venni a repülés során, vagy csak bizonyos korlátozásokkal [6].

Ezek alapján az útvonalak három alapszintre sorolhatók. Vannak a CDR1-es útvonalak, melyeket mindig lehet tervezni. A CDR2-es útvonalak csak időszakosan

tölthetők a repülési tervbe. Végül vannak a CDR3-as útvonalak, melyek nem tervezhetőek [6].

Időjárás

A légi közlekedés az a közlekedési ágazat, melyet legjobban befolyásol az időjárás. Meteorológiai körülmények, például jet stream elkerülése miatt az üzemeltető a legrövidebb útvonal helyett szintén indirekt, de a kisebb forgalom miatt mégis gyorsabban lerepülhető útvonalra adja be a repülési tervet [1][4].

Ha a légkör magasabb rétegeiben erős áramlási zóna, általában jet-stream található, akkor a talajközeli rétegekben feláramlás figyelhető meg. A sebesség megnövekedésével lecsökken az adott légréteg légnyomása, a nyomáscsökkenés kompenzációjára törekedve vertikális áramlások jönnek létre a légoszlopban [1].

Mivel az utasszállítók utazómagassága a technika fejlődésével egyre feljebb tolódik FL320-360-ról, FL360-410-as zónába, ezáltal a jet-stream jelenségek egyre inkább előtérbe kerülnek. A nagymagasság igen előnyösen hat a repülőgép teljesítményére, hiszen ritkább a levegő, a hajtómű jobb hatásfokkal képes működni és a légi jármű gyorsabban tud haladni.

Ugyan igen ritkán fordulnak elő vulkánkitörések, de ha előfordul, eléggé nagy károkat okoznak a légi közlekedésben, és hosszabb ideig megbénul a forgalom a rossz látásviszonyok miatt, ekkor igen nagy elkerüléssel kell tervezni [3].

Üzemanyag, útvonal rövideége

A légitársaságok egyik legnagyobb költsége az üzemanyagköltség, ezért igyekeznek minél kevesebb üzemanyagot használni az útjuk során. Ebből adódik, hogy a lehető legrövidebb útvonal az optimális. Azonban az útvonal rövideége nem felétlen jelenti időben is a legrövidebb útvonalat, hiszen bizonyos körülmények között például szél miatt előfordulhat, hogy a rövidebb útvonal hosszabb időbe kerül.

A légitársaságoknak általában két várospár között több útvonal lehetősége is van, s tervezés során az időjárás előrejelzések figyelembevételével tervezhetik meg az aktuális járatot. Az utasok számára nyilván elsődleges, hogy minél hamarabb eljussanak az úti céljukhoz, így a prémium légitársaságoknak az időbeli rövideg elsősorban szempont.

4 Útvonalhálózat

Az első megjelenő pontok a későbbiekben útvonallá alakultak át. Korábban összesen négy útvonal volt és ekkor még nem volt radar, eljárás irányítást alkalmaztak.

A 19. század második felére kezdtek körvonalazódni a repülési útvonalak világszerte. Eleinte az útvonalak nyomvonalai rádió navigációs berendezések (NDB, VOR, DME) mentén kerültek meghatározásra, mivel a kor navigációs technikája ezt tette lehetővé. Az útvonalak nyomvonalait gyakran légifolyosók fogták közre és a légifolyosókon kívül nem lehetett repülni katonai korlátozások miatt. A korra jellemző volt, hogy az útvonaltartást befolyásolta a rádió navigációs berendezések rádiójele (jelterjedési karakterisztikák a frekvenciából adódóan és sugárzási teljesítmény). Az így kialakított útvonalak nem közelítették meg az elméletileg ideális nyomvonalakat.

A következő lépcső a területi navigáció bevezetése (RNAV: Area Navigation) volt. A számítógépek megjelentek a repülőgépek fedélzetén is és ezek segítségével lehetővé vált egy tetszőleges pont és a légijármű ponthoz képesti helyzetének meghatározása. Ennek a navigációs módszernek az alapját még a klasszikus rádió navigációs berendezések adták, tehát a fontos pontok definiálása ezen eszközök alapján történt (PI: egy pont kijelölése egy VOR adó radiáljával és DME távolsággal.). A navigációs technika fejlődésével együtt megjelent az igény a sokszínűbb útvonalhálózatra. Az idő előrehaladtával folyamatosan bővült a rendszer.

Ennek ellenére mégis egyre több útvonalat vezetnek be Európa szerte, azonban a döntés a légijármű irányát, magasságát és sebességét illetően az irányító kezében van és gyakran el is térnek az eredetileg meghatározott útvonalaktól, megőrizve a biztonsági szintet.

A kérdés itt vetődik fel, ha az eredeti útvonaltól általában rövidebb, direktebb útvonalat kapnak az irányítótól a légieszközök, akkor eredetileg miért nem így töltik be, hiszen eddig is biztonságosan tudtak hasonló rendszerben működni.

Az evolúció következő állomása a Free Route légtér. A navigációs technológiák követik ezt a folyamatot. Jelenleg az inerciális és műholdas navigációs rendszerek egy nagyságrenddel pontosabb pozíció meghatározást tesznek lehetővé, mint a rádió navigáció alapú RNAV. Ilyen körülmények között a szabadon tervezhető légtereknek nincsen korlátja (legalábbis a navigáció szempontjából)

5 HUFRA rendszer bevezetési lépései

Az optimális európai légtér szerkezet kialakítása érdekében, közös döntéshozatali folyamatok eredményeképpen kell kialakítani a megfelelő útvonalhálózatot. Először azonosítani kell a problémákat, majd előrejelzéseket alapul véve fejleszteni kell a hálózatot a polgári és a katonai igényeket is figyelembe véve [9].

Egy új rendszer bevezetése esetén meg kell vizsgálni, mi az oka bevezetésének:

Mivel az ATS útvonalhálózat logikája az, hogy megmondjuk, hogy az adott járatokat a légitársaságok milyen útvonalon tervezhetik, nem lehetséges további fejlődés, egyre bonyolultabbá válik a rendszer az újabb és újabb útvonalak beiktatásával és egyre több korlátozást kell bevezetni a biztonságos és megfelelően elkülönített forgalom érdekében. A forgalom növekedésével a korlátozások és a nagymértékű bonyolultság nem igazán optimális, így új rendszer bevezetésére van szükség. Az új rendszer esetén minden légitársaság betölti a számára ideális útvonalat és csak azt kell közzétenni, hogy mit nem lehet tölteni a repülési tervbe. Az útvonalak csak papíron jelentenek elkülönítést a valóságban már eddig is az irányító végezte az elkülönítést, hiszen ezek az útvonalak csak papíron léteznek.

Ahhoz, hogy a Free Route rendszer megvalósulhasson, az alábbi rendszerkritériumoknak kell megfelelni [9]:

- A jelenlegi biztonsági szint megmaradása, tehát, hogy a repülésbiztonság ne sérüljön, azaz a repülőgépek ne kerüljenek veszélyes közelségbe és hosszútávon ne nőjön a légitforgalmi irányítók munkaterhelése elfogadhatatlan módon.
- Kompatibilis legyen a jelenlegi műveletekkel, tehát az átállás megkönnyítése érdekében, előre közzé kell tenni az adatokat az AIP-ben és fel kell készíteni a léginavigációs rendszereket is.
- Legyen fenntartható, fejleszthető, továbbá ne okozzon problémát, vagy megterhelő munkát a jelenlegihez képest. Továbbá fontos, hogy ne legyen túl bonyolult a rendszer és ne legyenek ésszerűtlen elemek, amik kényszerűen hatnak. Szem előtt kell tartani azt is, hogy a jogszabályokkal se legyen ütközés.
- Lehessen együttműködni a szomszédos légterekkel, itt a tájékoztatás a legfontosabb. Együtt kell működni a szomszédos országokkal, szolgálatokkal,

katonákkal és az egyéb szolgáltatókkal is (pl.: TIZ, Debrecen Sármellék Győr, Pécs-Pogány).

A fenti kritériumok alapján meghatározható, hogy melyek azok a területek ahol némi változtatásra van szükség.

5.1 Technológiai rendszer

A technológiai rendszert illetően lényeges változás nincs. A MATIAS rendszerben csak az új térképelemeket, az új pontokat kellett felvinni, maga a rendszer működése nem változott.

Azonban ezeknek a légtereknek a működése nehezíteni fogja a szektorok közötti összehangolt koordinációt, mert eltér az eddigi gyakorlattól, így szokatlan és zavaró. Idő kell ahhoz, hogy a rendszerrel kapcsolatba kerülők, használók megszokják az új körülményeket, feltételeket.

Ha kevésbé fejlett az irányító rendszer, akkor lehet, hogy meg kell teremteni azokat a feltételeket, amelyek képesek megfelelő működést biztosítani.

Például, ha egy radarképernyő (HMI) kevés funkciót támogat és a cím nem interaktív, azaz az átadó szektorból nem lehet belenyúlni az átvevő szektor címkéjébe azzal a céllal, hogy jelezze a változtatási szándékát, akkor szóbeli egyezkedés kell, ez azonban félreértésekhez vezethet. A rendszert egyszerűbb kezelni egy fejlett rendszerrel beszélgetés nélkül. A kevesebb funkciót támogató rendszer, nem csak, hogy kényelmetlenebb, de kevesebb infót is képes megjeleníteni és a konfliktusdetektáló, megoldó eszközök sem eléggé fejlettek, s ez által az operatív munkára kevesebb idő marad.

Meg kell vizsgálni, kell-e fejleszteni a fedélzeti rendszereket. Ha nagy az adott légtér, akkor nagy adathalmazzal kell dolgozni és ezeket el kell tárolnia és kezelnie kell a fedélzeti rendszernek (nagyon sok tervezhető opció jelent meg a légtérben, míg régen körülbelül 4 útvonal volt összesen, és ezt mind fel kell vinni a fedélzeti rendszerbe).

Bizonyos szempontból a légiközlekedési rendszerek lassan követik le a technológiai változtatásokat. Hiszen a fejlesztések nagyon drágák továbbá attól félnek, hogy nem látott problémák jelennek meg, ami nem megengedhető.

5.2 Korlátozások változása, jogszabályok

Korábban számos ATS útvonalon a légiforgalmi irányítási kapacitás hatékony használása érdekében útvonali korlátozásokat vezettek be. A légtér kapacitásával az Eurocontrol CFMU (Central Flow Management Unit) foglalkozik. A CFMU meghatározása szerint az útvonali korlátozások lehetővé teszik az ATC kapacitás maximalizálását azáltal, hogy olyan korlátozások kerülnek bevezetésre, amelyek a túlszűfolt területeken hozzájárulnak a légiforgalmi irányítási rendszer problémamentes működéséhez, amennyiben az adott forgalmi helyzetben szükséges.

Azt, hogy a különböző repülőterek között hol nem lehet repülni, bizonyos légterek, vagy a nehéz szervezhetőség miatt, azt a Rendelkezésre Álló Útvonalak Dokumentum RAD tartalmazza. 2014 januárjában 1124 útvonali szegmensből álló korlátozást tartalmazott az európai légiforgalmi útvonalhálózat. Ez a rendszer a Free Route esetén átalakul, így nőhet a kezelhetetlen pontok száma, melyekkel mindenképpen kezdeni kell valamit [1].

Megszűntek a TRA (Időszakosan Elkülönített Légterek) miatt feltételesen tervezhető útvonalak, hiszen az új rendszerben csak pontok szerepelnek, így, ha van olyan légtér, amely ideiglenesen működik és el kell zárni, akkor elkerülő rendszerpontokat kell alkalmazni.

A jogalkotásban is szükség van némi változtatásra. Az összes törvényt, rendeletet melyben a korábbi útvonalrendszer szerepelt felül kell vizsgálni és át kell alakítani a jelenlegi rendszernek megfelelően.

A korlátozásokat alaposan át kell gondolni, hiszen eddig az útvonalakba magukba el voltak rejtve a korlátozások, hiszen csak azokra lehetett repülési tervet tölteni. A jelenlegi rendszer esetén ez is megszűnik.

Figyelembe kell venni a MORA-t. A MORA, azaz a Minimum Off Route Altitude, az a minimálisan biztonságos magasság, amely akadálymentességet biztosít tereptől, vagy a mesterséges akadályoktól. Mivel Magyarországon nincsenek olyan nagy magasságok, ezért nálunk a MORA az ellenőrzött légtérből kiesik, ezért hazánk esetében nem foglalkozunk vele. Azonban, olyan országok esetében ahol nagy magasságú hegységek, objektumok vannak, ott érdemes ezt a kérdést is megvizsgálni, és ahol a terep, vagy az akadály belelóg az ellenőrzött légtérbe, fel kell tüntetni a RAD-ban azokat a pontpárokat

melyek problémásak, és ott két eset állhat fenn, vagy nem engedélyezzük a repülést, vagy csak bizonyos magasság felett.

5.3 Útvonaltervezés

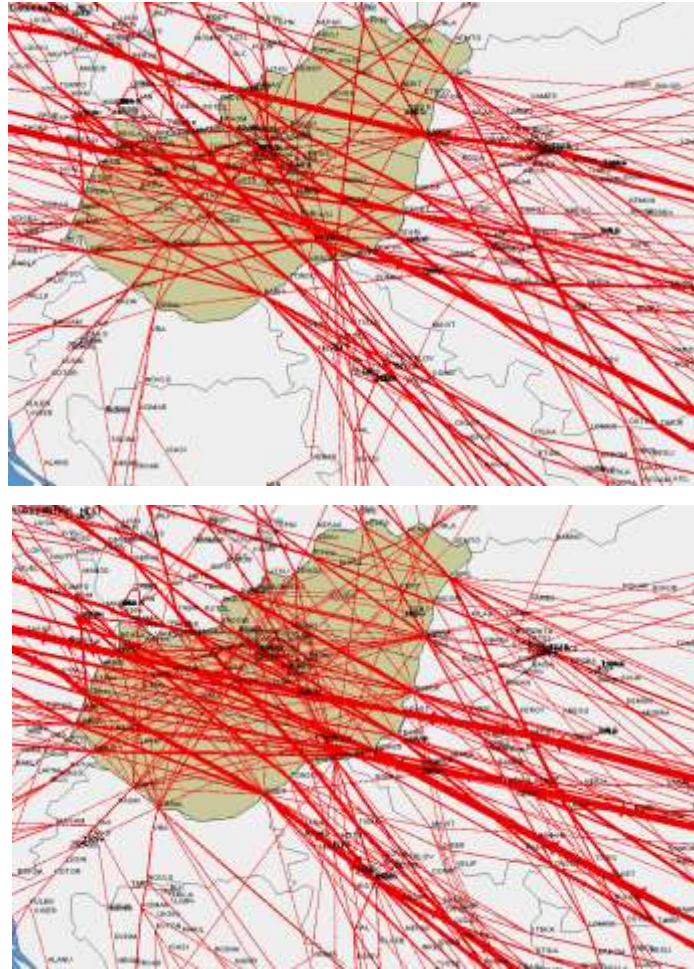
Az útvonaltervező rendszereket annyiban érinti, hogy ismerniük kell a Free Route rendszert és fel kell készülniük a változásokra. Továbbá hatással van a Free Route rendszer adatait igénybevevőkre, akik a korábbi ATS útvonalhálózatot használták. Tisztázni kell velük az új rendszer működését, használatát.

Hiszen a Free Route esetében nem olyan egyértelmű, hogy egy belépő pontból milyen más pontok érhetőek el, így érdemes elkerülni a félreértéseket és az ésszerűtlen repüléseket is. A fő problémát az okozza, hogy nem minden olyan egyértelmű, mint az ATS útvonal rendszerben, hiszen túl sok lett az opció és az, hogy mit hogyan kell csinálni az új környezetben még eléggé kiforratlan.

5.4 Forgalmi átrendeződés

Fontos a tervezés során a tesztelés, hogy felmérjük az új rendszer hatásait, a felmerülő problémákat. Stratégiai szinten kell meghatározni azt, hogy hogyan alakulnak át az áramlatok. Szimulálni kell, hogy ugyanaz a forgalom milyen különbségekkel jelenne meg a két különböző rendszeren. A szimulációból következtetéseket kell levonni, a szektor terheltségére, a konviktuspontokra, a forgalom átrendeződésére és az országok érintettségére.

Például szimulációt lehet végezni (9. ábra) arra, hogy Magyarországon, az ÉNY-i és a DK-i forgalom miatt milyen átrendeződések lehetnek, és ez milyen problémákat okozhat és milyen új helyzeteket teremthet.



9. ábra: Forgalmi áttrendeződések Magyarországon [NEST]

A 9. ábra alapján jól látható, hogy ukrán légtér lezárásának milyen hatásai voltak a magyar légtérstruktúrára a HUFRA rendszerben. A HUFRA rendszer bevezetésének köszönhetően sokkal pókhálósabbak lettek a repülési nyomvonalak, ezáltal kezelésük is nehezebb, továbbá a gerincútvonalak áttevődtek délebbre. A fentiek alapján megállapítható, hogy a külső tényezők jelentősen befolyásolják a rendszerbe belépő járatok nyomvonalát és a forgalom nagyságát, jellegét.

Repülésbiztonsági tanulmányt kell készíteni a megfelelő biztonsági szint garantálása érdekében.

Fél évvel bevezetése előtt közzé kell tenni egy AIC-t, azaz egy Légiforgalmi Tájékoztató Körlevelet az új rendszer bevezetéséről, működéséről, használatáról, hogy a felhasználók már a tényleges bevezetését megelőzően ismerjék a rendszert. Ezzel megelőzhetőek a fennakadások, hiszen a rendszerben érintett összes résztvevő (nemzetközi szervezet,

szolgáltató, felhasználó, vagy más rendszerek) tisztában van az új helyzettel. AIP-ben a változásokról tájékoztatást kell adni a felhasználóknak.

Korábban, míg az ATS útvonalak működtek a légtérkezelési csoport minden nap közzétette az aktuális útvonali korlátozásokat. Ez megváltozik a Free Route rendszer által. A jelenlegi rendszerben a TRA-kat és az időszakosan működő, eseti légtereket továbbra is közzé kell tenni.

További vizsgálat tárgya lehet, hogy a korlátozások elvesztését hogyan érdemes kezelni, már az útvonal tervezésénél informálva legyenek-e a tervezők.

5.5 Katonai légterek

Katonai szemszögből a megosztott légterekhez való hozzáférés lehetővé teszi a harcászati gyakorlatok végrehajtását. Ebből a célból, a katonai légtér koordinálásának megkönnyítésére bevezették a rugalmas légtérfelhasználást, mely egy kiegyensúlyozottabb légtérfelhasználást tesz lehetővé.

A rugalmas légtérfelhasználás egy olyan légtérkezelési koncepció (FUA-Flexible Use of Airspace), mely szerint a légtér nem csak polgári vagy csak katonai légtérnek kell tekinteni, hanem egységes egészként, ahol érvényes, hogy minden felhasználó igényei a lehető legnagyobb mértékben teljesülnek [1].

Tehát ebben a rendszerben bárki használhatja az adott légtérteret, de csak addig, amíg feltétlenül szükséges.

A katonasággal történő egyeztetések során a következő 3 szereplővel kell számolni:

1. Repülő bázis (Pápa, Kecskemét) hozzájuk tartozó légterek szolgálatai.
2. A készenléti repülést végző hajózó személyzet, mivel ők a felhasználók tudniuk kell milyen légtérteret használnak és azt hogyan használhatják.
3. LVIK légi vezetési és irányítási Központ, ők a légtér védelmét látják el, alájuk tartozik az Intercept Controller aki direkt rádiókapcsolatban van a hajózó személyzettel, tulajdonképpen a missziót vezeti a TRA-ban, a második az IDO (Identification Officer) aki a repülési tervek és a valós forgalom egyezőségét ellenőrzi, továbbá az FA (Fighter Allocator) aki felelős a felszállt kötelékek irányításáért és célra vezetéséért a kívánt módon és hatékonysággal[12].

A szereplőket informálni kell a körülöttük lévő légtérstruktúra változásáról. Meg kell egyezni, hogy ha a katonaság eddigi műveleteit érinti ez a változás, akkor ez számukra elfogadható-e, ha nem, akkor milyen más megoldás lenne számukra előnyös.

Ha van együttműködési megállapodás, akkor meg kell vizsgálni, hogyan változik meg, vagy meg kell-e változtatni egyáltalán. Vannak olyan eljárások, amelyek az ATS útvonal rendszerek bizonyos elemeit vették figyelembe és az eddigi forgalom jellegét, így ezeket a speciális légtereket a körülmények változása miatt, bizonyos esetekben át kell strukturálni.

Például GRIPENBOX kialakítására Magyarországon egy speciális TRA létér, melyet az ATS környezetre alakítottak ki.

Ezen esetben a Repülőbázis tájékoztatást ad a léginnavigációs szolgálatoknak a tervezett repülésekről. A TRA megjelenik a MATIAS rendszerben. A GRIPENBOX-ban történő katonai berepülések végrehajtása során figyelembe kell venni a környező forgalmat [13].



10. ábra: Magyarországi GRIPENBOX kialakítása ATS útvonal rendszerben[13]

Ahogy a 10. ábra jól mutatja a GRIPENBOX körül meghatározott elkerülő útvonalhálózat alakult ki, a koordináció könnyítése végett. Azon a négy útvonalon haladó légi járművek melyek belelőgnak a pirossal jelzett területbe, a műveletvégrehajtás idején elkerülést végeznek a léginnavigációs szolgálat irányításával. Ez a rendszer, illetve légtér szerkezet speciálisan az ATS útvonal rendszerre lett kialakítva és annak körülményeihez alkalmazkodik.

Mivel a katonai légtér működése a historikus adatok alapján nem annyira intenzív ezért ezekkel csak tervezés szinten kell foglalkozni, amely azt jelenti, hogy ha van ilyen esetlegesen működő katonai légtér a repülési tervben, akkor a járatra plusz 5-10 percet

kell tervezni és annival több üzemanyagot vinni, ha esetleg éppen aktiválódik az a légtér és el kell kerülni, ne okozzon problémát. Azonban, ha a légtér nagy és több ilyen légtér is aktiválódik, a 10 percek összeadódnak és nagy problémát okozhatnak a légitársaságoknak.

5.6 Munkatechnológia, publikálás

A munkatechnológiát illetően fontos az oktatás, hogy gyakorlatokat végezzenek a légiforgalmi irányítók és az érintett kiszolgáló személyzet tagjai az új helyzetek szimulálásával. A munkaerőnél fontos az is, hogy az új bevezetése ne ütközzön ellenállásba, tehát el is kell fogadtatni az érintettekkel az új rendszert és annak működését, hiszen félelmetes első elgondolásra, bár valójában nincs túl nagy változás. Továbbá a munkadokumentumokban is végre kell hajtani a szükséges módosításokat.

A változások publikálása nagy problémát jelent jelenleg, hiszen az Annex 15-ben nincs útmutatás arra nézve, hogy hol kell publikálni a Free Route rendszer bevezetését. Az ICAO nem jutott még el odáig, hogy kidolgozzon, SARP-ot (Standards and Recommended Practices- Szabványok és ajánlott gyakorlatok) a Free Route létrehozására.

5.7 Környező országok

A szomszéd országokat illetően fel kell mérni a hatásokat. Az együttműködési szerződésekben, (melyekben azok az információk vannak, amik lefektetik, hogy hogyan kell történnie a repüléssel kapcsolatos adatcseréknek a két szolgáltató között, továbbá a határ menti légtérszerkezet, sajátosságok) formális változtatásokat kell tenni.

Például meg kell vizsgálni van-e TRA a határközelben, erős-e a határmenti forgalom, milyen a két szomszédos ország műszerezettsége, hány szektorral képesek üzemelni, milyenek a rádiók, milyen frekvenciákon működnek. Továbbá ismerniük kell egymás szektorizációs eljárásait, azt, hogy hány szektorral üzemelnek, milyen megkötések vonatkoznak azokra a légi járművekre, melyek valamilyen desztinációval vagy indulással keresztezhetik a határt, várhatóan vertikális mozgást végezve.

Meg kell vizsgálni a környező országok rendszereit és fel kell hívni a figyelmüket az új rendszer bevezetésére és annak következményeire. Ha bármilyen probléma adódik,

közösen kell megoldani. Fontos, hogy a megfelelő ki és belépő pontok mindkét ország rendszereiben szerepeljenek.

A változások okán a vészhelyzeti protokollt is hozzá kell igazítani az új rendszerhez. Ez kulcsfontosságú lehet, hiszen emberéletek múlhatnak rajta.

6 A Cross-Border Free Route légterek sajátosságai

A Cross-Border Free Route esetén megvalósul, hogy több ország külön szolgálattal, egy közös határokon átnyúló Free Route légteret működtet, ahol a légitársaságok szabadon tervezhetnek a közös légtérben optimális útvonalat, akár csak be- és kilépő pontok meghatározásával.

Ezzel a rendszerrel a léginnavigációs szolgáltatás színvonala nagymértékben nő, amely nagyon előnyös a légitársaságoknak, viszont eddig nem látott problémákat hozhat elő. A következőkben néhány ilyen probléma kerül ismertetésre.

6.1 Forgalom komplexitása, átalakulása

Az egyes országokon belül is forgalmi átrendeződéseket okoz a Free Route rendszer bevezetése. Azonban, ha Cross-Border Free Route rendszerről beszélünk ez egy sokkal komplexebb, jelentősebb átalakulást okozhat, melyre minden résztvevőnek fel kell készülni és közösen végezni szimulációkat a változások hatásáról. Ahol esetlegesen problémák merülnek fel, az egyes országok szolgálatainak közösen kell megegyezniük, megoldást találniuk a problémákra.

Valószínűleg még a tesztelések sem fednek fel minden új fellépő helyzetet, hiszen az új rendszer nagy átalakulást okozhat a forgalom tekintetében, így az üzemelés kezdetekor szorosabb együttműködés, közös koordinálás, problémamegoldás szükséges. Az idő előrehaladásával, ahogy ez a rendszer is megszokottá válik, nyilván egyszerűsödik a helyzet, újra a jól ismert és megszokott helyzetek, eljárások lesznek többségben.

6.2 Oldi üzenetek

A számítógéppel támogatott koordinációs eljárások alkalmazásakor az EUROCONTROL által kidolgozott On-line Data Interchange (OLDI) szabvány előírásai alkalmazandók, azért alakították őket egységesen, hogy azok a járatok, melyek egyik ATC szolgálattól a másikba lépnek, biztonságos körülmények között tehessék [10][11].

Az OLDI koordináció folyamat fázisai a következők [14]:

1. Notification fázis, amely az előzetes adatközlés szakasza
2. Co-ordination fázis, mely az előzetes adatokban bekövetkező változásokkal foglalkozó üzenetváltás szakasza
3. Transfer fázis, mely az átadás pontos körülményeit közlő üzenetváltás szakasza

Az üzenetek átadása nem feltétlenül történik mindig az együttműködési megállapodások szerint (pl.: RAP- Referred Activate Proposal), ezeket nevezzük Non-Standard átadási körülményeknek.

Az adatcsere történhet szóban vagy elektronikusan. Több fajtája is van, melyek a következők [14]:

1. ABI – Advance Boundary Information: az üzenet célja, hogy ha a fogadó ország nem rendelkezik a hozzá belépő járatról repülési tervvel, akkor megkapja azt, továbbá korai határadatokat kapjon. Ez az üzenet segíti a korai radarazonosítást és a rövidtávú szektorterhelés megállapítását. Bizonyos paraméterek (kilépő magasság, kilépőpont, rendeltetési repülőtér stb.) megváltozása esetén előfordulhat, hogy új ABI-t kell küldeni.
2. ACT – Activate: az ATC üzenetnek a lényege, hogy nem szóban kell határadat üzenetet küldeni, hanem elektronikusan megy át a fogadó országhoz. A repülési tervvel kapcsolatos adatok és az átadási feltételek szerepelnek benne. Továbbá biztosítja a radarazonosítást.
3. REV – REVision: az üzenet célja, hogy az ACT-ban már továbbított kilépési paraméterekben bekövetkezett változásokat közölje. A REV csak az ATC után küldhető.

Jelenleg a fenti 3 üzenetküldési módot alkalmazzák például a magyar-román határátlépés esetében, annak ellenére, hogy a MATIAS rendszer más üzenettípusok alkalmazására is képes. Lehetséges, hogy új üzenettípusok bevezetése megkönnyítené a határadatcserét a jövőben, főként a határokon átnyúló Free Route rendszer esetén. Ilyen üzenetek például a RAP és az RPV.

A RAP (Referred Activate Proposal) esetén a LoA-ban nem rögzített átadási feltételeket közölnek, ezért az átvevő egység irányítójának “döntést kell hoznia”, ezek nem sztenderd üzenetek. A fogadó félnek operatív választ kell adnia (elfogadja, elutasítja, módosítja) az ilyen üzenetekre [14].

A másik ilyen üzenettípus az RRV (Referred ReVision proposal), ez egy különleges REV üzenet, melyben nem a LoA-ban rögzített megváltozott átadási feltételeket közölnek, ezért az átvevő egység irányítójának szintén “döntést kell hoznia” és választ kell adnia az előzőhöz hasonlóan [14].

A lényeg az, hogy bizonyos adatcseréket az OLDI szabvány elektronikusan elvégez a légiforgalmi irányítók helyett, így segítve az operatív munkájuk hatékony teljesítését.

Kérdéses, hogy Cross-Border esetén mi fog történni, hiszen a jelenlegi szabványban csak adott jelentőponton történik az átlépés, míg a Cross-Border esetében nem feltétlenül fog ez egy konkrét ponton történni, így ki kell találni egy olyan formátumot, például WGS 84 koordináta pontokkal, vagy a legközelebbi jelentőponttól mért távolsággal és radiállal, amelyek egységesen minden ország számára egyértelműek és kezelhetőek a saját rendszereik számára is. A feleknek kell meg állapodni, hogy az adott koordinációs pont mezőben milyen formátumban történjen az adatcsere.

6.3 TRA légterek kerülése

Mint már korábban említettem a HUFRA rendszer esetében is változik a helyzet a TRA katonai légterek esetében, hiszen már nincsenek útvonali korlátozások kiadva a katonai légterek aktivitása esetében.

Jelenleg általánosan úgy van meghatározva, hogy plusz üzemanyagot kell szállítani az esetleges 5-10 perces kerülők okán. Ez nem is okoz igazán nagy gondot a légitársaságoknak, hiszen hazánkban, ezeknek a légtereknek az aktivitása nem túl nagy és egy ilyen kisebb kitérő megtétele még nem okoz túl nagy időbeli és költségbeli problémákat.

Tehát egy-egy ország katonai légtereinek kezelése megoldható Free Route rendszerben, viszont érdemes megvizsgálni a katonai légterek problémáját Cross-Border Free Route rendszer esetén is. Vannak olyan országok ahol sokkal több TRA üzemel és sokkal aktívabban, ha egy légitársaság ilyen rendszerben tervez egy ki- és egy belépő pontra és

nem kap előzetes tájékoztatást az aktív TRA-k ról, előfordulhat, hogy többet is érint. A következmények már sokkal jelentősebbek, több üzemanyag kell és időben is megterhelőbb lehet. A légitársaságok számára a jelentősebb üzemanyag-többlet szállítása az előre nem látható TRA-k miatt már megterhelő és többletköltséget okoz.

Így, ha több országon átnyúló közös Free Route kerül bevezetésre, mindenképpen meg kell találni a módját, hogy a légitársaságok tisztában legyenek a TRA-k és egyéb korlátozott, tiltott légterek üzemidejével.

7 Összefoglalás

A Free Route rendszer egy hatékony, gazdaságos és a jövőben Európában bevezetésre kerülő rendszer, mely a légitársaságoknak magasabb színvonalú léginavigációs szolgáltatást nyújt.

Az üzemanyag megtakarítás és a rövidebb repülési idő mindenképpen egyik nagyon fontos tényezője a légitársaságok útvonalválasztásának, s ezeket az előnyöket a Magyarországon bevezetésre kerülő HUFRA rendszer teljesíti. A szimulációk alapján 6,8 NM útvonalrövidülést és 40,2kg üzemanyagmegtakarítást eredményezett. Ebből következik, hogy a bevezetése amellet, hogy megfelel az európai elvárásoknak, előnyösebb repülési lehetőségeket kínál.

Dolgozatomban összefoglaltam, hogy melyek azok az elsődleges rendszerelemek, tényezők, amelyeket a hatékony Free Route rendszer tervezése és bevezetése során mindenképpen felül kell vizsgálni, át kell alakítani, vagy létre kell hozni, ha az ATS útvonal rendszerben nem álltak rendelkezésre.

A technológiai rendszerben lényeges változtatásra nincs szükség, viszont a fedélzeti rendszereket fel kell készíteni az új körülményekre. Az útvonal-korlátozások megszűnése növelheti a kezelhetetlen helyzeteket, melyekre megoldást kell találni. Az ATS útvonalak megszűnésével új útvonaltervezési lehetőségek nyíltak, azonban a túl sok opció és az eddig ismeretlen helyzetek kezelése még kiforratlan. Annak érdekében, hogy a léginavigációs szolgálat fel tudjon készülni a forgalmi változásokra szimulációkat kell végezni. A katonai légterek is átalakulhatnak, egyeztetni kell a katonasággal és az előre nem látható üzemelések elkerülésére a légitársaságoknak némi többletüzemanyagot kell szállítani. Fontos az érintett személyzetek oktatása, hogy ne ütközzön ellenállásba a rendszer. Végül nagyon lényeges pont a szomszédos országok tájékoztatása és felkészítése a Free Route rendszerre, hogy hatékony legyen az együttműködés.

A jövőbeli európai követelményeket, irányelveket figyelembe véve nem csak egy országon belüli Free Route rendszer bevezetésével foglalkoztam, hanem határokon átnyúló Cross-Border Free Route rendszer bevezetésével is, iránymutatást adva a megvalósítás módjára.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a HungaroControl Zrt. nagy szakértelemmel rendelkező munkatársait, Tormási Pétert, Schuller Edét és Markovics Ádámot, a NEST szimuláció elkészítéséért, és a gyakorlati tapasztalatok megosztásáért.

8 Irodalomjegyzék

- [1] *Rigas Doganis, Flying Off Course: The Economics of International Airlines, Routledge*, 2003, ISBN-0-415-21324-X, URL:
<https://books.google.hu/books?id=eR5unZWjOEUC&printsec=frontcover&hl=hu#v=onepage&q&f=false>
- [2] *Bartal Eszter, Korunk légitözlekedése: Légitözlekedéspolitika és a légitársaságok piaci kihívásai az Európai Unióban és Magyarországon*, Budapesti Gazdasági Főiskola, 2004, Budapest, URL:
http://elib.kkf.hu/edip/D_11134.pdf
- [3] *Sztrunga Erzsébet, A légitözlekedés útvonalhatékonyságának fejlesztése az európai légtérben*, PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM Földtudományok Doktori Iskola, PhD-értekezés, 2015, Pécs, URL:
http://old.foldrajz.ttk.pte.hu/phd/phdkoord/nv/disszert/Disszert_Sztrunga%20Erzsébet.pdf
- [4] *Sztrunga Erzsébet, Az európai légitözlekedési útvonalak változása az egységes európai égbolt megjelenésével*, VI. Magyar Földrajzi Konferencia, 813-822-ik oldalig, URL: http://geography.hu/mfk2012/pdf/Sztrunga_erzse.pdf
- [5] *Warren L. Qualley, Impact of Weather on and use of Weather Information by Commercial Airline Operations*, URL:
<http://sciencepolicy.colorado.edu/socasp/weather1/qualley.html>
- [6] <http://rfinder.asalink.net/help/rest.html>
- [7] <http://www.hungarocontrol.hu/sajtoszoba/hirek/hungarian-free-route-airspace>
- [8] *Sztrunga Erzsébet, Légitözalmi útvonaltervezés az Egységes Európai Légtérben*, Elektronikus könyvtár, 2011.02.05, URL:
http://elib.kkf.hu/ewp_11/2011_2_05.pdf
- [9] *EUROCONTROL, European Route Network Improvement Plan, Part 1, European Airspace Design Methodology Guidelines*, 2015.06.25, URL:

<http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/ernip-part%201-airspace-design-methodology-25062015.pdf>

[10] 11.fejezet, **A légiforgalmi szolgálatok közleményei**, URL:

<http://www.ivao.hu/wp-content/uploads/downloads/2011/12/II.-11.-Fejezet-Legiforgalmi-Szolgalatok-Kozlemenyei.pdf>

[11] *Celso Figueiredo*, **Basic SYSCO Principles and Standard OLDI**

Communication, MID AIDC/OLDI Seminar, 2014. 03. 03-05, Egyiptom, URL:

http://www.icao.int/MID/Documents/2014/AIDC-OLDI%20Seminar/1-%20MID%20AIDC_OLDI%20ICAO%20EUR_NAT.pdf

[12] <https://www.idokep.hu/alapismeretek>

[13] *Gangler László*, **AZ AWACS E-3 (A, F, D) RENDSZEREK**, Hadtudomány, URL:

<http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/20011/hadtud/gangler.html>

[14] *Magyar Honvédség, Összhaderőnemi Parancsnokság és a HungaroControl*

Zrt., ATS Központ Együttműködési megállapodása, A JAS-39 EBS HU típusú

harcászati repülőgépek hangsebesség feletti repüléssel egybekötött technikai berepülésének rendjéről, 2012.07.24

[15] *HungaroControl Zrt. Automatizált koordináció*, 2015.10.11