

A légiforgalmi irányítás információrendszerének funkcionális modellezése és ennek integrációs távlatai

A légi közlekedés a közlekedés azon alágazata, amely működése során feladatainak ellátásához a legtöbb adatot kezeli. A szükséges adatokat az iparági szereplők kötelező jelleggel, saját érdekükben, igen jó minőségben biztosítják. Az egységesítés, a javasolt információrendszer modellezés minőségi javulást eredményezhet a területen.

Dr. Sándor Zsolt, PhD.

légiforgalmi rendszertervező

HungaroControl Zrt.

e-mail: zsolt.sandor@hungarocontrol.hu

1. BEVEZETÉS

A közlekedés alágazatain belül a légi közlekedés az, aminek nemzetközi volta miatt a szabványosítás a legkorábban és a legnagyobb mértékben megtörtént az 1950-es évektől kezdve. Annak ellenére, hogy ez a közlekedési alágazat a legszabályozottabb, tudományos szempontból azonban aluldokumentált. Mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban rendkívül kevés olyan tudományos értékű közlemény található, amely rendszerszemléletű megközelítéssel végzett vizsgálati és kutatási eredményeket mutat be.

A légi járművek közlekedtetésével összefüggésben a légi közlekedési iparág szereplőinél jelentős mennyiségű adat keletkezik – több mint bármely közlekedési alágazatnál –, azonban ezek komplex feldolgozása és felhasználása nem valósul meg, az adatelemzés jellemzően csak makroszintű, miközben felmerül a mikroszintű elemzések elvégzésének igénye is. A makroszintű elemzések jellemzően az adatok globális összefoglalását jelentik, míg a mikroszintű elemzések során az adattartalmat mélyebben, a részletekre jobban kiterjedően vizsgálják.

A gyűjtött adatok közül minden szereplő csak a számára hasznos és a munkájához elengedhetetlenül szükséges adatokat dolgozza fel és tárolja. Ennek részben a piaci verseny és a versenytársaktól való félelem, részben a kapcsolódó rendszerek nagymértékű széttagoltsága az oka.

Történik ez annak ellenére, hogy ma már a mind a számítási, mind a tárolási kapacitás képes kezelni azokat az adatmennyiségeket, amelyek a légi közlekedéssel összefüggésben keletkeznek. Jelenleg a léginavigációs szolgáltatók és a légitársaságok azok az entitások, amelyeknél a legjobban koncentrálnak a repüléssel összefüggő adatok. Míg a légitársaságok a saját járataikkal és flottájukkal összefüggő adatokat kezelik (jellemzően légi oldali), addig a léginavigációs szolgáltatók illetékességi területükön ennél szélesebb spektrumban gyűjtenek és kezelnek adatokat. A léginavigációs szolgáltatók a hatékonyabb forgalomkezelés érdekében olyan csatornákat alakítottak ki, amelyek segítségével az információk megoszthatóak, így növelve a forgalomirányítás hatékonyságát a repülés minden idősíkján (stratégia, taktikai és operatív szintű tervezés).

A különböző információk megosztása diverz, a legtöbb esetben egymástól teljesen független rendszeren valósul meg. Így a szomszédos vagy a közvetlen (funkcionális) összeköttetésben lévő egységek között az információk megosztása megvalósul, azonban a többi rendszerrel és egységgel való integrált adatkezelés már nem [1]. Az információk megosztása történhet két egység közötti esemény és/vagy idővezérelt módon történő adatátadással vagy egy központi rendszerből való adatlekéréssel, amelyhez a hozzáférést előzetesen biztosították.

A EUROCONTROL és az FAA¹ által támogatott SWIM (System Wide Information Management) kezdeményezés célja, hogy olyan platform alakítsa ki a légi közlekedési iparági szereplők számára, ahol átfogóan, egy közös felületen férhetnek hozzá a szükséges információkhoz. Így támogatva őket a minél hatékonyabb légi közlekedés kialakításában (üzemanyag-takarékosabb és időben pontosabb a költségek csökkentése érdekében). Ezért célul tűzték ki a különböző rendszerekből származó adatok integrált kezelését [2], [3].

A cikk célja, hogy bemutassa a légiforgalmi irányítás információrendszerének modelljét, amely szisztematikusan és átfogó módon tartalmazza a kezelt információkat. Az információszerkezeti modell alapot nyújthat olyan komplex rendszerek kialakításához, amelyek képesek együttesen kezelni a légiforgalmi irányítással és tágabb környezetben a légi közlekedéssel kapcsolatos adatokat. A komplex rendszerek országhatárokon átívelő alkalmazása hozzájárul a forgalomszervezés hatékonyságának növeléséhez, a biztonságosabb légi közlekedéshez, a környezetszennyezés csökkenéséhez és a gazdaságosabb üzemeltetéshez mind a földi, mind a légi üzemeltetői szervezeteknél.

Az átfogó telematikai integráció számos lépésből áll, és jelentős időráfordítást igényel. Az összefoglalt eredmények ezt a folyamatot támogatják a rendelkezésre álló információk rendszerezésével, így segítve a SWIM projekt megvalósulását.

2. A LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÁS INFORMÁCIÓS RENDSZERÉNEK MODELLJE

A modellalkotás során mind az információrendszer² mind az információrendszer³ elemztem felépítés és működés szempontjából, hogy azonosítsam az alkotóelemeket (szolgáltatások), a bennük lezajló folyamatokat (információkezelési műveletek), az ezekhez tartozó információkat (kezelt adatok) és mindezek elvégzéséhez felhasznált gépi rendszereket.

A modell kialakítása során figyelembe vettem a légiforgalmi szolgáltató (ANSP) és a funkcionális légiforgalmi menedzsment (ATM) rendszer statikus (felépítés) és dinamikus (működés) struktúráját is, valamint mindezen belül a légiforgalmi irányítás rendszerét (ATC).

A gépi komponensek részletes vizsgálatától eltekintettem, mivel az abban megvalósuló folyamatok a mindenkorai műszaki fejlettségtől függenek. Ennek ellenére a gépi rendszerek funkcióját minden esetben azonosítottam. Az időtálló eredmények érdekében **megállapításaim a légiforgalmi irányítórendszer információrendszerére korlátozódnak.** Ennek modellezése feltételezi a funkcionális ATM rendszer (szerkezetének és működésének) a modellezését is, ugyanis az adatok az összetevőket és a folyamatokat képezik le.

A teljes légi közlekedést, mint rendszert, a légi közlekedési folyamatokban résztvevő szereplők és a működést befolyásoló, az iparági sze-

¹ **Federal Aviation Administration** – az Amerikai Egyesült Államok Légügyi Hivatala

² **Információs rendszer:** Az információs rendszer a szervezet része (alrendszere), amely eljárásokat biztosít információk létrehozásához, rögzítésére, feldolgozására és elérhetővé tételére; a szervezethez vagy annak egy részéhez kapcsolódik; segíti a szervezet céljainak elérését. Az információs rendszer a szervezetek reprezentációja, amely a szervezet különböző szintjein lévő elemeit látja el információkkal a szervezet állapotáról. Ehhez felhasználja a szervezet által használt gépi rendszert, ami számos alrendszerből állhat.

³ **Információrendszer:** az információkat hordozó tárolt adatok strukturált rendszere, meghatározott szempontok alapján felépített és rendszerezett információk halmaza. Része az információs rendszernek

replők információs rendszereinek sokasága együttesen alkotja. Ezen belül helyezkedik el a légiforgalmi irányítás információs rendszere, ami a vizsgálat tárgyát képezi. Az információs rendszer(ek) biztosítják az alapfolyamatok kezelését, azokra ráépülve, kiszolgálva az iparági szereplőket.

A 1. ábra szemlélteti a **légiforgalmi irányítás információs rendszerének** kidolgozott **modelljét** és környezetét. Az ábrán megjelöltem a rendszert alkotó összetevőket (szolgáltatások, funkciók, adatsoportok). A szolgáltatás-funkció tekintetében a funkció a fő rendezőelv, mivel a szervezeti jellemzők esetén fennáll a változás lehetősége, miközben a funkciók állandóak (légiforgalmi irányítás területén előre jól meghatározott funkciókat kell biztosítani).

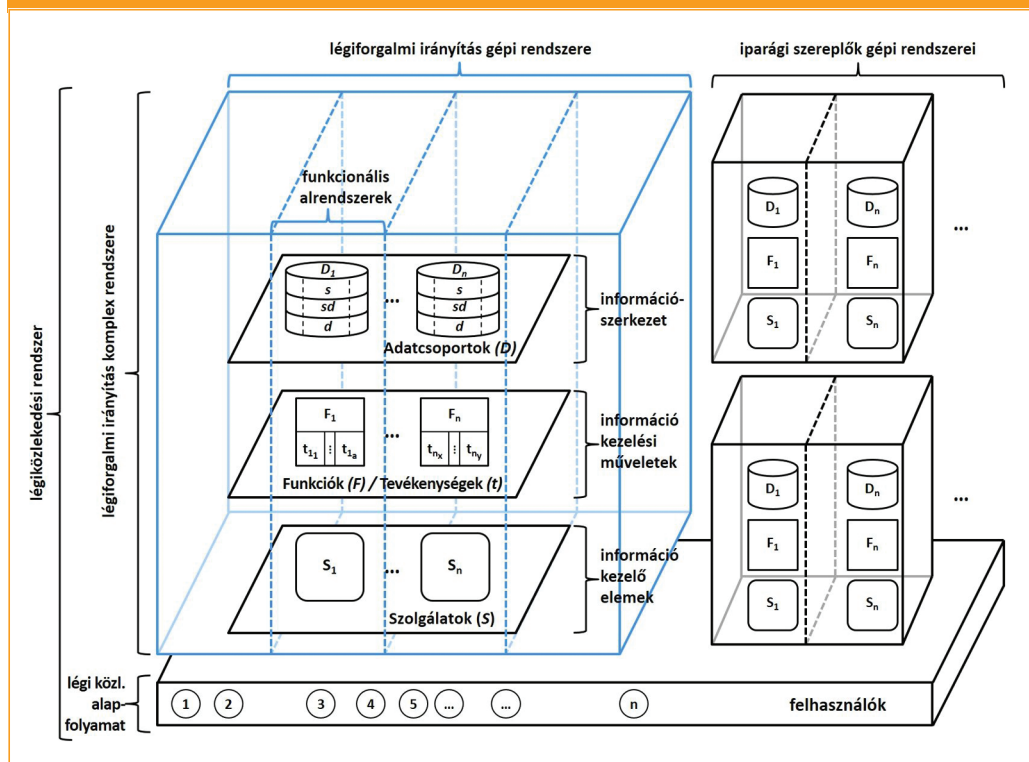
A **gépi rendszerek** – amelyek számos funkcionális alrendszerből állnak – összekapcsolják az

információs rendszer összetevőit, és biztosítják a működéshez szükséges információk tárolását, továbbítását és feldolgozását. Ezen kívül **interfész** szerepet töltenek be a felhasználók és az információs rendszer között, továbbá az iparági szereplők fő és alrendszerei között is az adatcsere megvalósítása érdekében.

A légiforgalmi irányítás területén a nagyfokú szabályozottságnak köszönhetően az egyes információkezelési műveletek jól meghatározottak, és – az esetek döntő többségében – egyértelműen hozzárendelhetők az információkezelő elemekhez (humán összetevők). Így funkcionalitás tekintetében a szolgáltatások és funkciók között jellemzően átfedésmentes kapcsolatok alakíthatók ki.

A gépi rendszerek esetén, a komplex rendszerek miatt lehetségesek a funkcionális átfedések. A funkciók tekintetében az információkezelő ele-

1. ábra: A légiforgalmi irányítás információs rendszerének modellje



mek és információkezelési műveletek közötti hozzárendelés a funkcionális alrendszerek esetén egyértelműen, átfedésmentesen meghatározhatók.

Az **összetevők közötti összefüggések** alapján kidolgoztam a légiforgalmi irányítás információrendszerét. Ehhez feltártam és elemeztem a szolgálatok által kezelt információkat, majd azokat egységes rendszerbe foglalva alakítottam ki a **légiforgalmi irányítás információ-szerkezeti modelljét**.

3. INFORMÁCIÓSZERKEZET MODELLEZÉSI MÓDSZERE

Leképeztem a légiforgalmi szolgálaton belül, a légiforgalmi irányítási rendszer szerkezetét, összetevőit és a folyamatait, valamint feltérképeztem a gépi rendszereket is. Szolgálat, funkció, adatcsoport sorrendű megközelítést végeztem, kiegészítve az alkalmazott gépi rendszerekkel, fokozatosan bővítve a vizsgálatot horizontális (modell kiterjedtség), majd vertikális (modell részletezettsége) irányban. A bővítési irányok diszkrétan elválnak egymástól. A 2. ábra összefoglalja a modellépítés lépéseit és logikáját. A lépések sorrendje logikai egymásra épülést követ a rendszer- és folyamat-szemléletű megközelítés szerint.

3.1. Az összetevők azonosítása

A legfontosabb összetevők:
 A. szolgálat (jelölése: S_n),
 B. funkció (jelölése: F_n),
 C. adatcsoport (jelölése: D_n^i),
 D. gépi rendszer (jelölése: M_n)⁴.

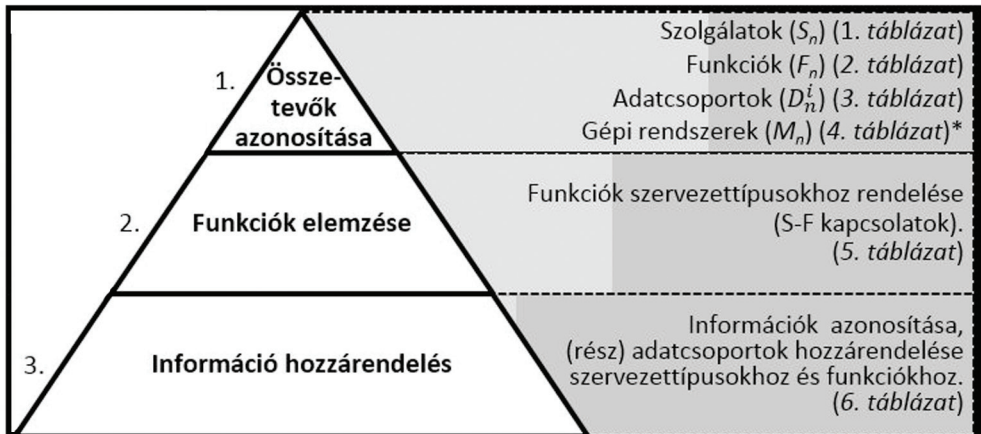
Szolgálatok (S_n)

A légiforgalmi szolgálaton belül a légiforgalmi funkcionális ATM rendszer szereplőit **feladatkörük alapján** (alapfolyamathoz kapcsolódóan ellátott főbb feladatok) csoportosítottam (1. táblázat). Tekintettel a funkcionális ATM rendszer összetettségére a táblázat tartalmazza az egyes szolgálatok magasabb szintű funkcionális blokkokba való besorolásait is. A szolgálatok leírását a nevük után zárójelben tüntettem fel.

Funkciók (F_n)

A szolgálatok által végzett feladatok és a légiforgalmi irányítás biztosításához kapcsolódó egyéb **szolgáltatások alapján** meghatároztam a légiforgalmi irányítással összefüggő fő funkciókat és magasabb szintű funkcionális blokkokba (**FB_n**) való besorolásait (2. táblázat). A nem közismert funkciók magyarázata a táblázat után található.

2. ábra Információszerkezeti modell kialakításának lépései



⁴ A gépi rendszerek elemzése nem képezi jelen cikk alapját, csupán a jobb megértés érdekében kerültek feltüntetésre.

I. táblázat: Szolgáltatások

Jelölés	Légiforgalmi szolgáltató felbontása a különböző szolgálatokra és azok magasabb szintű funkcionális blokkokba való besorolásuk				
S ₁	Körzeti irányító szolgálat (ACC) (illetékességi légtérrel átrepülő légi járművek irányításáért felelős szolgálat)	Légiforgalmi irányító szolgálat (ATC)	Légiforgalmi szolgálat (ATS)	ATM szolgálat	
S ₂	Bevezető irányító szolgálat (APP) (repülőtereket megközelítő és onnan induló légi járművek irányításáért felelős szolgálat)				
S ₃	Repülőtéri irányító szolgálat (TWR) (repülőtéren mozgásokért, a fel- és leszállások biztosításáért felelős szolgálat)				
S ₄	Légiforgalmi tanácsadó szolgálat (ADV) (nem ellenőrzött légtérben a forgalom kikerülésére vonatkozó tanácsok nyújtását ellátó szolgálat)	Repülés-tájékoztató szolgálat (FIC)			
S ₅	Repüléstájékoztató szolgálat (FIS) (nem ellenőrzött légtérben a következő érvényű tájékoztatások nyújtását végző szolgálat)				
S ₆	Légtérigazgató szolgálat (AMC) (polgári és katonai légtérhasználati igényeket összehangoló szolgálat)			Légiforgalmi szolgáltató (ANSP)	
S ₇	Áramlásszervező szolgálat (FMP) (rendelkezésre álló légtér és irányítói kapacitás függvényében a járatszabályozást biztosító szolgálat a túlerhelésmentes irányítói munka érdekében)				
S ₈	Meteorológiai szolgálat (MET) (repülésmeteorológiai adatok biztosítását végző szolgálat)				
S ₉	AFTN távközlési szolgálat (AFTN hálózaton keresztül továbbított üzenetek eljuttatását biztosító szolgálat)				
S ₁₀	ATM-et kiszolgáló műszaki infrastruktúra-üzemeltető szolgálat (CNS) (légi forgalmi irányítás ellátásához szükséges kommunikációs, navigációs és felderítő rendszerek működését biztosító szolgálat – munkatermen kívüli oldal)				
S ₁₁	Rendszerüzemeltetési szolgálat (légi forgalmi irányításhoz használt informatikai berendezések és rendszerek működését biztosító szolgálat – munkateremi oldal)			Légiforgalmi tájékoztató szolgálat (AIS)	
S ₁₂	NOTAM iroda (NOTAM táviratok elkészítéséért és továbbításáért felelős szolgálat)				
S ₁₃	Repülés-bejelentő iroda (ARO) (nemzetközi induló légi járatok adminisztrációjáért felelős szolgálat)				
S ₁₄	Publikációs és statikus adatkezelő szolgálat (PUB/SDM) (repülést érintő statikus adatok kezelését és a kapcsolódó publikációk elkészítését végző szolgálat)				
S ₁₅	Repülésbiztonsági szolgálat (Safety) (repülésbiztonsági kérdések kezelését biztosító szolgálat)			egyéb, az ATM működést támogató szolgálatok	
S ₁₆	Rendszerfejlesztési szolgálat (irányítási rendszerek fejlesztésében résztvevő szolgálat)				
S ₁₇	Adminisztrációs szolgálat (munkavégzést támogató területek együttes megnevezése: jog, HR, oktatás, képzés stb.)				

2. táblázat: Funkciók

Jelölés	Funkciók	Funkció blokk	
F ₁	Körzeti irányítás (átrepülő légi járművek irányítása)	Ellenőrzött légterekben és repülőtereken nyújtott légiforgalmi szolgáltatás	
F ₂	Közelkörzeti irányítás (TMA-n belüli, induló és érkező légi járművek irányítása)		
F ₃	Repülőtéri irányítás (érkező és induló légi járművek kezelése)		
F ₄	Repülési adatkezelés - adatfeldolgozás és adatközlés		
F ₅	Riasztó szolgálat ellátása		
F ₆	Légiforgalmi tanácsadás	Nem ellenőrzött légterekben és repülőtereken történő légiforgalmi szolgáltatás	
F ₇	Repüléstájékoztató		
F ₈	Repülési adatkezelés - adatfeldolgozás és adatközlés		
F ₉	Riasztó szolgálat ellátása		
F ₁₀	Előtaktikai légtér-gazdálkodás		
F ₁₁	Taktikai légtér-gazdálkodás	Légtér-gazdálkodás	
F ₁₂	Adminisztráció		
F ₁₃	Elő-taktikai koordináció		
F ₁₄	Taktikai koordináció	Légiforgalmi áramlásszervezés	
F ₁₅	Együttműködés		
F ₁₆	Adminisztráció		
F ₁₇	Repülés-meteorológiai észlelés és előrejelzés		
F ₁₈	Légi járatok kiszolgálásához szükséges meteorológiai információk kezelése	Repülés-meteorológiai szolgáltatás	
F ₁₉	Repülés-meteorológiai táviratok kezelése (METAR, TAF, SIGMET, VOLMET stb.)		
F ₂₀	AFTN hálózati szolgáltatások biztosítása (szolgáltatás felügyelet, üzenetek kezelése)		
F ₂₁	Kommunikációs és adatátviteli berendezések üzemeltetése	Légiforgalmi irányítás ellátásához szükséges munkatermen kívüli, telepített infrastruktúra-üzemeltetés	Műszaki infrastruktúra üzemeltetése
F ₂₂	Navigációs berendezések üzemeltetése		
F ₂₃	Felderítő- és radar rendszerek üzemeltetése		
F ₂₄	Légiforgalmi irányító központ rendszereinek műszaki felügyelete és üzemeltetése		
F ₂₅	Kültéri (repülőtéri), telepített műszaki berendezések üzemeltetése	Munkateremhez és a repülőtérhez kapcsolódó műszaki infrastruktúra üzemeltetése	
F ₂₆	Légiforgalmi távközlési hálózatok üzemeltetése		
F ₂₇	NOTAM kezelés (szerkesztés, kiadás)	Repülés-bejelentés	Légiforgalmi tájékoztató
F ₂₈	Repülési tervek feldolgozása		
F ₂₉	Repülés előtti tájékoztató		
F ₃₀	Repülés utáni esemény-bejelentés		
F ₃₁	Statikus adatkezelés	Eseménykivizsgálás	ATM működés támogatása
F ₃₂	AIP szerkesztés		
F ₃₃	Eseménykivizsgálás		
F ₃₄	Repülésbiztonsági ellenőrzések, kutatások és elemzések elvégzése		
F ₃₅	ATM irányítási rendszerek fejlesztése szoftver és hardver oldalról		
F ₃₆	Irányításhoz szükséges adminisztráció és támogató tevékenységek		

A funkciók magyarázata:

- F₁: Illetékességi szektort átrepülő légi járművek irányítása, és közöttük a biztonságos repüléshez szükséges elkülönítés (vízszintes vagy függőleges) létrehozása.
- F₂: Repülőterek közeli körzetében az induló légi járművek irányítása a felszállástól a Körzeti irányító központ (ACC)⁵ kijelölt átadási magasság eléréséig. Az érkező légi járművek bevezetése a végső megközelítést követő leszállásig. Irányítás során a légi járművek között a biztonságos repüléshez szükséges vízszintes és függőleges elkülönítés biztosítása.
- F₃: Felszállási és leszállási engedélyek kiadása, induló járatok előkészítése (a repülés megkezdéséhez szükséges engedélyek beszerzése és megadása, repülőterei mozgás irányítása), érkező járatok repülőterei fogadása (futópálya és a légi jármű számára kijelölt állóhely közötti földi mozgás koordinálása).
- F₄, F₈: Manuális beavatkozást igénylő repülési adatok kezelése és továbbítása nemzetközi hálózatok felhasználásával, valamint a szomszédos államok ATS szolgálataival való adatcsere és szóbeli információtovábbítás.
- F₅, F₉: Ellenőrzött és nem ellenőrzött légtérben az illetékes szervezetek értesítése a kutatásra és mentési segítségre szoruló légi járműről
- F₆-F₇: Nem ellenőrzött légtérben repülő légi jármű-vezetők számára tájékoztatás nyújtása az aktuális forgalmi és meteorológiai állapotokról.
- F₁₀: Polgári és állami légtérhasználati igények kezelése, összehangolása, felhasználási tervek készítése.
- F₁₁: Tényleges légtérhasználati igénybevételek kezelése, koordináció a légtérigénylőkkel a használatról.
- F₁₂: Légtérhasználattal kapcsolatos adminisztrációs tevékenységek összessége.
- F₁₃: Várható forgalmi adatok és a taktikai intézkedések meghatározása, környezeti adatok (kapacitáscsökkenés esetén az új kapacitásadatok) cseréje és koordináció az illetékes nemzetközi szervezetekkel, terhelésszámítás.

- F₁₄: Forgalmkövetés, kapacitásértékeket befolyásoló események jelentése és kezelése, résidő koordinálás.
- F₁₅: Kapcsolattartás azon iparági szereplőkkel, akiket a kapacitáskorlátozás elrendelése érint.
- F₁₆: Áramlásszervezéssel kapcsolatos adminisztrációs tevékenységek összessége.
- F₂₀: Nemzeti és nemzetközi AFTN hálózat szolgáltatásainak folyamatos biztosítása, a rendszer által biztosított távirat-továbbítási funkció folyamatos ellenőrzése.
- F₃₁: Repülést érintő statikus adatok kezelése.
- F₃₂: Léginavigációs kiadványok szerkesztése.
- F₃₃: Légiforgalmi irányítással összefüggő események kivizsgálása.
- F₃₆: Minden olyan tevékenység együttesen, amely a szolgálat működését biztosítja, és annak működéséhez elengedhetetlen.

Adatcsoportok (D_i)

A kezelt adatokat a rendezettség és a kezelhetőség érdekében a tartalom és az időbeli érvényesség alapján csoportokba soroltam, amit a 3. táblázat szemléltet. Így a hasonló, de mégis eltérő tartalmat leképező adatok együttesen kezelhetők. Az elemzés során csak azokat az adatokat azonosítottam, amelyek közvetlenül kapcsolódnak az operatív légiforgalmi irányítási tevékenységekhez. Ezek alapján az alábbi adatcsoportokat határoztam meg:

1. Forgalmi és útvonal adatok (járatok és légi járművek és ezek mozgásával kapcsolatos adatok)
2. Légi infrastruktúra adatai (légterekkel, szektorokkal, repülőterekkel, útvonalakkal, stb. összefüggő adatok)
3. Tájékoztatási adatok (légi járművek biztonságos üzemeltetéséhez szükséges adatok)
4. Berendezés adatok (műszaki infrastruktúrára vonatkozó adatok)

⁵ Area Control Center

A statikus adatok hosszabb időn át változatlanok, érvényességük időbeli állandósága nagyobb, mint egy hónap. A féldinamikus adatok tartalmazhatnak gyakrabban változó tartalmakat is, így ezek időbeli állandósága egy hónap és néhány óra között változhat. A dinamikus adatok időbeli állandósága jóval kisebb, sok esetben akár másodpercenként is változhatnak.

Adatok jelölése: D_n^i jelöli az adatscsoport sorszámát, i a dinamikát

Dinamika:

S statikus,
SD féldinamikus,
D dinamikus (beleértve a valós idejű adatokat is).

Gépi rendszerek (*Mn*)

Az irányítással összefüggő tevékenységek elvégzését a gépi rendszerek és azon belül a funkcionális alrendszerek támogatják. Az egyes rendszerek a legtöbb esetben egymástól függetlenül, integráltság nélkül üzemelnek.

3. táblázat: Adatscsoportok

	Statikus adatok - <i>s</i>	Féldinamikus adatok - <i>sd</i>	Dinamikus adatok - <i>d</i>
1. Forgalmi és útvonal adatok	D_1^s	D_1^{sd}	D_1^d
	-	<ul style="list-style-type: none"> - menetrendi adatok - résidő adatok - várható terhelési és forgalomáramlási adatok - járatok tervezett útvonaladatai - várható korlátozások adatai - koordinációs adatok tervezéshez 	<ul style="list-style-type: none"> - aktuális forgalmi adatok (forgalomáramlási adatok, kapacitáskorlátozási adatok) - repülési tervvel összefüggő adatok - megtett útvonal adatok - légitársaság aktuális repülési és pozícióadatai - koordinációs adatok forgalomszervezéshez és résidő-kiosztáshoz - repülőtéri forgalomkezelési adatok - kényszerhelyzeti adatok
2. Légi infrastruktúra adatai	D_2^s	D_2^{sd}	D_2^d
	<ul style="list-style-type: none"> - útvonalak és útvonalpont adatok - légterek és szektorok adatai - előzetes kapacitásadatok - stratégiai légtérkezelési adatok - stratégiai légtér-felhasználási tervadatok 	<ul style="list-style-type: none"> - várható szektorterhelési adatok - szektorizációs tervadatok - előzetes légtér-felhasználási adatok (igények és foglalások) - Napi Légtér-felhasználási Terv 	<ul style="list-style-type: none"> - aktuális és rövid távú előre becsült szektorterhelési és szektorhasználati adatok - pontosított, koordinált és tényleges légtér-használati adatok
3. Tájékoztatósi adatok	D_3^d	D_3^{sd}	D_3^d
	<ul style="list-style-type: none"> - légitársasági statikus adatok - AIP adatok 	<ul style="list-style-type: none"> - légitársasági táviratok (pl. NOTAM, SIGMET, stb.) - előre jelzett meteorológiai adatok 	<ul style="list-style-type: none"> - aktuális meteorológiai adatok (SIGMET, VOLMET, TAF, stb.) - légitársasági táviratok (NOTAM)
4. Berendezés adatok	D_4^d	D_4^{sd}	D_4^d
	<ul style="list-style-type: none"> - berendezésekre vonatkozó általános adatok 	<ul style="list-style-type: none"> - karbantartási adatok 	<ul style="list-style-type: none"> - berendezések állapot adatai - szolgáltatások üzemeltetési adatai

4. táblázat: Gépi rendszerek

Jelölés	Rendszercsoport megnevezése	Jelölés	Rendszer megnevezése
M _I	Légtérigazgatórendszer	M _I	LARA - Local And sub-Regional Airspace Management Support System (központi kapacitásigazgató biztosító rendszer, amely európai szinten biztosítja a légtérhasználati adatokat, országhatárokat átívelően)
M _{II}	A légiforgalmi áramlás szervezésének rendszerei	M ₂	IFPS - Integrated Initial Flight Plan Processing System (központi repülési terveket feldolgozó rendszer, melyet az EUROCONTROL üzemeltet)
		M ₃	ETFMS - Enhanced Tactical Flow Management System (áramlásszervezést biztosító rendszer, mely képes időbeli előrebecslést adni a forgalom várható alakulásáról)
		M ₄	CASA - Computer Assisted Slot Allocation (résidő koordinálást biztosító rendszer)
		M ₅	Komplex légiforgalmi irányító rendszer (radar adat és repülési terv adatfeldolgozás és információ megjelenítése az operatív felhasználók számára, valamint felügyeleti és kezelési lehetőség biztosítása műszaki személyzet számára) <i>pl. MATIAS (Magyar AuTomated and Integrated Air Traffic Control System) by Thales</i>
M _{III}	A légiforgalmi szolgálatok rendszerei	M ₆	Back – up légiforgalmi irányító rendszer (tartalék radar és repülési adatokat megjelenítő rendszer)
		M ₇	Beszédüzemű kommunikációs rendszer (légiforgalmi irányítók (országon belül és kívül) és a külső ATS (Air Traffic Services) egységek egymás közötti beszédüzemű kapcsolattartására)
M _{IV}	Távközlési rendszerek	M ₈	Rádió és adat kommunikációs rendszer (levegő-föld összeköttetés a 118–137 MHz (VHF) és 225-400 MHz (UHF) sávokban, valamint a föld és levegő közötti adatkommunikációs csatorna - CPDLC)
		M ₉	AFTN hálózat - Aeronautical Fixed Telecommunication Network (operatív repülési adat, valamint repülést érintő információ közlemények kezelését biztosító hálózat)
		M ₁₀	OLDI kapcsolatok - on-line data interchange (operatív repülési adatok cseréjét biztosítja közleményváltások formájában a szomszédos ATS egységekkel)
		M ₁₁	Földi telepítésű navigációs berendezések (VOR, DME, NDB)
M _V	Navigációs rendszerek	M ₁₂	Futópálya foglaltság jelző és ILS vezérlő rendszer
		M ₁₃	Repülőtéri fénytechnikai rendszer
		M ₁₄	A-SMGCS - Advanced Surface Movement Guidance and Control System (földfelszíni mozgásokat ellenőrző és irányító rendszer)
M _{VI}	Légtérelenőrző rendszerek	M ₁₅	Közelkörzeti és távolkörzeti radarberendezések (repülőterek közelkörzetét és a távolkörzeti légtér felügyelő radarberendezések – elsődleges, másodlagos és MODE-S radarrendszerek)
		M ₁₆	Automatic terminal information service (ATIS) (automatikus közelkörzeti tájékoztató szolgálat rádiórendszere, amely aktuális, rutin jellegű tájékoztatásokat biztosít az érkező és induló légi járművek részére)
M _{VII}	A légiforgalmi tájékoztató szolgálatok rendszerei	M ₁₇	EAD - European AIS Database (európai statikus repülési adatokat tartalmazó adatbázis)
		M ₁₈	Repülőtéri meteorológiai adatgyűjtő és feldolgozó rendszer (biztosítja az adatgyűjtést és a repülésmeteorológiai táviratok elkészítését)
M _{VIII}	A meteorológiai adatok felhasználására szolgáló rendszerek	M ₁₉	Meteorológiai előrejelző rendszer

A 4. táblázatban az 552/2004/EK rendelet I. mellékletében alkalmazott rendezőelv alapján, az EATMN-rendszereket számba véve rendszereztem és foglaltam össze az irányítási feladatok elvégzéséhez közvetlenül és közvetve felhasznált rendszereket.

Az információszerkezeti modell minden összetevője további alacsonyabb szintű elemekre bontható. A 3. ábra szemlélteti az összetevők felbontási mélységének növelését. A fordított piramis az összetevőkön belüli egyre kisebb egységeket jelöli, ahogy a felbontás egyre részletesebbé válik. Az összetevők (építőelemek) kiterjedtsége és számossága egymással fordítottan arányos. Az elemek jelölését felbontási szintenként, összetevőnként a zárójeles kifejezés tartalmazza, amely egyértelműen azonosítja az egyes összetevőkhöz tartozó elemeket. A gépi rendszerek mélyebb szintű vizsgálata nem célja a cikknek, így az ábrán ezen komponens nem tüntettem fel.

3.2. A funkciók elemzése (S-F kapcsolatok)

Az összetevők azonosítását követően vizsgálataimat a szolgálatok és funkciók összerendelésével folytattam. A **szolgálatok** és azon belül a **feladatkörök alapján** meghatároztam, hogy melyik szolgálat mely funkció ellátásáért felelős. Így a szolgálatokhoz hozzárendeltem a funkciókat. Az eredményeket az 5. táblázat szemlélteti. A repülési iparág erőteljes szabványosítása által a funkciók és szolgálatok egymással egyértelműen megfeleltethetők, minimális átfedéssel. Az átfedések csak a funkciók szintjén léteznek, tevékenységek és folyamatok szintjén már nem.

Csupán a funkciók ismerete nem elegendő a kezelt információk azonosításához, ugyanis

egy-egy funkcióhoz számos tevékenység tartozik. Emiatt a (S-F) összerendelést követően egy szinttel mélyebb vizsgálatot végeztem; a funkciókat tevékenységekre bontottam. Az összerendeléseknel meghatároztam, hogy egy szolgálat a funkciói ellátásakor milyen tevékenységeket folytat. A szolgálat – funkció összerendelés jelentette a kezelt adatszoportok meghatározásának alapját.

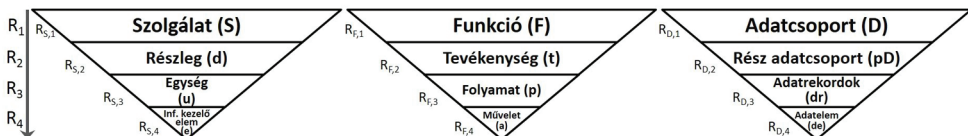
3.3. Információ-hozzárendelés

A szolgálatok által végzett tevékenységek ismeretében azonosítottam a kezelt információkat, amelyeket az információszerkezeti mátrix tartalmaz. A mátrix struktúráját a 6. táblázat szemlélteti. A táblázat sorfejlécei a szolgálatokat és a funkciókat mutatják. A függőleges oszlopok cellái az egyes szolgálatok által ellátott funkcióhoz kapcsolódóan kezelt információkat tartalmaznak adatszoportokba sorolva. A mátrix cellái a kezelt rész adatszoportokat tartalmazza.

4. AZ INFORMÁCIÓSZERKEZETI MODEL

Az **információszerkezeti** modell a kezelt információk szerkezete az összetevők alapján. A modell egy mátrix formájában mutatja meg, hogy egy szolgálat, egy funkciójának ellátásához milyen adatszoportok szükségesek. A modell egy strukturált adatszerkezet, a légiforgalmi irányításhoz kapcsolódóan kezelt információk azonosítása és csoportosítása érdekében. A mátrix cellái a kezelt információkat tartalmazzák (4. ábra). A gépi rendszerek által végzett információkezelési műveletek ismeretében a mátrixban megjeleníthetők a gépi rendszerek is a kezelt információkhoz kapcsolva.

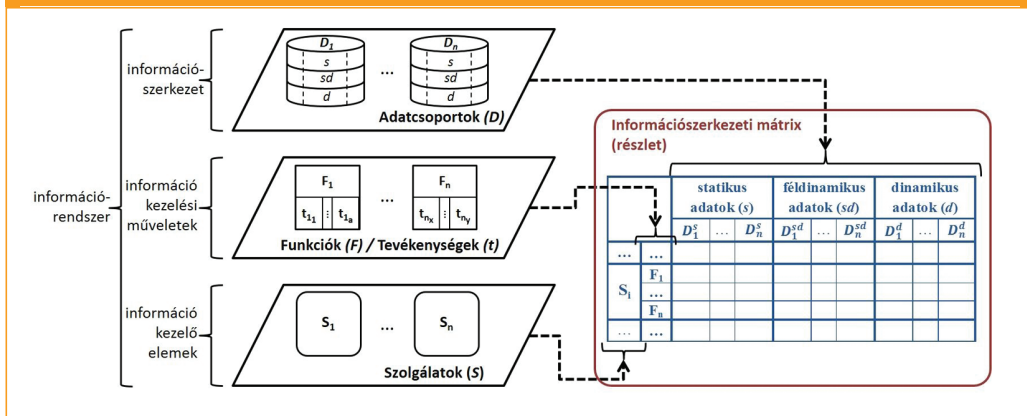
3. ábra: Az információszerkezeti modell vertikális kiterjesztése összetevők szerint



5. táblázat: Szervezettípusok és funkciók összerendelése

Funkció	Szolgálat																
	ATC			FIC		AMC	FMP	MET	AFTN	Műszak		AIS			Támogató		
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇
F ₁	X	X	X														
F ₂		X															
F ₃			X														
F ₄	X	X	X														
F ₅	X	X	X														
F ₆				X													
F ₇					X												
F ₈				X	X												
F ₉				X	X												
F ₁₀						X											
F ₁₁						X											
F ₁₂						X											
F ₁₃							X										
F ₁₄							X										
F ₁₅							X										
F ₁₆							X										
F ₁₇								X									
F ₁₈								X									
F ₁₉								X									
F ₂₀									X								
F ₂₁										X							
F ₂₂										X							
F ₂₃										X							
F ₂₄											X						
F ₂₅											X						
F ₂₆											X						
F ₂₇					X							X					
F ₂₈				X	X								X				
F ₂₉			X	X	X								X				
F ₃₀			X	X	X								X				
F ₃₁														X			
F ₃₂														X			
F ₃₃															X		X
F ₃₄															X		X
F ₃₅																X	
F ₃₆																	X

4. ábra: A légitforgalmi irányítás információszerkezeti modellje



6. táblázat: Információszerkezeti mátrix felépítése

		statikus adatok			féldinamikus adatok			dinamikus adatok		
S_i	F_i			
S_1	F_1									
	...									
	F_{36}									
...	F_1									
	...									
	F_{36}									
S_{17}	F_1									
	...									
	F_{36}									

5. AZ INTEGRÁLT ADATKEZELÉS JELENTŐSÉGE

A SWIM koncepció alkalmazása közvetlen pozitív hatással van a légiforgalmi menedzsmentre, mivel lehetővé teszi, hogy általánosan elfogadott minőségi elveknek eleget tevő információk a megfelelő pillanatban a megfelelő iparági szereplőknél rendelkezésre álljanak. A SWIM által, az alábbi szerelők érintettek az adatkezelés reformjában:

- pilóták;
- repülőtéri és légitársasági műveleti központok – amelyek a kapacitáselosztásért, kapacitáskezelésért, üzemeltetési folyamatokért és forgalomszervezésért felelősek, a késések minimalizálását szem előtt tartva;
- légiforgalmi irányító központok – légiforgalmi tevékenységek elvégzése kapcsán;
- repülésmeteorológiai szolgáltatók;
- katonai műveleti központok – a hatékonyabb polgári-állami légtérkezelési igények összehangolása által.

Az érintettek számos – ma még különböző eltérő adatbázisból és forrásból beszerezhető – információkhoz juthatnak:

- légiforgalmi adatok,
- trajektória- 4 dimenziós útvonal – adatok,
- repülőtéri műveletek,
- meteorológiai információk,

- valós idejű forgalmi adatok hálózati kapacitászámításhoz (igény és kapacitás oldalról is rendelkezésre állnak),
- felderítési adatok – radar- szatellit navigációs és datalink adatok.

A SWIM hatására a repülésbiztonság növelhető, mivel az információkhoz való hozzáférés köre kibővül. A döntésekhez egyre több információ áll rendelkezésre így a helyzet tudatosság növekszik. Az információk azonos platformra rendelkezésével és az információminőség javításával minden érintett konzisztens információkhoz jut, ami aktívan hozzájárul a proaktív döntéshozatalhoz.

6. ÖSSZEFOGLALÓ

A légiforgalmi irányítással összefüggő adatok integrált kezelését és az ezekhez történő hozzáférést a nemzetközi iparági szervezetek támogatják. A kialakított modell segítségével az információk integrált kezelése megvalósítható, így biztosítva az iparági szereplők közötti gyors és költséghatékony információáramlást. Az integráció időszükséglete jelentős, és számos lépésből áll, amelynek első fázisához járul hozzá a kialakított információrendszeri modell.

Az új műszaki megoldások által rendelkezésre álló számítási és tárolási kapacitások mára már lehetőséget kínálnak a nagy menny-

nyiségben keletkező adatok valós idejű feldolgozására és továbbítására. Az integráció megvalósításával csökkenthető a légi közlekedési iparági rendszerek fregmentáltsága és az adatbirtokos felé fennálló függőségi kitettség. Ezzel párhuzamosan biztosítható az adatokhoz való gyors és pontos hozzáférés, még akkor is, ha a hálózatba összekapcsolt rendszerek egy-egy eleme kiesik.

A felhő alapú szolgáltatások elterjedésével és az új biztonsági megoldások implementálásával a kritikus adatok távoli kezelése is elérhetővé válik, így a hozzáférhetőség javul. Ezzel együtt új iparági szolgáltatások elterjedése várható, amihez a szükséges integrációs platformot a nagy rendszerházak által fejlesztett globális kiterjedésű, integrált adatkezelést és hozzáférést biztosító rendszerek kínálnák, hasonlóan, a légitársasági informatikai rendszerek működéséhez. A komplex és integrált szolgáltatások országhatárokat átívelően, globális kiterjedésben

támogatják a jövőben a légiforgalmi irányítással összefüggő tevékenységeket, így egyszerűsítve a szolgálatok működését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ICAO Doc 10039 - MANUAL ON SYSTEM WIDE INFORMATION MANAGEMENT (SWIM) CONCEPT. International Civil Aviation Organization. 999 Robert Bourassa Boulevard, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7
- [2] Kampichler, W., Eier, D.: A D-MILS console subsystem for advanced ATM communication services. Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2014 IEEE/AIAA 33rd. 5-9 Oct. 2014 Colorado Springs, CO pp. 6D2-1 - 6D2-8. DOI: 10.1109/DASC.2014.6979505
- [3] EUROCONTROL – SESAR: SWIM Concept of Operations. 2013.



The functional modelling of the information system of air traffic control, and its integration perspectives

Air traffic is the sub-sector of transport which uses the most data during operation. Air traffic control has a unique place in transport: it needs a significant amount of data in order to perform its tasks, and these data are provided by the industry players compulsorily, in their own interest and in very good quality. The present article explores the organisation of air traffic control, the functions performed during the operation of the organisation, and the data handled in connection to them. Furthermore, several different strategic options are available to create integrated solutions.



Die funktionelle Modellierung des Informationssystems der Flugsicherung und seine Integrationsperspektiven

Der Luftverkehr ist der Teilsektor des Verkehrs, der die meisten Daten während des Betriebs verwendet. Die Flugsicherung hat eine einzigartige Stelle im Verkehrswesen, da für die Erfüllung ihrer Aufgabe eine erhebliche Menge an Daten notwendig sind, und diese Daten werden von den Unternehmen der Branche zwangsweise, in ihrem eigenen Interesse und in sehr guter Qualität zur Verfügung gestellt. Der vorliegende Beitrag untersucht die Organisation der Flugsicherung, die während des Betriebs der Organisation durchgeführten Funktionen, und die in Verbindung mit ihnen verarbeiteten Daten. Darüber hinaus stehen verschiedene strategische Optionen zur Verfügung, um integrierte Lösungen zu schaffen.