

Sándor Zsolt

A LÉGIFORGALMI SZOLGÁLTATÓ ÉS A LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÁS FUNKCIONÁLIS MODELLEZÉSE

A légiforgalmi irányítás komplex folyamata az irányítói szervezeten belüli egységek között szoros együttműködést követel. A légiforgalmi irányítási feladatok elvégzése során jelentős mennyiségű információk kezelése valósul meg, melyek a légiforgalmi irányítás funkcionális modellezésével azonosíthatók. Így szisztematikusan feltárható az egyes szervezeti egységek által ellátott feladatok és az ezekhez kapcsolódóan kezelt információk, mely segítségével kialakítható az információszerkezeti modell, ami átfogó módon, csoportosítva tartalmazza a légiforgalmi irányítás során kezelt adatokat. A modell alapot biztosíthat olyan komplex tartalomszolgáltató rendszerek kialakításához, melyek képesek együttesen kezelni a légiforgalmi irányítással és tágabb környezetben, a légiközlekedéssel kapcsolatos adatokat. Az ilyen rendszerek alkalmazása hozzájárul a forgalomszervezés hatékonyságának növeléséhez és a gazdaságosabb üzemeltetéshez mind a földi, mind a légi üzemeltetői szervezetek esetén.

Kulcsszavak: funkcionális modellezés, légiforgalmi irányítás, információs rendszer elemzése, információszerkezeti modell

1. BEVEZETÉS

A közlekedés alágazatain belül a légiközlekedés az, aminek nemzetközi volta miatt a szabványosítás a legkorábban és a legnagyobb mértékben megtörtént a második világháborút követően az iparág fellendülésével. Annak ellenére, hogy ez a közlekedési alágazat a leginkább szabályozott, tudományos szempontból a leginkább alul dokumentált. Mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalomban kevés olyan tudományos értékű közlemény található, mely rendszer-szemléletű megközelítéssel végzett vizsgálati és kutatási eredményeket mutat be a légiforgalmi irányítás átfogó funkcionális modellezésének területéről.

A légijárművek közlekedése során a légiközlekedési iparág szereplőinél (légitársaságok, repülőterek, légiforgalmi irányító központok stb.) jelentős mennyiségű adat keletkezik – több mint bármely közlekedési alágazatnál –, azonban ezek komplex módon történő feldolgozása és felhasználása nem valósul meg.

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, mely történelmi és rendszerfejlesztési okokra vezethető vissza.

A léginavigációs szolgáltatók a hatékonyabb forgalomkezelés érdekében olyan csatornákat alakítottak ki, melyek segítségével az információk megoszthatók, így növelve a légiforgalmi irányítás hatékonyságát a repülés minden idősíkján (stratégia, taktikai és operatív szintű tervezés), fenntartva a megfelelő biztonsági szinteket.

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].

A EUROCONTROL¹ és az FAA² által támogatott SWIM (System Wide Information Management) kezdeményezés célja, hogy olyan platformot alakítson ki a légiközlekedési iparági szereplők számára, ahol átfogó módon, egy közös felületen férhetnek hozzá a szükséges információkhoz. Így támogatva őket a minél hatékonyabb légiközlekedés kialakításában (üzemanyag-takarékosabb és időben pontosabb a költségek csökkentése érdekében). Ennek érdekében célul tűzték ki a különböző rendszerekből származó adatok integrált kezelését [2][3].

Jelen cikk célja, hogy a légiforgalmi szolgáltató és azon belül a légiforgalmi irányítás funkcionális modellezése által bemutassa a légiforgalmi irányítás információrendszerének modelljét, amely szisztematikusan és átfogó módon tartalmazza a kezelt információkat. Az információ-szerkezeti modell alapot nyújthat olyan komplex rendszerek kialakításához, melyek képesek együttesen kezelni a légiforgalmi irányítással és tágabb környezetben a légiközlekedéssel kapcsolatos adatokat. A komplex rendszerek országhatárokon átívelő alkalmazása hozzájárul a forgalomszervezés hatékonyságának növeléséhez, a biztonságosabb légiközlekedéshez, a környezetszennyezés csökkenéséhez és a gazdaságosabb üzemeltetéshez mind a földi, mind a légi üzemeltetői szervezetek esetén.

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

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A légiforgalmi irányítás és a légiforgalmi irányítórendszer funkcionális modellezésével meglehetősen kevés tudományos publikáció látott napvilágot. A rendszerfejlesztő cégek és nagy rendszersházak végeznek ilyen jellegű tevékenységeket, de eredményeiket a kiélezett versenykörnyezet miatt nem adják közre. Ezen tevékenységek során képződő dokumentumok bár rendszerszemléletű megközelítéssel íródnak, elsősorban tájékoztatási és oktatási, nem pedig tudományos célokat szolgálnak [4][5][6][7].

Az ily módon keletkező dokumentumokra nem lehet úgy tekinteni, mint átfogó teljes értékű közleményekre, mivel a légiforgalmi szolgáltatás rendszerének komplex módú modellezése hiányzik belőlük, annak csupán egyes elemeinek modellezését írják le [8][9][10]. Ennek ellenére figyelemfelkeltő hatással bírnak, ugyanis együttesen írják le a funkcionális ATM rendszer humán, műszaki és információkezelő összetevőit.

Az irodalomkutatás egyik jelentős megállapítása, hogy a modellezés területén a szerzők eltérő módon definiálják a *funkciókat* és a *funkcionalitást*. Ezekre a fogalmakra elsődlegesen úgy tekintenek, mint egy adott, specifikus, egyedi tevékenység, miközben a funkció kifejezés sokkal szélesebb körű és jelentősebb információkezelő egységre utal.

¹ Európai szervezet a légiközlekedés biztonságáért

² Federal Aviation Administration – Amerikai Egyesült Államok Légügyi Hivatal

A legtöbb kutató a rendszerszemléletű megközelítést teljes módon leegyszerűsíti egy – a légiforgalmi irányító által végzett – adott tevékenység modellezésére, melyeket elsősorban humán faktor elemzések készítésénél szoktak elvégezni, pszichológiai megközelítést alkalmazva. Ennek következtében a kutatók csak egy-egy emberi tevékenységet vizsgálnak az irányítással összefüggésben. Ezt a modellezést is leginkább csak akkor alkalmazzák, amikor az emberi tevékenységek gépi rendszerekkel való kiváltását tanulmányozzák [11][12][13][14].

A szakmai terminológia és az összefüggések eltérő értelmezésének következménye, hogy a kutatók a *modellezés* kifejezés alatt a forgalmi modellezést értik, továbbá ezen belül is forgalomáramlás modellezését és annak aspektusait.

A szakirodalomban keveredik a funkció (function) és a felépítés (structure) kifejezések használata. Jelen kutatás a felépítés (structure) kifejezéshez közelebb áll, azonban a nemzetközi irodalomban ezt inkább a légterek fizikai szerkezetére, illetve a számítógépes hálózatokra alkalmazzák [15][16].

Annak ellenére, hogy a szakirodalom számos modellezési módszert említ, ezek alkalmazása a funkcionális ATM rendszer átfogó modellezéséhez – rendszerszemléletű megközelítést felhasználva – még nem történt meg. A strukturált rendszerfejlesztési módszertan (SADT) – mely később az IDEF0 modellezési nyelvben lett szabványosítva – egy jól definiált, kialakított modellezési nyelv [17][18][19]. A FRAM – *functional resonance accident* – modell a társadalmi-műszaki rendszereket a funkciók segítségével írja le, nem pedig a felépítése alapján, és célja, hogy a nem lineáris összefüggések alapján rögzítse az ilyen jellegű rendszerek tulajdonságait [20].

Az említett modellezési módszereket csak egyes specifikus tevékenységek leírására használják, miközben jelentős potenciállal rendelkeznek a teljes rendszer felírásához is.

3. A LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÁS MODELLEZÉSE

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). Azonosítottam az alkotóelemeket (szolgálatok), a bennük lezajló folyamatokat (információkezelési műveletek), az ezekhez tartozó információkat (kezelt adatok) és mind ezek elvégzéséhez felhasznált gépi rendszereket.

A gépi komponensek részletes vizsgálatától eltekintettem, mivel az abban megvalósuló folyamatok a mindenkori műszaki fejlettségtől függenek. Ennek ellenére a gépi rendszerek funkcióját minden esetben azonosítottam.

A teljes légiközlekedést, mint rendszert, a légiközlekedési folyamatokban résztvevő szereplők és a működést befolyásoló, az iparági szereplők információs rendszereinek sokasága együttesen alkotja. Ezen belül helyezkedik el a légiforgalmi irányítás információs rendszere, mely jelen cikk vizsgálatát képezi. Az információs rendszer(ek) biztosítják az alapfolyamatok kezelését, azokra ráépülve, kiszolgálva az iparági szereplőket.

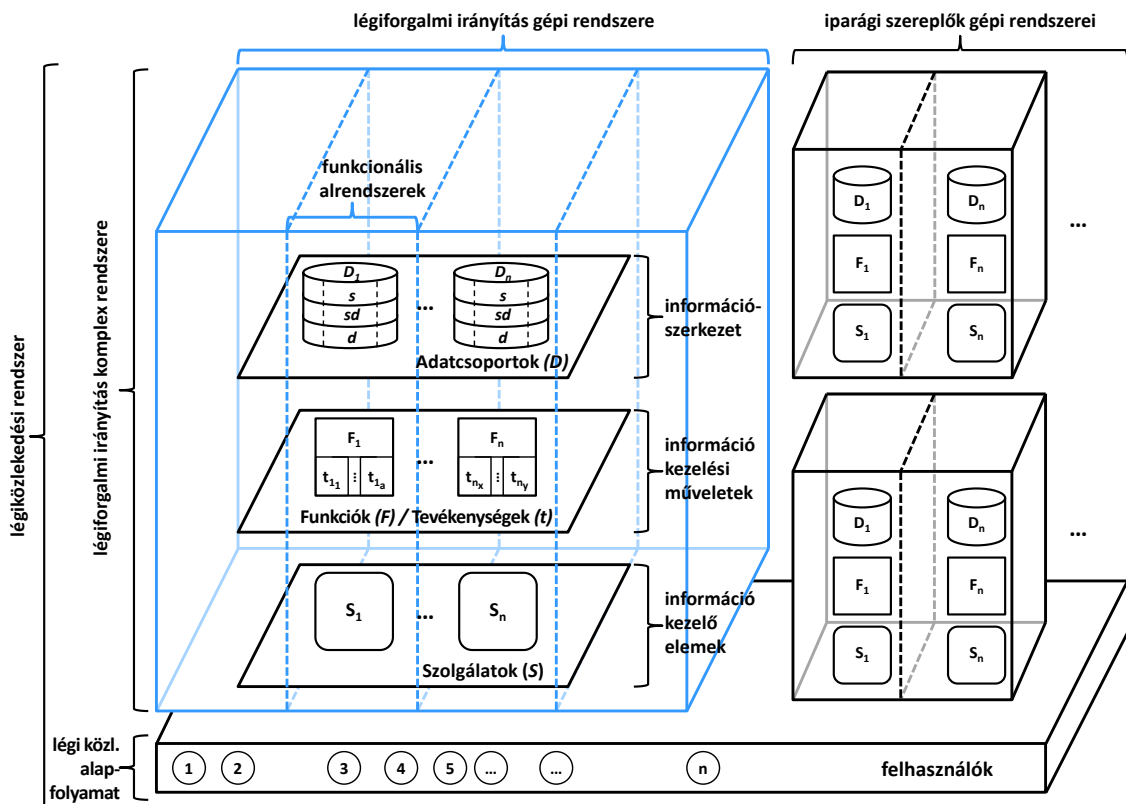
A 1. ábra szemlélteti a **légiforgalmi irányítás komplex rendszerének modelljét** és környezetét. Az ábrán megjelöltem a rendszert alkotó összetevőket (szolgáltatások, funkciók, adatcsoportok). A szolgáltató-funkció tekintetében a funkció a fő rendezőelv, mivel a szervezeti jellemzők esetén fennáll a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

A **gépi rendszerek** – melyek számos funkcionális alrendszerből állnak – összekapcsolják a komplex rendszer összetevőit, és biztosítják a működéshez szükséges információk tárolását, továbbítását és feldolgozását. Ezen kívül **interfész** szerepet töltenek be a felhasználók és a gépi komponensek valamint, az iparági szereplők fő és alrendszerei között 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 átfedés mentes kapcsolatok alakíthatók ki.

A gépi rendszerek esetén a komplex rendszerek miatt lehetségesek a funkcionális átfedések. A funkciók tekintetében az információkezelő elemek és információkezelési műveletek közötti hozzárendelés a funkcionális alrendszerek esetén egyértelműen, átfedés mentesen meghatározhatók.

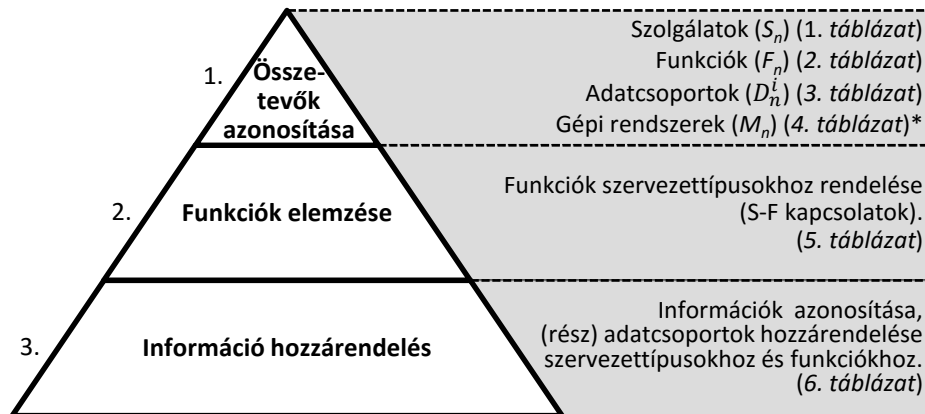
Az **összetevők közötti összefüggések** alapján kidolgoztam a légiforgalmi irányítás **információrendszerét**. Ehhez feltártam és elemeztem a szolgáltatók által kezelt információkat, majd azokat egységes rendszerbe foglalva alakítottam ki a **légiforgalmi irányítás információszerkezeti modelljét**.



1. ábra A légiforgalmi irányítás komplex rendszerének modellje és környezete

4. AZ INFORMÁCIÓSZERKEZET MODELLEZÉSI MÓDSZERE

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



2. ábra Információszerkezeti modell kialakításának lépései

4.1. 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)*.

Szolgáltatok (S_n)

A légiforgalmi szolgáltatón 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.

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

Adatcsoportok (D_n^i)

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

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

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 adatcsoport sorszámát, i a dinamikát

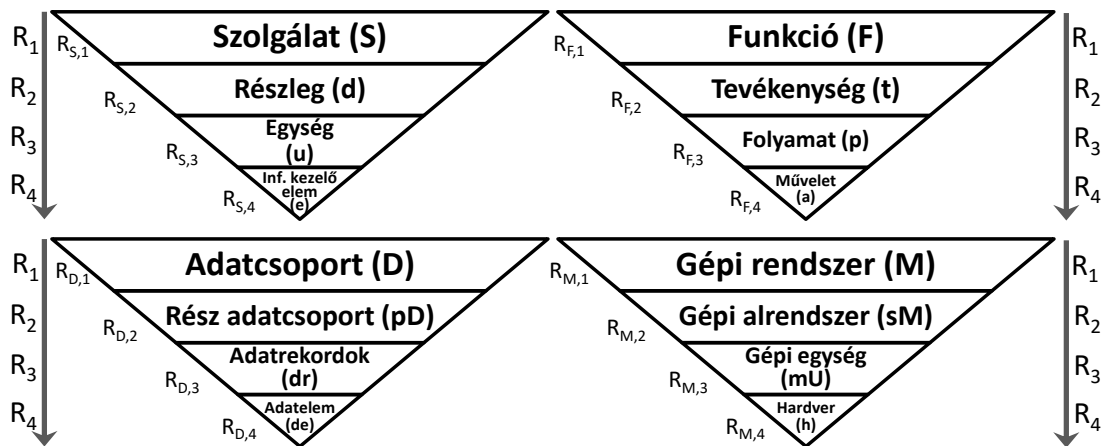
Dinamika:

S - statikus, SD - féldinamikus, D - dinamikus (beleértve a valósidejű adatokat is).

Gépi rendszerek (M_n)

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. A 4. táblázatban 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, mely egyértelműen azonosítja az egyes összetevőkhöz tartozó elemeket. A gépi rendszerek mélyebb szintű vizsgálata nem célja a cikknek, így az ábrán e komponens nem került feltüntetésre.



3. ábra Az információszerkezeti modell vertikális kiterjesztése összetevők szerint

Jelölés	Légiforgalmi szolgáltató felbontása a különböző szolgáltatásokra és azok magasabb szintű funkcionális blokkba való besorolásuk				
S ₁	Körzeti irányító szolgálat (ACC) (illetékességi légtérrel átrepülő légitársaságok irányításáért felelős szolgálat)	Légiforgalmi irányító szolgálat (ATC)	Légiforgalmi szolgálat (ATS)	ATM szolgálat	Légiforgalmi szolgáltató (ANSP)
S ₂	Bevezető irányító szolgálat (APP) (repülőtereket megközelítő és onnan induló légitársaságok irányításáért felelős szolgálat)				
S ₃	Repülőtéri irányító szolgálat (TWR) (repülőtéri 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	Repülés-tájékoztató szolgálat (FIS) (nem ellenőrzött légtérben a következő érvényű tájékoztatások nyújtását végző szolgálat)				
S ₆	Légtérhasználó szolgálat (AMC) (polgári és katonai légtérhasználati igényeket összehangoló szolgálat)				
S ₇	Áramlásszervező szolgálat (FMP) (rendelkezésre álló légtér és irányítói kapacitás függvényében a járatszabályozást biztosító szolgálat a túlterhelésmentes 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)			CNS - ATM műszaki szolgálatok	
S ₁₀	ATM-et kiszolgáló műszaki infrastruktúra-üzemeltető szolgálat (CNS) (légitársasági irányítás ellátásához szükséges kommunikációs, navigációs és felderítő rendszerek működését biztosító szolgálat – munkatérmen kívüli oldal)				
S ₁₁	Rendszerüzemeltetési szolgálat (légitársasági irányításhoz használt informatikai berendezések és rendszerek működését biztosító szolgálat – munkatérmen oldal)				
S ₁₂	NOTAM iroda (NOTAM táviratok elkészítéséért és továbbításáért felelős szolgálat)			Légiforgalmi tájékoztató szolgálat (AIS)	
S ₁₃	Repülés-bejelentő iroda (ARO) Nemzetközi induló légitársaságok 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.)				

1. táblázat Szolgáltatások

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	Légtér-gazdálkodás	
F ₁₀	Előtaktikai légtér-gazdálkodás		
F ₁₁	Taktikai légtér-gazdálkodás		
F ₁₂	Adminisztráció		
F ₁₃	Elő-taktikai koordináció	Légiforgalmi áramlásszervezés	
F ₁₄	Taktikai koordináció		
F ₁₅	Együttműködés		
F ₁₆	Adminisztráció		
F ₁₇	Repülés-meteorológiai észlelés és előrejelzés	Repülés-meteorológiai szolgáltatás	
F ₁₈	Légi járatok kiszolgálásához szükséges meteorológiai információk kezelése		
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	
F ₂₂	Navigációs berendezések üzemeltetése		
F ₂₃	Felderítő- és radar rendszerek üzemeltetése		
F ₂₄	Légiforgalmi irányító központ rendszereinek műszaki felügyelete és üzemeltetése	Munkateremhez és a repülőterhez kapcsolódó műszaki infrastruktúra üzemeltetése	
F ₂₅	Külső (repülőtéri), telepített műszaki berendezések üzemeltetése		
F ₂₆	Légiforgalmi távközlési hálózatok üzemeltetése		
F ₂₇	NOTAM kezelés (szerkesztés, kiadás)		Légiforgalmi tájékoztatás
F ₂₈	Repülési tervek feldolgozása	Repülés-bejelentés	
F ₂₉	Repülés előtti tájékoztatás		
F ₃₀	Repülés utáni esemény-bejelentés		
F ₃₁	Statikus adatkezelés		ATM működés támogatása
F ₃₂	AIP szerkesztés		
F ₃₃	Eseményki vizsgálat		
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		

2. táblázat: Funkciók

Funkciók magyarázata:

- F₁: Illetékességi szektort átrepülő légi járművek irányítása, és közöttük a biztonságos repüléshez szükséges elkülönítés (vízszintes vagy függőleges) létrehozása.
- F₂: Repülőterek közelkörzetében az induló légi járművek irányítása a felszállástól a Körzeti irányító központ (ACC⁴) 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, repülőtéren mozgás irányítása), érkező járatok repülőtéren 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, mely a szolgálat működését biztosítja, és annak működéséhez elengedhetetlen.

⁴ Area Control Center

	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
	-	- menetrendi adatok - résidő adatok - várható terhelési és forgalomáramlási adatok - járatok tervezett útvonal adatai - várható korlátozások adatai - koordinációs adatok tervezéshez	- aktuális forgalmi adatok (forgalomáramlási adatok, kapacitáskorlátozási adatok) - repülési tervvel összefüggő adatok - megtett útvonal adatok - légi jármű aktuális repülési és pozíció adatai - koordinációs adatok forgalomszervezéshez és résidő-kiosztáshoz - repülőtéri forgalomkezelési adatok - kényszerhelyzeti adatok
2. Légi infrastruktúra adatai	D_2^s	D_2^{sd}	D_2^d
	- útvonalak és útvonalpont adatok - légterek és szektorok adatai - előzetes kapacitásadatok - stratégiai légtérkezelési adatok - stratégiai légtér-felhasználási tervadatok	- várható szektorterhelési adatok - szektorizációs tervadatok - előzetes légtér-felhasználási adatok (igények és foglalások) - Napi Légtérfelhasználási Terv	- aktuális és rövid távú előre becsült szektorterhelési és szektorhasználati adatok - pontosított, koordinált és tényleges légtérhasználati adatok
3. Tájékoztatósi adatok	D_3^s	D_3^{sd}	D_3^d
	- légiforgalmi statikus adatok - AIP adatok	- légiforgalmi táviratok (pl. NOTAM, SIGMET, stb.) - előre jelzett meteorológiai adatok	- aktuális meteorológiai adatok (SIGMET, VOLMET, TAF, stb.) - légiforgalmi táviratok (NOTAM)
4. Berendezés adatok	D_4^s	D_4^{sd}	D_4^d
	- berendezésekre vonatkozó általános adatok	- karbantartási adatok	- berendezések állapot adatai - szolgáltatások üzemeltetési adatai

3. táblázat Adatcsoportok

Jelölés	Rendszer megnevezése
M ₁	Beszédüzemű kommunikációs rendszer (Légiforgalmi irányítók (országon belül és kívül) és a külső ATS (Air Traffic Services) egységek egymás közötti beszédüzemű kapcsolattartására)
M ₂	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 - <i>CPDLC</i>)
M ₃	Komplex légiforgalmi irányító rendszer (radar adat és repülési terv adat feldolgozás és információ megjelenítése az operatív felhasználók számára, valamint felügyeleti és kezelési lehetőség biztosítása műszaki személyzet számára) <i>pl. MATIAS (Magyar AuTomedated and Integrated Air Traffic Control System) by Thales</i>
M ₄	Back – up légiforgalmi irányító rendszer (tartalék radar és repülési adatokat megjelenítő rendszer)
M ₅	Automatic terminal information service (ATIS) (Automatikus közelkörzeti tájékoztató szolgálat rádiórendszere, mely aktuális, rutin jellegű tájékoztatásokat biztosít az érkező és induló légi járművek részére)
M ₆	A-SMGCS - Advanced Surface Movement Guidance and Control System (földfelszíni mozgásokat ellenőrző és irányító rendszer)
M ₇	Repülőtéri meteorológiai adatgyűjtő és feldolgozó rendszer (biztosítja az adatgyűjtést és a repülésmeteorológiai táviratok elkészítését)
M ₈	Futópálya foglaltság jelző és ILS vezérlő rendszer
M ₉	Repülőtéri fénytechnikai rendszer
M ₁₀	Meteorológiai előrejelző rendszer
M ₁₁	AFTN hálózat - Aeronautical Fixed Telecommunication Network (operatív repülési adat, valamint repülést érintő információ közlemények kezelését biztosító hálózat)
M ₁₂	OLDI kapcsolatok – on-line data interchange (operatív repülési adatok cseréjét biztosítja közleményváltások formájában a szomszédos ATS egységekkel)
M ₁₃	IFPS - Integrated Initial Flight Plan Processing System (központi repülési terveket feldolgozó rendszer, melyet az EUROCONTROL üzemeltet)
M ₁₄	ETFMS - Enhanced Tactical Flow Management System (áramlásszervezést biztosító rendszer, mely képes időbeli előrebecslést adni a forgalom várható alakulásáról)
M ₁₅	CASA - Computer Assisted Slot Allocation (résidő koordinálást biztosító rendszer)
M ₁₆	CHMI - Collaboration Human Machine Interface (központi kapacitásgazdálkodást biztosító rendszer, mely európai szinten biztosítja a légtérhasználati adatokat, országhatárokat átívelően)
M ₁₇	EAD - European AIS Database (európai statikus repülési adatokat tartalmazó adatbázis)

4. táblázat Gépi rendszerek

4.2. 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.

		Szolgálat																
		ATC			FIC		AMC	FMP	MET	AFTN	Műszak		AIS			Támogató		
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
Funkció	F1	X	X	X														
	F2		X															
	F3			X														
	F4	X	X	X														
	F5	X	X	X														
	F6				X													
	F7					X												
	F8				X	X												
	F9				X	X												
	F10						X											
	F11						X											
	F12						X											
	F13							X										
	F14							X										
	F15							X										
	F16							X										
	F17								X									
	F18								X									
	F19								X									
	F20									X								
	F21										X							
	F22										X							
	F23										X							
	F24											X						
	F25											X						
	F26											X						
	F27						X						X					
	F28				X	X								X				
	F29			X	X	X								X				
	F30			X	X	X								X				
	F31														X			
	F32														X			
	F33															X		
	F34															X		X
	F35																X	
	F36																	X

5. táblázat Szervezettípusok és funkciók összerendelése

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 összerendeléseknél meghatároztam, hogy egy szolgálat a funkciói ellátásakor milyen tevékenységeket folytat. A szolgálat – funkció összerendelés jelentette a kezelt adatcsoportok meghatározásának alapját.

3. Információ hozzárendelés

A szolgálatok által végzett tevékenységek ismeretében **azonosítottam a kezelt információkat**, melyeket az információszerkezeti mátrix tartalmaz. A mátrix struktúráját az 6. táblázat szem-

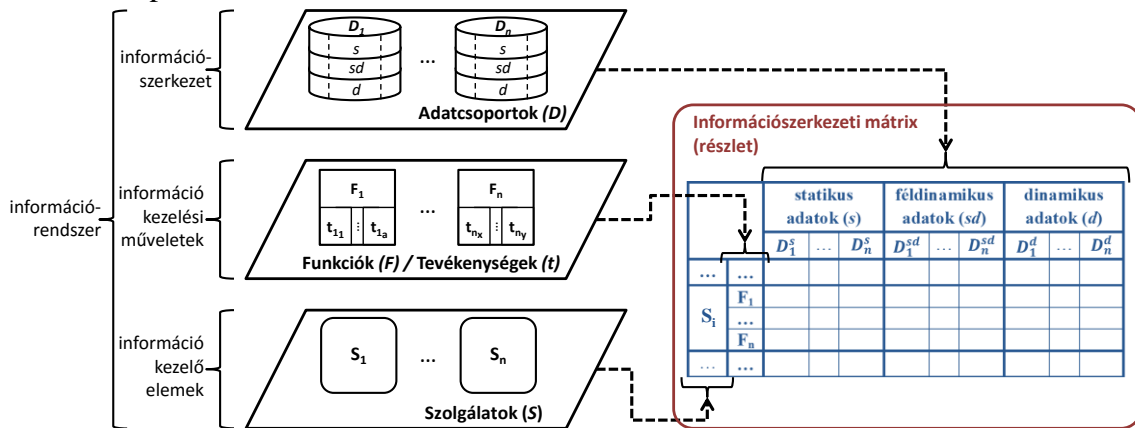
lélteti. A táblázat sorfejlécei a szolgáltatókat és a funkciót mutatják. A függőleges oszlopok céljai az egyes szolgáltatók által ellátott funkcióhoz kapcsolódóan kezelt információkat tartalmazó adatszoportokba sorolva. A mátrix cellái a kezelt (rész) adatszoportokat tartalmazza.

		statikus adatok			fél dinamikus adatok			dinamikus adatok		
S_i	F_i	D_1^s	...	D_4^s	D_1^{sd}	...	D_4^{sd}	D_1^d	...	D_4^d
S_1	F_1									
	...									
	F_{39}									
...	F_1									
	...									
	F_{39}									
S_{18}	F_1									
	...									
	F_{39}									

6. táblázat: Információszerkezeti mátrix felépítése

5. AZ INFORMÁCIÓSZERKEZETI MODELL

Az **információszerkezeti** modell a kezelt információk szerkezete az összetevők alapján. A modell egy mátrix formájában mutatja meg, hogy egy szolgáltató, egy funkciójának ellátásához milyen adatszoportok szükségesek. A modell egy strukturált adatszerkezet, a légiforgalmi irányításhoz kapcsolódóan kezelt információk azonosítása és csoportosítása érdekében. A mátrix céljai 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.



4. ábra A légiforgalmi irányítás információszerkezeti modellje

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, melynek 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 mennyiségben keletkező adatok valós idejű feldolgozására és továbbítására. Az integráció megvalósításával csökkenthető a légiközlekedési iparági rendszerek fragmentáltsága 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, melyhez a szükséges integrációs platformot a nagy rendszerek által fejlesztett globális kiterjedésű, integrált adatkezelést és hozzáférést biztosító rendszerek kínálják – 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.
- [4] Bayen, A., Tomlin, C. 2005. A case study: Air Traffic Management systems, Encyclopedia of Life Support Systems, Al Gogaisi (Ed.), UNESCO-EOLSS Publishers Co. Ltd. Ref: 6:43:28:8
- [5] Boeing Commercial Airplane Group. Air Traffic Management Concept Baseline Definition, NEXTOR Report # RR-97-3, Oct. 31, 1997.
- [6] Haraldsdottir, A., Schwab, R. W., Alcabin, M. S. 1998. Air Traffic Management Capacity-Driven Operational Concept Through 2015. 2nd USA/EUROPE AIR TRAFFIC MANAGEMENT R&D SEMINAR Orlando, 1st - 4th December 1998.
- [7] Bayen, A. 2003. Computational control of networks of dynamical systems: application to the National Airspace System, Stanford University, Department of Aeronautics and Astronautics.
- [8] Donohue, G. L. 2001. Air Transportation Systems Engineering. AIAA. ISBN 9781600864445
- [9] Reports on Leading Edge Engineering from the 1997 NAE Symposium on Frontiers of Engineering. National Academy of Engineering. National Academies Press, 1998. ISBN 0309059836, 9780309059831
- [10] Nolan, M. 2010. Fundamentals of Air Traffic Control Cengage Learning, ISBN 1435482727, 9781435482722
- [11] Woltjer, R., Hollnagel, E. 2008. Functional modeling for risk assessment of automation in a changing air traffic management environment. 4th International Conference on Working on Safety. Crete, Greece.
- [12] Ahmad, S, Saxena, V. 2008. Design of Formal Air Traffic Control System Through UML. UbiCC Journal - Volume 3 Number 6, Volume 3 No. 6
- [13] European Organisation for the Safety of Air Navigation - Model of the Cognitive Aspects of Air Traffic Control. HUM.ET1.ST01.1000-REP-02 1997.
- [14] Prandini, M., Piroddi, L., Puechmorel, S., and S. L. Brazdilova. 2011. Toward air traffic complexity assessment in new generation air traffic management systems. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 12, no. 3, pp.809 -818 2011 DOI: 10.1109/TITS.2011.2113175
- [15] Menon P. K., Sweriduk, G. D., Bilimoria, K. D. 2004. New Approach for Modeling, Analysis, and Control of Air Traffic Flow. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol. 27, No. 5. pp. 737-744. doi: 10.2514/1.2556
- [16] Filho, D. A., Falcão, E. A. 2012. Analysis of Airspace Traffic Structure and Air Traffic Control Techniques. Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Aeronautics and Astronautics. 187 p. 2012 <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/76097/820457211-MIT.pdf?sequence=2>

- [17] Marca, D. A., McGowan, C. L. (1988). SADT: Structured analysis and design technique. McGraw-Hill.
 - [18] Ross, D. T. (1977). Structured Analysis (SA): A language for communicating ideas. IEEE Transactions on Software Engineering, SE-3(1), 16–34.
 - [19] Ross, D. T. (1985). Applications and extensions of SADT. Computer, 18(4), 25–34.
 - [20] Hollnagel, E. 2004. Barriers and accident prevention. Aldershot, UK: Ashgate, 226 p. ISBN: 978-0-754-64301-2
-

FUNCTIONAL MODELLING OF THE OPERATION OF THE AIR NAVIGATION SERVICE PROVIDER

The complex processes of air traffic control require close cooperation between the intra-organizational units. During the fulfilment of the air traffic control tasks significant amount of information is managed. Necessary information for the tasks can be identified by the functional modelling of air traffic control. Thus, the tasks fulfilled by a given organizational unit and the managed information connected to the tasks can be revealed systematically. Therethrough it is possible to create the information structure model which contains comprehensively all information managed by air traffic control. This model provides the basis for the establishment of complex content provider systems which can manage information regarding air traffic control and even aviation related data jointly. The application of these systems contributes to the increase of the efficiency of traffic operations and the more economical operations even in case of air or ground based aviation organizations.

Keywords: *functional modelling, air traffic control, analysis of information systems, information structure*



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-10-0246_Sandor_Zsolt.pdf

