



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
**Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar**  
**Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék**

**Légiközlekedési információs rendszerek**  
**integrálása, a repülőtéri utaskezelés**  
**módszereinek fejlesztése**

című PhD értekezés tézisei

Készítette:

**Nagy Enikő**

okleveles közlekedésmérnök

Témavezető:

**Dr. Csiszár Csaba**

PhD, egyetemi docens

**Budapest, 2017**

## 1. A kutatási téma aktualitása

A légi utazás több előkészületet, odafigyelést igényel és a sztochasztikus jellegű folyamatok miatt jelentősebb frusztrációt is okoz, mint a szárazföldi utazás. Az utazás során fellépő stressz, a bizonytalanság-érzet gyakran az információ hiányából ered. Az utazóknak egyre inkább előre jelezhető, tervezhető, problémamentes, háztól házig történő utazásra van igényük. Ez azonban személyre szabott és valós idejű adatokra épülő információszolgáltatás nélkül nem kivitelezhető.

A helyváltoztatás során számos közlekedési szolgáltatóval találkozhat az utas, akik gyakran kooperáció nélkül, csak a saját szolgáltatásukra fókuszálva próbálják meg kiszolgálni az igényeket. Hasonló a helyzet az információkezelés tekintetében is: az utazó az információkat több helyről tudja elérni, ezért ellentmondásokba is keveredhet. Az üzemeltetésben résztvevő társaságok közötti információ megosztás általában csak részleges. Ez az utas számára is kedvezőtlen.

A mobil infokommunikációs eszközök és a felhasználókat segítő alkalmazások térhódításával a közlekedés is lépést tart: egyre többen fejlesztenek applikációkat, azonban ezek nagyrészt elszigetelten, egyetlen repülőtérhez vagy egy-egy légitársasághoz kapcsolódnak. Olyan rendszer, mely összefogja az adatokat és a szolgáltatókat egyelőre nincs. A teljes integráció akár évtizedekig is eltarthat, mely során az elméleti tudásbázis folyamatos bővítése szükséges a technológiai fejlődéssel egyidejűleg. A szállítási teljesítmények és a minőségi elvárások fokozódása miatt a légitársaságok a szervezés és az információszolgáltatás területén is fejlesztéseket igényel. A kutatási téma aktualitását több szempont szerint határoztam meg.

### *A tématerület aktualitása utas oldalról*

A légitársaságok térhódításának köszönhetően a társadalom egyre nagyobb rétegének van lehetősége repülni. Az alágazat sajátosságai miatt azonban ez az utazási forma még a rutinos utazók számára is gondos előkészületet igényel. A légitársaságokra jellemző speciális folyamatok az utazás előtti előkészületek idejét, a repülőtéren töltött időt növelik. Mindezek mellett az utas igen kevés információt kap az utaskezelési műveletek aktuális időtartamáról. Az információ hiánya vagy annak nem megfelelő helyen, időben, formában, tartalommal való közlése az alábbiakat eredményezheti:

- mentális terhelés (pl. bizonytalanságérzet, nem megfelelő döntések),
- fizikai terhelés (pl. felesleges utasmozgások),
- költségráfordítás (pl. poggyászsabályzat miatt fellépő plusz költségek),
- időráfordítás (pl. hosszabb várakozás a repülőtéren).

A fentiek mind a szolgáltatási színvonalat és az utaselégedettséget csökkentik. Ezért fontos egy olyan infokommunikációs rendszer kiépítése, mely a valós idejű adatok alapján, döntéstámogató jelleggel, egyénre szabottan ad információt és előrejelzést az utasoknak.

### *A tématerület aktualitása üzemeltetői oldalról*

A légitársaságok sokszereplős alágazat. Az utazás lebonyolításához elengedhetetlen a résztvevők kooperációja. Ez nemcsak szervezési, lebonyolítási, elszámolási tekintetben, hanem az informatikai rendszerek esetében is szükséges.

A szervezetek a saját funkcióikkal összefüggésben jelentős mennyiségű adatot tárolnak, azonban csak egy részét továbbítják a velük együttműködő szervezeteknek. Az utasok ezekből az adatokból viszonylag kevés, szűrt információt kapnak. Gyakran azonban a szervezetek közötti adatáramlás is hiányos. Emiatt fontos az informatikai integráció,

melyet a technológiai fejlődés területén a hardver eszközök mellett az adattárolási, -bányászati, és -elemzési módszerek fejlődése is lehetővé tesz.

A kiszolgáló szervezetek az utasokról egyelőre még kevés információval rendelkeznek. Arra, hogy az utas a helyváltoztatás folyamatában éppen hol tart, többnyire csak az elvégzett utaskezelési műveletek alapján lehet következtetni. Az utas tényleges térbeli pozíciója általában nem ismert, bár egyre több in-door helymeghatározási technológia áll rendelkezésre. A bizonytalan információ miatt gyakran a kiszolgáló szervezetek is nem megalapozott döntési helyzetbe kerülnek, mely a járat késéséhez is vezethet.

#### *A tématerület aktualitása oktatási szempontból*

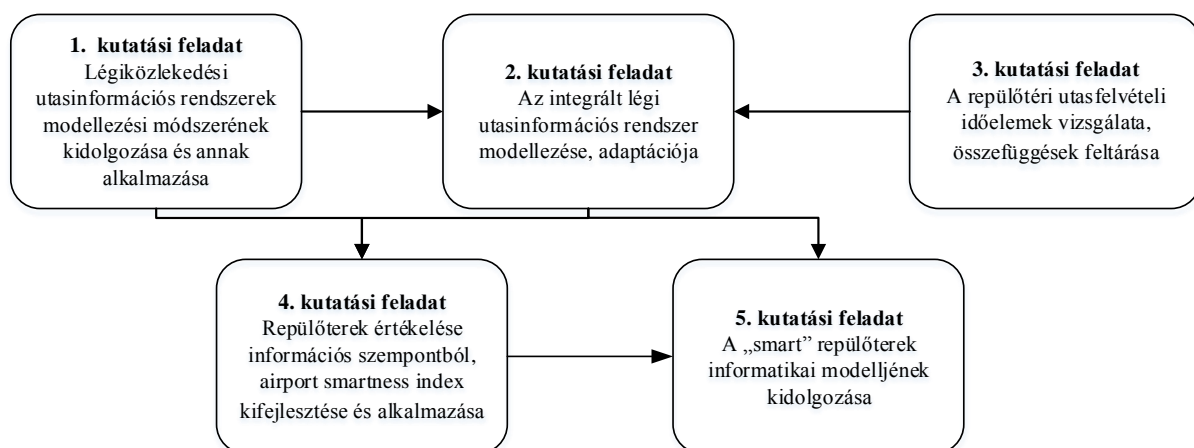
A gyorsan fejlődő technikai megoldásoknak köszönhetően a **tananyagok aktualizálása, bővítése** folyamatos feladat. Az egymásra épülő, jól strukturált és megfelelően felépített tananyagrészek a **jelenlegi képzésben hiányosan** állnak rendelkezésre. Ennek oka, hogy a **légi informatikai szakirodalom kevésbé elérhető**. A légitársaságok viszonylagos „zártága” miatt nehéz betekintést nyerni a folyamatosan változó légitársasági rendszerekbe. A legtöbb irodalom az „ipar” számára készül, ezek azonban az oktatásban közvetlenül nehezen használhatók.

A kutatás során elért eredményeket folyamatosan beépítem a jelenlegi tananyagba. A helyváltoztatási folyamat elemzési eredményei, az informatikai rendszerek több szempont szerinti csoportosítása didaktikai szempontból is jól lefedik a légi informatika területét és kapcsolódnak az általános közlekedés informatikai és a személyközlekedési tárgyak szemléletmódjához és tudásanyagához is.

## 2. A kutatás lehatárolása, célkitűzései

A kutatási téma lehatárolásakor a **légitársasági személyszállítási folyamatok információs szolgáltatásainak elemzését és fejlesztését** tűztem ki célul. Az üzemeltetés informatikai rendszereivel csak olyan mértékig foglalkoztam, amennyire azok hatással vannak az utaskezelésre. Mivel az utas helyváltoztatása magában foglalja a repülőterre jutást is, így figyelembe vettem az **egyéb alágazati kapcsolódási** lehetőségeket is. Elsősorban a **repülőterei informatikai rendszereket elemeztem**, valamint kiemelt hangsúlyt fektettem a mobil infokommunikációs eszközök használatára is.

A kutatás céljának eléréséhez az 1. ábrán meghatározott részfeladatokat teljesítettem, melyeknek legfontosabb egymásra épüléseit a nyilak szemléltetik.



1. ábra: Kutatási részfeladatok kapcsolata

## **1. Légiközlekedési utasinformációs rendszerek modellezési módszerének kidolgozása és annak alkalmazása**

A légiközlekedési helyváltoztatás logikai modelljén keresztül rendszerezem az alapfolyamat és a hozzá tartozó információkezelési folyamat összetevőit. A légiközlekedési információs rendszereket több szempont szerint csoportosítom. Ehhez szervezet - funkció – adatcsoport - végberendezés szerinti megközelítést vezetek be.

Az egyre komplexebb rendszerek tervezése egyre nagyobb aggregáltsági szintű módszereket igényel; kutatásom során ezeket dolgozom ki. A „többirányú” elemzések célja, hogy a komplex rendszert úgy modellezzük, hogy a tervezés majd a megvalósítás minél hatékonyabb legyen. Ezzel az elemzéssel készítem elő az integrált rendszer és azon belül a személyre szabott alkalmazás modelljét. Mivel az információs szolgáltatások alapja az adatbázis, ezért azonosítom a kezelt adatok körét és feltárom azok összefüggéseit is.

## **2. Az integrált légi utasinformációs rendszer modellezése, adaptációja**

Az összetevők azonosítása és a közöttük lévő kapcsolatrendszer feltárása alapján kidolgozom az integrált légi utasinformációs rendszer modelljét. A kapcsolatrendszerek részletes bemutatása érdekében mátrixos formát alkalmazok. Az általános modell egy részletét (a végberendezés – funkció típus mátrixot) a budapesti repülőtérre adaptálom. Az integrált utasinformációs rendszer modelljéből vezetem le az utasközpontú mobil alkalmazás – mint a legfontosabb utaskapcsolati ’interfész’ – funkcionális modelljét.

## **3. A repülőtéri utasfelvételi időelemek vizsgálata, összefüggések feltárása**

Az utasfelvétel a repülőtéri utasfolyamatok meghatározó eleme. A mobil alkalmazás egyik fontos bemenő adata az utasfelvételi idő. Célom az időtényező meghatározásához egy olyan elemzési módszer kifejlesztése, amely historikus adatokon alapul, figyelembe véve az adott járat tulajdonságait. Hipotézisem szerint az utasfelvétel ideje a járat alap és járatspecifikus tulajdonságaitól függ. A repülőtéri adatfelvétel után adatbázis-elemzéssel, valamint korreláció vizsgálattal meghatározom egy járat azon statikus és dinamikus tulajdonságait, melyek befolyásolják az utasfelvételi időtartamát. A vizsgálat eredménye egy olyan összefüggés rendszer, mely az utasfelvételi idő előrejelzése során alkalmazható. Az utasfelvételi idő előrejelzésével a személyre szabott utasinformációs szolgáltatás hatékonysága fokozható.

## **4. Repülőterek értékelése információs szempontból, airport „smartness” index kifejlesztése és alkalmazása**

A helyváltoztatási lánc elemei szerint feltárom a repülőterek információkezelési funkcióit, azok kapcsolatait és technológiai megoldásait, melynek során az 1. kutatási részfeladatban meghatározott elemzési módszert is alkalmazom. A fejlettségi színvonal alapján kategóriákat képezek, és az egyes kategóriákhoz értékelő pontszámot rendelek. Azonosítom a pozitív és negatív befolyásoló tényezőket, melyek az adott technológia vagy szolgáltatás hasznosságát befolyásolják. A repülőterek objektív értékelése és összehasonlíthatósága érdekében kidolgozom a „smart” index számítási módszerét. A kialakított módszer (airport „smartness” index - ASI) eredményeit összevetem a jelenleg is világszerte használt ASQ (Airport Service Quality) értékelő eljárással, hogy rámutassak az ASI módszerben rejlő lehetőségekre.

## **5. A „smart” repülőterek informatikai modelljének kidolgozása**

A jövő fejlesztési tendenciáira és lehetőségeire fókuszálva arra keresem a választ, hogy a légiközlekedés információkezelési folyamatai hogyan változnak a repülőterek automatizálása következtében. Az utazók információkezelését tekintve, az információs szolgáltatások és a végberendezések fejlesztési potenciálját, valamint az ebből származó előnyöket határozom meg. Összegyűjtöm és a funkciókhoz rendelem a technológiai újításokat, majd azonosítom az

integrálási lehetőségeket. Meghatározom, hogy a repülőtér automatizálása milyen hatással van az utas- és az üzemeltetői feladatokra; azaz, hogyan változnak a felhasználók érzékelési és feldolgozási műveletei, illetve hogyan alakulnak át az egyes személyzettípusok feladatai.

### 3. Alkalmazott módszerek

A kitűzött céloknak és a definiált feladatoknak megfelelően a klasszikus kutatási módszerek széles körét alkalmaztam. Szerteágazó, a hazai és nemzetközi tudományos irodalomra, valamint a légiközlekedési iparágban jellemző műszaki tartalmakra vonatkozó **irodalomkutatási és -elemzési** módszert alkalmaztam. Az azonosított tudományos 'rések' szerint jelöltem ki a kutatási területem fő pilléreit. Az egyes tématerületek mélyebb elemzése érdekében alapoztam a **nemzetközi gyakorlati tapasztalatokra**, valamint a légiközlekedési iparban dolgozókkal folytatott **interjúkra**. **Halmazelméleti megközelítést** és **több szintű csoportosítást** alkalmaztam az összefüggések feltárásának érdekében. Saját eredményeimet **összehasonlító értékeléseken** keresztül finomítottam. Nagy hangsúlyt fektettem a jelenleg alkalmazott megoldások és a **jövőbeli trendek** megismerésére.

Az integrált rendszer és szolgáltatás koncepciójának kidolgozását többféle elemzés előzte meg, amelyekhez megfelelő módszereket alakítottam ki. A jelenleg alkalmazott módszerek hiányosak, a téma újdonsága, specialitása és komplexitása miatt ilyen jellegű összetett módszerek csak mérsékelten állnak rendelkezésre. A légiközlekedési **helyváltoztatás elemzésén** keresztül modelleztem az alapfolyamatot és a hozzá kapcsolódó információkezelési folyamatot. Az integrált légi utasinformációs rendszer modellezésekor azonosítottam a modell összetevőit **szervezet – funkció – adat – végberendezés szerinti megközelítésben**. A **rendszertervezés** alap összefüggéseit figyelembe véve elemeztem a légiközlekedési információs rendszerek funkcióit, működését és adatáramlási jellemzőit.

A repülőtéri utasfelvétel elemzéséhez rendelkezésemre bocsájtott adathalmaz feldolgozása során **adatbázis elemzési** módszereket fejlesztettem és alkalmaztam. A hipotézisek felállítása során meghatároztam a statikus és a dinamikus tulajdonságokat, amelyek egy járat utasfelvételi idejét befolyásolhatják. A tulajdonságok szerint **csoportokat képeztem**, melyeket tapasztalati úton határoztam meg. Elvégeztem a nyers **adatbázis „tisztítását”**, a **táblastruktúra konverzióját**, annak érdekében hogy az új adatbázis csak az elemzéshez szükséges attribútumokat tartalmazza. A csoportképző elemek felhasználásával végeztem el az **adatbázis „szeletelését”**, valamint készítettem el a **lekérdezéseket**. Az eredményeket a **statisztikai jellemzők** (minimum/maximum értékek, medián, kvartilisek, átlagértékek) kiszámításával értékeltem. Az adatbázis elemző módszer mellett ugyanarra az adathalmazra **korrelációvizsgálatot** és **regresszió analízist** is végeztem, majd az eredményeket összehasonlítottam.

Az ASI értékelő eljárás kialakítása során a repülőtéri **funkciókhoz társítottam** az infokommunikációs eszközöket és szolgáltatásokat. Az értékelő számok, valamint a súlyszámok meghatározását a **nemzetközi gyakorlatra** alapoztam.

A „smart” repülőterek modelljét korábbi, nemzetközi kutatásokra, tapasztalatokra, valamint repülőtér üzemeltetői **interjúkra** alapozva alkottam meg. Az automatizált repülőterek szervezési módszereinek elemzése során meghatároztam a **jelenleg alkalmazott és a jövőbeli fejlesztési trendeket**. **Összehasonlító elemzést** végeztem más alágazatok fejlődési irányzataival, valamint más műszaki területek innovációs eredményeivel. Ez alapján határoztam meg a légi közlekedési fejlődési irányokat.

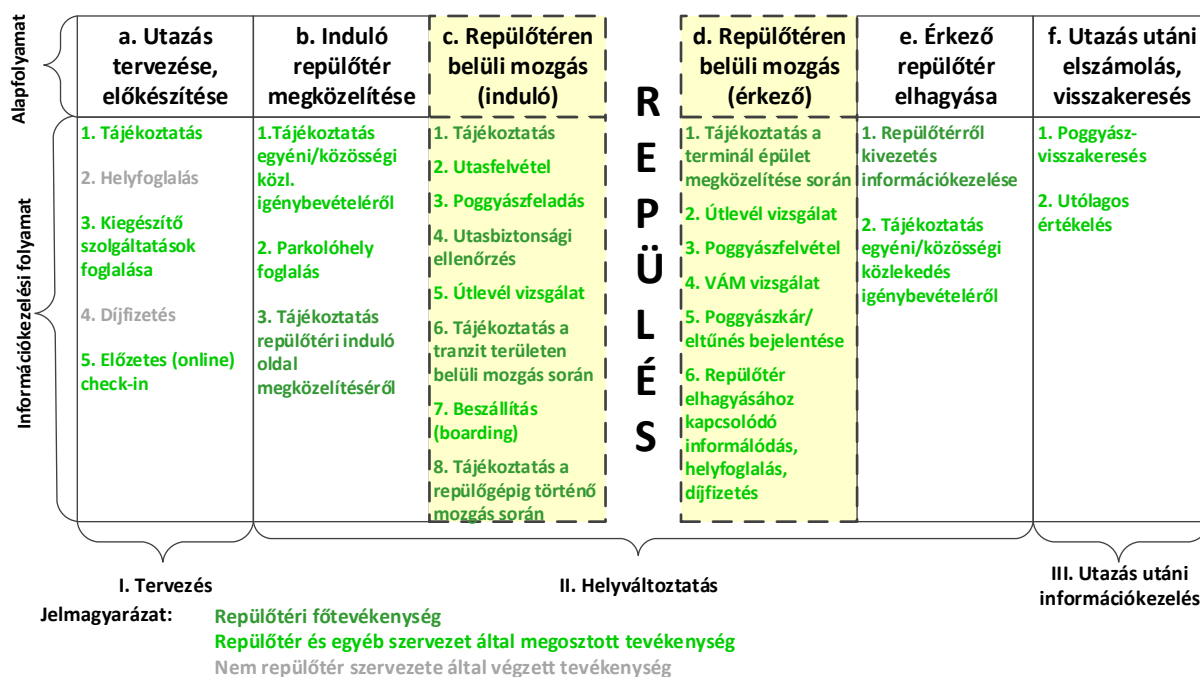
## 4. Új tudományos eredmények

Kutatásom új tudományos eredményeit a következő tézisekben foglaltam össze:

### 1. Tézis

**Kidolgoztam a légiközlekedési utasinformációs rendszerek modellezési módszerét. Újdonságereje, egyrészt hogy a korábbi módszerekhez képest a légi közlekedési alágazatra specializált, másrészt hogy kiterjed a gépi alrendszerekre is. A módszer alkalmazásával feltárhatók a légiközlekedésben alkalmazott információs rendszerek jellemzői és elemezhetők azok kapcsolatai.**

Modelleztem a légiközlekedési helyváltoztatási folyamatot (2. ábra), ahol az alapfolyamathoz kapcsoltam az információkezelési folyamatokat, majd ehhez társítottam a szervezeteket. Megállapítottam, hogy a repülőtéren végzett utaskezelési feladatok nagy része több szervezet együttműködését igényli, ami az informatikai integrációval biztosítható hatékonyan.



2. ábra: Légiközlekedési helyváltoztatás logikai modellje

A helyváltoztatási lánc elemei közül a repülőtéren belüli utaskezelést vizsgáltam részletesen. Az információkezelési részfolyamatok feltárásával meghatároztam a funkciókat. Azonosítottam a légi utasinformációs rendszer összetevőit, melyek a következők:

- információkezelő alrendszerek (szervezetek –  $O_n$  és gépi alrendszerek –  $M_n$ ),
- funkciók ( $F_n$ ),
- adatcsoporthoz ( $D_n$ ),
- végberendezések ( $E_n$ ).

A szervezettípusokhoz társítottam a gépi alrendszereket. A funkciókat a

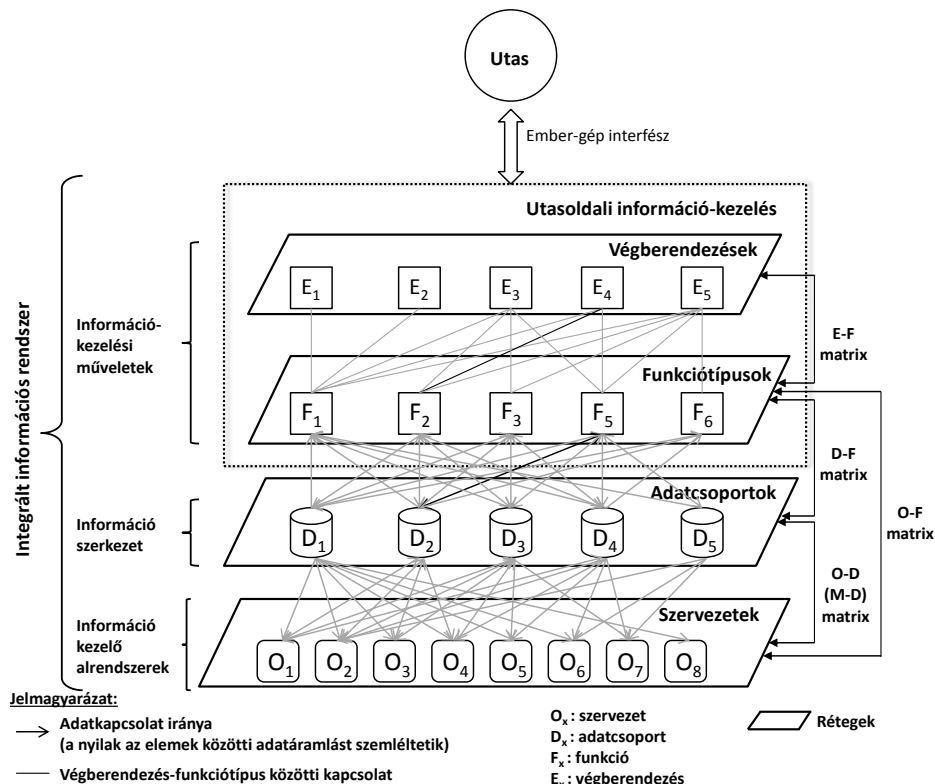
funkciótípusokhoz rendeltem hozzá. Azonosítottam a légiközlekedési adatcsoportokat, azok változásának időbeli jellegét és megadtam a legjellegzetesebb példákat. Meghatároztam a repülőtéri utasinformatikai végberendezések típusait, melyek ember-gép interfészként működnek. Az integrált rendszer alapja a légiközlekedési szervezetek gépi alrendszerei. A módszer alkalmazásával elemeztem a légiközlekedési információs rendszereket.

**A tézishoz kapcsolódó saját publikációk: [2], [3], [6], [12], [13]**

## 2. Tézis

**Kidolgoztam az integrált légi utasinformációs rendszer modelljét. A modell egy részletét, a végberendezés – funkciótípus mátrixot a budapesti repülőtérre adaptáltam. Az integrált utasinformációs rendszer modelljébe, a végberendezés – funkciótípus közötti réteghez illeszttem az utasközpontú mobil alkalmazás - mint a legfontosabb utaskapcsolati „interfész”- funkcionális modelljét.**

A modellt ún. „rétegek” definiálásával, majd az ezek közötti kapcsolatrendszer feltárásával és ábrázolásával alkottam meg (3. ábra).



3. ábra: Az integrált légi utasinformációs rendszer modellje

A rétegek közötti kapcsolatrendszer részletes ábrázolása érdekében az alábbi kapcsolati mátrixokat vezettem be:

- szervezet – funkciótípus (O-F) kapcsolati mátrix,

- szervezet - adatcsoport (O-D) és gépi alrendszer – adatcsoport (M-D) kapcsolati mátrixok,
- adatcsoport - funkciótípus (D-F) kapcsolati mátrix,
- végberendezés – funkciótípus (E-F) kapcsolati mátrix.

A kapcsolatok azonosítását követően meghatároztam az adatáramlás irányultságát (input vagy output) és az adatáramlást kiváltó eseményt (idővezérelt, eseményvezérelt vagy mindkettő). A szervezetek eltérő érdekei miatt, az integrált adatbázis létrehozása és kezelése olyan komplex feladat, mely további szervezeti és szabályozási feltételek kidolgozását/fejlesztését igényli.

A végberendezés – funkciótípus (E-F) mátrixot, különböző aggregáltsági szintű elemzéseket követően a budapesti repülőtérre adaptáltam. Helyzetfelmérést végeztem a jelenlegi utasinformációs rendszerek és szolgáltatások vonatkozásában, és azonosítottam a repülőtér fejlesztési irányait. Megállapítottam, hogy a budapesti repülőtéren minden funkciótípushoz rendelkezésre állnak a végberendezések, azonban az **integrált mobil alkalmazás** jelentős fejlesztési potenciált jelent.

A jelenleg elérhető alkalmazások (repülőtéri, légitársasági, stb.) elemzése során meghatároztam azokat a funkciócsoportokat és funkciókat, melyek az ideális alkalmazással szemben elvárások. Az alkalmazás kifejlesztésének támogatása érdekében megalkottam az integrált légi utasinformációs alkalmazás modelljét. Bevezettem az ún. információs központ szervezettípust (O<sub>9</sub>\*), mely vagy önálló szervezeti egységként, vagy az egyik szervezet részeként végzi tevékenységét. A mobil alkalmazás egyik legfontosabb innovatív funkciója a repülőtéri tevékenység ütemezés (A33), mely a jelenleg elérhető alkalmazásoknál nem áll rendelkezésre.

**A tézishez kapcsolódó saját publikációk: [2], [3], [6], [8], [9], [13]**

### 3. Tézis

**Az integrált légi utasinformációs alkalmazás „tevékenység-ütemezés” funkciója input adatként felhasználja a repülőtéri utasfelvétel várható időtartamát. Az ehhez tartozó becslési módszer megalapozása érdekében adatbázis elemzési módszert dolgoztam ki. A módszer alkalmazásával megállapítottam, hogy az utasfelvétel ideje függ a járat desztinációjától, az utasszámtól és a járaton lévő csomag/utas aránytól.**

Elemeztem a repülőtéri helyváltoztatási részfolyamatok időbeli jellemzőit, valamint befolyásoló tényezőit. Tér-idő diagramban ábrázoltam a folyamatelemeket. A repülőtéri utasfolyamatokat műveletcsoportok (mozgás, várakozás és utaskezelés) és repülőtéri funkcionális egységek (pl.: utasfelvételi csarnok, tranzitterület, stb.) szerint csoportosítottam. Az utasfelvétel (check-in) és a hozzá tartozó poggyászfeladás idejére vonatkozóan adatbázis-elemzést, valamint korreláció vizsgálatot végeztem.



Meghatároztam egy járat utasfelvételi idejét befolyásoló tulajdonságokat, melyeket csoportosítottam:

- alap (statikus) tulajdonságok: melyek – az utas szemszögéből nézve – a jegy vásárlásától a járat indulásáig nem módosulnak (légitársaság típusa, időszak, desztináció),
- járatspecifikus (féldinamikus) tulajdonságok: melyek a járat utasfelvételének megnyitásáig változhatnak (utasszám, poggyász/utas arány, mozgáskorlátozott utasok aránya a járaton, járatfelvételhez használt check-in pultok száma).

Ezeket a változókat alkalmaztam az általam kifejlesztett adatbázis elemzési módszer, majd a korreláció vizsgálat és regresszió analízis során. Az adatbázis elemzési módszer egy rugalmas, historikus adatokon alapuló elemzési módszer, ahol a csoportképző szempontok, és a csoportok is bővíthetők. Az adatbázis elemzési módszert más alágazatra vonatkozó, korábbi kutatási eredményeimre alapoztam.

Az alap (statikus) tulajdonságok minden kombinációjára elvégeztem az adatbázis elemzést, és kiszámoltam a főbb statisztikai mutatókat: minimum, maximum, medián, első kvartilis, harmadik kvartilis. A járatspecifikus (féldinamikus) tulajdonságok által képzett csoportokra is elvégeztem az adatbázis elemzést és kiszámoltam az átlagértékeket. Ugyanarra az adathalmazra elvégeztem a korreláció vizsgálatot és a regresszió analízist. A két független módszer eredményeit összehasonlítottam (1. táblázat).

**1. táblázat: Az utasfelvételi időt befolyásoló változók - az adatbázis elemző és a korreláció analízis módszerek eredményének összehasonlítása**

	Változó	Kiszolgálási idő ( $t_s$ )		Sorbanállási idő ( $t_q$ )	
		Adatbázis elemzés	Korreláció analízis	Adatbázis elemzés	Korreláció analízis
$a_1$	légitársaság típusa	✓	X	X	X
$a_2$	desztináció típusa	✓	X	✓	✓
$a_3$	időszak	X	X	✓	X
$b_1$	utasszám	X	X	✓	✓
$b_2$	csomag/utas arány	✓	✓	✓	✓
$b_3$	mozgáskorl. utasok aránya	✓	X	✓	X
$b_4$	sorok száma	N.A.	X	N.A.	X

✓: függő

X: független

zöld háttér: ugyanolyan függőség mindkét módszer esetében

világoszöld: a változónak van hatása

sötétzöld: a változónak nincs hatása

Megállapítottam, hogy a kiszolgálási idő egyértelműen függ a csomag/utas aránytól, de nem függ az utazás időszakától és a járaton lévő utasszámtól. A sorbanállási idő egyértelműen függ a desztináció típusától, a járaton lévő utasok számától, valamint a csomag/utas aránytól, de nem függ a légitársaság típusától.

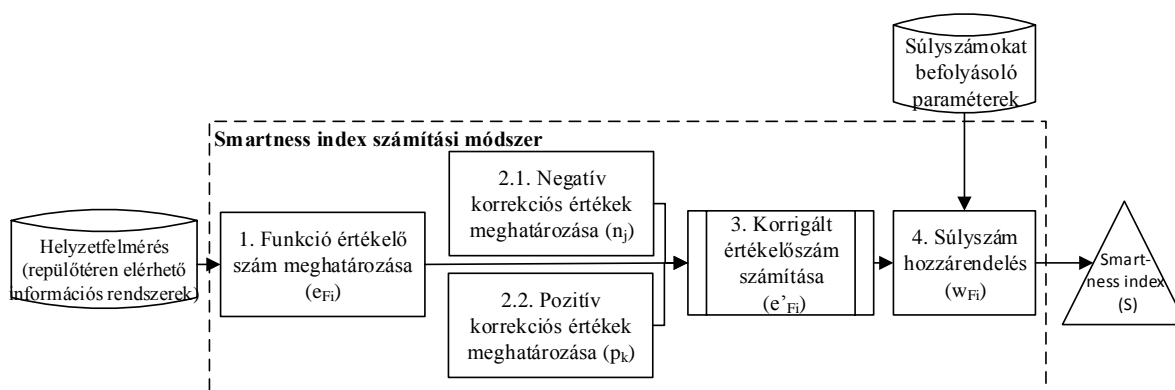
**A téziszhez kapcsolódó saját publikációk: [1], [5], [7]**

## 4. tézis

**Kidolgoztam a repülőterek utasinformatikai szempontú elemzési és értékelési módszerét (ASI: Airport „Smartness” Index). Az ASI alapján üzemeltetői oldalról értékelhető az információkezelés; a nyújtott minőség számszerűsítésével. A módszert a budapesti repülőtérre adaptáltam.**

A módszer az infokommunikációs megoldások jellemzői alapján rangsorol; alkalmas a repülőterek fejlettségének megállapítására, objektív értékelésre és összehasonlítására. A repülőtéri minőségelemzésekben gyakran kimarad az információs szempontú értékelés; ezért az új módszer hiánypótló. Üzemeltetői szemléletű elemző-értékelő módszert fejlesztettem ki; mely alapján meghatározható, hogy mely területeken szükségesek infokommunikációs fejlesztések.

Feltártam a repülőterek információkezelési funkcióit, azok kapcsolatait és a technológiai megoldásokat. Fejlettségi színvonaluk alapján kategóriákba soroltam őket, meghatároztam az egyes kategóriákhoz tartozó értékelő pontszámokat. Az értékelő eljárás továbbfejleszhető részletesebb értékelési skála (további alcsoportok) bevezetésével. A „felbontás” fokozása elősegíti a pontosabb értékelést és jobban felfedi a repülőterek közötti különbségeket is. Az ASI módszerrel számítható a „smartness” index (S) (4. ábra).



Jelmagyarázat:



4. ábra: „Smartness” index számítási módszere (ASI)

A szubjektivitás mérséklése érdekében az egyes lépésekhez értelmező táblázatokat, képleteket vezettem be. A módszer lépései:

1. Funkció értékelő szám ( $e_{Fi}$ ) meghatározása
2. Korrekciós értékek meghatározása funkcióként ( $n_j$  és  $p_k$ ):  
a használhatósági és az üzemeltetési szempontok alapján; módosítják a funkció értékelő számát.
3. Korrigált értékelőszám számítása ( $e'_{Fi}$ ):  
pontosabb képet kapunk a szolgáltatás színvonaláról, valamint annak bővüléséről, a jövőbeni fejlesztési szándékokról.

$$e'_{Fi} = e_{Fi} + N_{Fi} + P_{Fi} \quad (1)$$

$$N_{Fi} = \sum n_j \quad (2)$$

$$P_{Fi} = p_k \quad (3)$$

4. Súlyszám hozzárendelés ( $w_{Fi}$ ):  
a funkciók fontossága eltér utazói csoportonként és a helyváltoztatási folyamat során.
5. A repülőtér „smartness” indexének számítása ( $S$ ):  
az index a súlyozott, korrigált értékelőszámok összege.

$$S = \sum_{Fi} e'_{Fi} * w_{Fi} \quad (4)$$

A kialakított ASI módszert összevettem az ASQ (Airport Service Quality) értékelő eljárással. Megállapítottam, hogy míg az ASQ értékelő eljárás az utasok által érzékelt minőséget számszerűsíti, addig az ASI üzemeltetői oldalról vizsgálja az információkezelést; a nyújtott minőséget számszerűsíti. A két értékelő eljárás egyidejű alkalmazásával részletesebb eredményt kapunk a repülőtér információs szolgáltatásaira vonatkozóan, ami a fejlesztési döntéseket jobban megalapozza.

**A tézishoz kapcsolódó saját publikációk: [4], [10]**

## 5. tézis

**A hagyományos repülőterek „smart” repülőterekké<sup>1</sup>, majd automatizált repülőterekké alakulnak át. Kidolgoztam a „smart” repülőtér modelljét (5. ábra). Definiáltam az utaskezelési funkciók fejlődési fázisait. Meghatároztam, hogy az automatizált repülőterek mely funkciói integrálhatók, különös tekintettel az integrált utaskezelő berendezésre. Megállapítottam, hogy a repülőtéri személyzettípusok jelentősége átalakul, a személyes kapcsolat az utasokkal csökken, míg a gépi támogatás mértéke jelentősen növekszik.**

Az információkezelési folyamatok a repülőtéri technológiai fejlődés következtében jelentős mértékben átalakulnak. A technológiai fejlődéssel összhangban három fejlődési szintet (fokozatot) definiáltam:

1. hagyományos repülőtér,
2. „smart” repülőtér,
3. automatizált repülőtér.

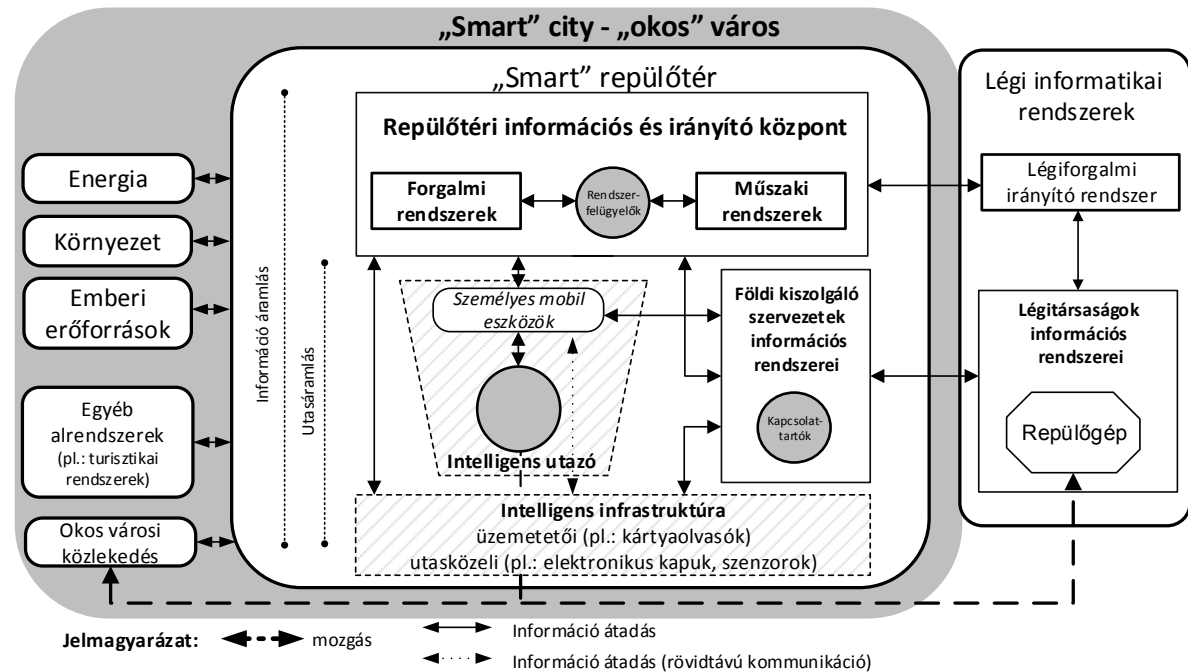
Kidolgoztam a „smart repülőtér” modelljét (5. ábra), melyet az okos város koncepcióba illeszttem. Meghatároztam az utasinformatikai funkció típusokat az automatizált repülőtereken. Az automatizált repülőterek többnyire ugyanazokat az utazással összefüggő funkciókat teljesítik; de az információszolgáltatás köre kibővül (pl. a rendszerek működésére, kezelésére vonatkozó tájékoztatás). A funkciók sorrendisége és az időbeli jellemzőik is megváltoznak.

---

<sup>1</sup> „Smart” repülőtér: A „smart” repülőtér az okos város egy meghatározó alrendszere. Itt kapcsolódnak össze a városi utas mozgások és a repülőgépek légi mozgásai, miközben számos egyéb tevékenységnek is helyet adnak. Ez az illesztési szerep információs tekintetben is megjelenik. Ennek megfelelően a városi közlekedésmenedzsmenttel, valamint a légitforgalmi irányító és a légitársasági rendszerekkel valósul meg ’külső’ információs kapcsolat. A repülőtér alrendszerei egymással kommunikálnak, megjelennek az integrált informatikai rendszerek.

Meghatároztam az utasinformatikai funkciókhoz tartozó részfunkciókat az átalakulás (fejlődés) mindhárom szintjéhez. A funkciók térbeli és időbeli integrációs lehetőségeit modelleztem. Megállapítottam, hogy azok a funkciók integrálhatók, melyek:

1. azonos bemenő adatsportokat használnak ( $c_2, c_3, c_4, c_5, c_7$ ) és/vagy,
2. a feldolgozási folyamatok egy része megegyezik ( $c_2, c_3, c_5, c_7$ ), továbbá
3. időben és térben a helyváltoztatási folyamat során együtt elvégezhetőek ( $c_1$  és  $c_2, c_4, c_5$  és  $c_6$ ).



5. ábra: A „smart” repülőtér modellje az „okos” város koncepcióba illesztve

Az automatizált repülőtereken újfajta végberendezéseket alkalmaznak, melyeknek a gép-ember illesztési felülete is jelentősen módosul. Azonosítottam a végberendezések használatához szükséges emberi képességek intenzitásának változását.

Nemcsak a végberendezések, de a repülőtéri személyzettípusok jelentősége is átalakul. A jelenlegi fejlődési tendenciákra alapozva összefoglaltam, az átalakulás intenzitását és irányát/jellegét. Az automaták széleskörű elterjedésének következtében az egyes érzékszervek szerepe (hallás, beszéd, kézmozdulatok, rezgésérzékelés) valamint a kognitív képességek jelentősége felerősödik.

**A tézishez kapcsolódó saját publikációk: [4], [10], [11]**

## **5. Az új tudományos eredmények hasznosíthatósága**

A kutatási eredmények elméleti jelentőségét, gyakorlati hasznát és oktatási alkalmazhatóságát a következőkben foglaltam össze.

### **Elméleti jelentőség**

A közlekedési információs rendszerek modellezésével, valamint az informatikai integrációval foglalkozó, a tanszéken évek óta folyó kutatások eredményeit bővítettem és a légiközlekedésre vonatkozó speciális eredményeket értem el; így pótolva az eddigi, főleg magyar vonatkozásban hiányos kutatási eredményeket. A tématerület komplexitása, valamint a technológia folyamatos változása miatt időtálló modellek kidolgozására törekedtem.

### **Gyakorlati haszon**

A kidolgozott modellezési módszer, valamint az integrált légi utasinformációs rendszer modellje megalapozza a rendszerspecifikációk, majd (al)rendszertervek elkészítését. A rendszerfejlesztés eredményeként létrejövő működő megoldás fokozza a légi utasok elégedettségét, az érzékelt szolgáltatási minőséget. Az utasfelvételi idő előrebecslésével az utasok tevékenység-ütemezése tehető hatékonyabbá. Így csökken az utazási stresszt, kiszámíthatóbb a repülőtéren eltöltött idő; összességében a légi alágazat versenyképessége fokozható a rövidebb távolságú utazásoknál.

Nemcsak utas oldalon, de üzemeltetői oldalon is van haszna a kutatási eredményeknek; az utasinformációs értékelő eljárás alkalmazásával a repülőterek összehasonlíthatók információs szempontból. Ezen eredmények egyrészt pozitív ösztönzőként hatnak a repülőtéri üzemeltetésre, másrészt irányt mutatnak az informatikai fejlesztések vonatkozásában. Az automatizált repülőterek szervezési módszereinek elemzése, valamint a funkciók átalakulásának feltárása szintén az üzemeltetőket készíti fel a változásokra.

### **Oktatási alkalmazhatóság**

Az információáramlás feltárása, az infokommunikációs rendszerek több szempont szerinti csoportosítása az oktatásban is kiemelt szerephez jut. Célom volt a légi informatikához kapcsolódó tudományos szakirodalom bővítése is. A kutatási eredmények bekerültek a karon oktatott tantárgyak anyagaiba (Közlekedési információs rendszerek I. és II., Közlekedési informatika, Személyközlekedés, Légi informatika, Intelligent Solutions in Transportation). A modelleknek, a módszereknek, és az értékelő eljárásnak az oktatásával a rendszer- és folyamatszemplétű gondolkodásmódot sajátítják el a hallgatók. Az adatbázis elemzési módszerek fejlesztésének a gyakorlati oktatásban van kiemelt jelentősége.

## 6. A kutatás folytatása

A kutatás folytatásával kapcsolatos terveimet tézisenként foglaltam össze.

### 1. tézis:

- az információkezelési funkciók feltárása a teljes légiközlekedési helyváltoztatási folyamatra,
- a szervezettípusok gépi alrendszerének mélyebb elemzése (a felbontási mélység fokozása), további csoportképzések végrehajtása, más szempontok szerinti csoportosítások,
- a technológiai fejlődéssel összhangban a végberendezések típusainak folyamatos bővülésével a módszer felülvizsgálata.

### 2. tézis:

- a modell felbontási mélységének fokozása,
- kapcsolati mátrixok részletesebb kidolgozása: a „hogyan – mikor – milyen” kapcsolat kérdéseire adott válaszok beépítése,
- az ideális mobil alkalmazás funkcióinak folyamatos felülvizsgálata a technológiai fejlődés és az utasigények (elvárások) változásának figyelembevételével.

### 3. tézis:

- az elemzés kiterjesztése az utasmozgási folyamatra,
- a teljes repülőtérén töltött idő előrebecslési módszerének kidolgozása,
- az adatbázis elemző módszer esetén több csoportképző szempont felvétele az utasfelvételi idő pontosítása céljából,
- egyéb módszerek kidolgozása az utasfelvétel idejének előrebecslésére, a módszerek összehasonlítása, az előrebecslés finomítása a módszerek ötvözésével.

### 4. tézis:

- a funkció értékelő számok finomítása: a technológiai újítások bevonása a módszerbe,
- a korrekciós értékek listájának bővítése,
- súlyszámok más módszerek szerinti meghatározása,
- az értékelő módszer alkalmazása több repülőtérre; majd a tapasztalatok / visszacsatolások beépítése a módszerbe.

### 5. tézis:

- a repülőtéri átalakulás szakaszainak finomítása, az egyes szakaszok közötti átmenet pontosabb meghatározása (pl.: „smartness” indexhez való társítása),
- az emberi képességek jelentőségének és a személyzettípusok feladatainak átalakulásához kvantitatív értékelő módszer kidolgozása.

A tématerület kutatásának nemcsak hazai, de nemzetközi vonatkozásban is kiemelt jelentősége van. A kutatás folytatásával az eredmények hasznosíthatósága is bővül: beépíthetők a légiközlekedési ipar termékeibe (pl. mobil alkalmazások), valamint a repülőtéri üzemeltetők ezek alapján alakíthatják ki fejlesztési stratégiáikat. Így gyorsabban reagálnak a technológiai újításokra, felkészülnek az utasok igényeinek változására. A kutatási területen számos nyitott és folyamatosan változó kérdések állnak előttünk. A terület nemcsak ipari, de tudományos kutatási téren is hatalmas potenciállal rendelkezik. Emiatt is fontos, hogy a magyar vonatkozású légiközlekedési kutatásokat minél intenzívebben bekapcsoljuk a nemzetközi vérkeringésbe.

## A tézisekhez kapcsolódó saját publikációk

### Folyóiratcikkek:

- [1] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Analysis of Delay Causes in Railway Passenger Transportation, **Periodica Polytechnica: Transportation Engineering** 43:(2) pp. 73-80. (2015)  
DOI: <https://doi.org/10.3311/PPtr.7539>.
- [2] Nagy Enikő, Karádi Dániel, Csiszár Csaba: Integrált légi utasinformációs alkalmazás mobil eszközön I. (A kutatás módszere), **Közlekedéstudományi Szemle** pp. 26-34. (2015) VI.
- [3] Nagy Enikő, Karádi Dániel, Csiszár Csaba: Integrált légi utasinformációs alkalmazás mobil eszközön II. (A kutatás eredményei) **Közlekedéstudományi Szemle** pp. 4-10. (2016) I.
- [4] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Airport Smartness Index – evaluation method of airport information services, **Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft Ausgabe** 4/2016, pp.25-30.
- [5] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Revealing influencing factors of check-in time in air transportation, **Acta Polytechnica Hungarica**, 2017 (elfogadott)
- [6] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Model of An Integrated Air Passenger Information System and Its Adaptation to Budapest Airport, **Journal of Air Transport Management**, 18 July 2017 (online), DOI: 10.1016/j.jairtraman.2017.06.022

### Konferenci cikkek:

- [7] Nagy Enikő, Esztergár-Kiss Domokos, Csiszár Csaba: Késési okok vizsgálata a vasúti személyszállításban, **Innováció és fenntartható felszíni közlekedés (IFFK-2013)**. Budapest, Magyarország, 2013.08.28-2013.08.30. pp. 96-102.  
ISBN: 978-963-88875-3-5
- [8] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Integrált légi utasinformációs rendszer elemzési-modellezési módszere és annak adaptációja, **Közlekedéstudományi Konferencia**, Győr, Magyarország, 2015. pp.100-112.  
ISBN:978-615-5298-54-7
- [9] Nagy Enikő, Karádi Dániel, Csiszár Csaba: Integrated Information Application on Mobile Devices for Air Passengers, **Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)**, Budapest, Magyarország, 2015. június 3-5., pp. 304-311. DOI: 10.1109/MTITS.2015.7223272  
ISBN: 978-9-6331-3140-4; 978-963-313-142-8
- [10] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Airport Smartness Index – repülőterek értékelése információs szempontból, **Közlekedéstudományi Konferencia**, Győr, Magyarország, 2016. pp. 328-341  
ISBN: 978-615-5298-82-0
- [11] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Autonóm repülőterek folyamatszervezési módszerei, **Innováció és fenntartható felszíni közlekedés Konferencia (IFFK 2016)**. Budapest, Magyarország, 2016.08.29-2016.08.31, Paper 29, pp.142-147. ISBN: 978-963-88875-3-5

### Konferencia előadások:

- [12] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Integrált légi utasinformációs rendszer elemzési-modellezési módszere és annak adaptációja, **Repülési informatika története** konferencia, Budapest, Magyarország, 2015. november 24.
- [13] Nagy Enikő, Csiszár Csaba: Model of Integrated Air Passenger Information System and its Adaptation to Budapest Airport, **Air Transport Research Society Conference**, Singapore, 2015