

Repülésbiztonság növelésének kutatása

Meyer Dóra*, Mudra István **

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés-és Járműirányítási Tanszék Budapest, Stoczek J. u. 2., Magyarország, H-1111 (meyer.dora@mail.bme.hu).*

***Nemzeti Közlekedési Hatóság, Légügyi Hivatal, Vecsés, Lincoln út 1, Magyarország, H-2220 (Mudra.Istvan@nkh.gov.hu)*

Abstrakt: A cikk a repülésbiztonság növelésének kutatását a polgári célú légitársaságokra vonatkoztatva, azon belül is a futópályára és annak környezetére illesztve keres új megoldásokat. Bemutatja a futópálya aktuál-biztonsági szintjének meghatározására tervezett veszély- és kockázatelemzés alapú integrált eljárás-befolyásoló rendszer-konceptiót, valamint az airside, pre-take-off objektum- és folyamatcsoport biztonságintegritását elősegítő fault-tolerant control alapú, repülésbiztonsági szint bázisú önszabályozó pre-online rendszerkonceptiót. Ismerteti továbbá azt a biztonsági ellenőrzési és validálási hatásvizsgálati eszközcsoportot, amely mindezek átvizsgálását segíti elő.

1. BEVEZETÉS, PROBLÉMAFELVETÉS

A polgári légitársaságok összetett, nagybonyolultságú biztonságkritikus rendszer. Biztonsági (aviation safety), biztonságigazolási szempontból hibridnek tekinthető, hiszen szabály alapú biztonságigazolást és valószínűségi alapú biztonságigazolási rendszerek sokaságát tartalmazza a nagybiztonságú rendszerektől elvárt legmagasabb kritériumokat is teljesítve. A légitársaságok, mint nagybiztonságú rendszer, önmaga is olyan nagybiztonságú alrendszerek összességéből áll, mint a légiforgalmi irányítás rendszere, a légitársaság, valamint repülőter.

A repülésbiztonsági megfelelés biztosításának vonatkozásában világviszonylatban az ICAO (International Civil Aviation Organization, Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet) által megadott ajánlások, európai szinten az EUROCONTROL által kiadott ESSAR-ok (Eurocontrol Safety Regulatory Requirement), nemzeti szabályozási szinten pedig a hatályos nemzeti jogszabályok irányadóak. Fontos megjegyezni, hogy 2013. novembere óta az Annex 19 megjelentetésével a repülésbiztonság-szabályozás a szabványok (tehát állami, teljesítendő kötelezettség) szintjére is emelkedett. Ez tehát új típusú adminisztratív és rendszer-szemléletű megközelítést igényel az államtól és szereplőitől (pl. a hatóságok és a szolgáltatók részéről).

A polgári légitársaságok repülésbiztonsága, annak elméleti háttere az 1950-es évektől kezdve napjainkig rendkívüli mértékű fejlődést mutat. Az ICAO a hatályos Biztonságmenedzsment Kézikönyvében (SMM, Safety Management Manual) alátámasztja, hogy a kezdetekben reaktív biztonságigazolási filozófiát felváltó proaktív elméletet napjainkban a prediktív megközelítésnek kell követnie. Hangsúlyozza, hogy amíg az 1950-es években a biztonságigazolási kultúra a technikai elemek vizsgálatára szorítkozott, addig az 1970-es években az emberi tényezőt is magában foglaló biztonságigazolási rendszerek születtek,

napjainkban pedig a szervezeti szintű, folyamatorientált, prediktív kezelés válik szükségessé. (ICAO (2013))

A polgári légitársaságokban, a légitársaság repülési szakaszai közül a futópálya és környezetének eseményei kiemelkedően kritikusak. A futópálya és környezete tehát kiemelten fontos területét kell, hogy képezze a repülésbiztonsági fejlesztéseknek. (Mudra, 2008), (Mudra, 2009), (Meyer D. and Tarnai G., 2010)

A kritikus rendszerek üzembe helyezése – így a légitársaságok rendszereké is – hatósági engedélyezési eljárásához kötött. Az engedélyezési eljárás számára, a rendszer biztonsági megítéléséhez a gyártó vagy az üzemeltető biztonságigazolást kell, hogy készítsen, be kell, hogy mutassa az alkalmazott (kockázat)becslési és fejlesztési technikákat, minden, a biztonságot befolyásoló szempontot és azok kezelését, beleértve a biztonságos üzemvitelre vonatkozó előírásokat is. (Tarnai, 2009a)

A biztonságigazolási érvelési rendszere inkább mérnöki megítélésen, mintsem szigorú formális logikán alapul, általában valószínűségi alapú kockázatbecsléssel támogatva. A biztonságigazolás azt dokumentálja, hogy a rendszerrel kapcsolatos kockázatokat gondosan figyelembe vették, és megfelelő intézkedéseket tettek e kockázatok kezelésére. (Tarnai, 2009a)

A légitársaságokban jelenleg alkalmazott biztonságigazolási eljárások alapvető jellemzője, hogy feladatkör- vagy objektumorientáltak. A biztonságigazolási eljárások célobjektumai és a vonatkozó feladatkörök, valamint azok végrehajtói: a légitársaság és személyzete, a repülőter és személyzete és a légiforgalmi irányítás és személyzete; mindhárom egység önálló, egymástól független, kiváló biztonságigazolási rendszerrel működik. Ennek megfelelően a veszély-és kockázatelemzéssel vizsgált területek is az adott feladatkörhöz, vagy objektumhoz köthetők.

Egy, a futópálya balesetek megelőzésére felépített repülésbiztonsági modell adaptálásával a kutatás olyan

megoldást keres, amely a kockázati értékek pre-online megbecsülésével, eljárás-befolyásolással avatkozik be úgy, hogy a repülésbiztonsági szint biztosítása mellett, a túlméretezéseket kikerülve a repülésbiztonsági szintet a megkívánt ALARP(As Low As Reasonably Practicable, olyan alacsony, amely ésszerűen megvalósítható) tartományban permanensen fenntartja.

Kutatásaink célja annak bemutatása és igazolása, hogy

1. az **egész rendszerre kiterjesztett mennyiségi veszély- és kockázatelemzés** elidegeníthetetlen részét kell, hogy képezze a biztonságosan működő rendszernek a polgári célú légitömegszállítás felszállást megelőző fázisaiban, az airside, pre-take-off objektum- és folyamatcsoport vonatkozásában
2. a mennyiségi veszély- és kockázatelemzést jelen rendszerre vonatkozóan több aspektus alapján is új irányelvekkel és megközelítéssel szükséges elvégezni, az új irányelvekkel leírt és megvalósított megközelítés egyértelműen elősegíti a polgári célú légitömegszállítás biztonságigazolási rendszerének fejlesztését
3. az új megközelítés igazolhatóságához egy több szinten **integrált, komplex rendszerstruktúra** felállítása szükséges
4. az identifikált integrált rendszer vizsgálatához a rendszer **formalizálása** elengedhetetlen, ami magában foglalja a vizsgált rendszer megbízhatósági modelljének felállítását
5. a formalizált, logikai operátorokkal leírt rendszer vizsgálatával a futópálya **aktuál-repülésbiztonsági szintje** meghatározható és
6. a futópálya repülésbiztonsági szintjének érzékenységvizsgálatával igazolható, hogy mindennek elvégzése indokolt és szükséges
7. az integrált, komplex rendszerstruktúra elidegeníthetetlen részét képezi az u.n. **járatkomplexitási mutató** felvételével realizált járat-specifikus megközelítés
8. a repülésbiztonság **ALARP** sávban tartásának és a prediktivitás teljesülésének feltétele a rendszer pre-online értékelése
9. a repülésbiztonság (**Prediktív**)**ALARP** sávban tartásához az eljárások prompt befolyásolására, valamint az újraértékelés elvégzésére szükség van
10. a **repülésbiztonsági szint alapú eljárás-befolyásoló rendszerrel** a megfelelő repülésbiztonsági értékek megléte minden időpillanatban igazolható
11. a repülésbiztonsági szint alapú eljárás-befolyásoló rendszer illeszthető a jelenlegi rendszerstruktúrába
12. a repülésbiztonsági szint alapú eljárás-befolyásoló rendszer megfelel a hatályos nemzetközi és hazai jogszabályi környezetben foglalt előírásoknak és ajánlásoknak.

2. RENDSZERFELMÉRÉS

A rendszerfelmérés során a kutatás a vizsgált rendszer aktuálisnak vehető állapotát tanulmányozza, ahol a rendszerismereti anyag bázisát mindazon ajánlott szabványok és gyakorlatok képezik, amelyek a nemzetközi szerződésekből foglaltak szerint, a közösségi (Európai Unió) egyezmények alapján, valamint a nemzeti, tagállami szabályozási környezet szerint mérvadónak tekinthetők. A futópálya biztonságára vonatkozóan a jelenlegi biztonságigazolási rendszer alapjai az ICAO vonatkozó dokumentumaiban találhatóak meg, amelyekből elsősorban a következőket tekinthetjük mérvadónak: Annex 1, 6, 8, 11, 13, 14, ICAO Safety Management Manual Doc 9859 3rd edition, valamint az ESSAR 2, 4.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a kockázati besorolás megállapítása a repülésbiztonsági audit eseményéhez köthető, ami által a jelenlegi biztonságigazolási rendszer statikus tulajdonságú és prompt aktuál-biztonsági értéket nem közöl.

Kijelenthető továbbá, hogy az objektív kockázati szint, a baleset bekövetkezésének számszerűsített értékének meghatározása kérdéses, hiszen a polgári légitömegszállítást, mint nagybiztonságú rendszert diverz biztonságigazolással működő alrendszerek építik fel, amelyek esetében a szabály alapú biztonságigazolás és a valószínűségi alapú biztonságigazolás szépen strukturált bár, ám a légitömegszállítási cselekmény biztonságintegritása minden időpillanatra vonatkozóan valószínűségi értékekkel nem igazolható.

3. INTEGRÁLT, KOMPLEX REPÜLSÉSBIZTONSÁGI SPEKTRUM DEFINIÁLÁSA

Az új határokkal értelmezett, integrált, dinamikus, járatszintű repülésbiztonság-igazolási rendszer kiépítésének első lépéseként a kutatásban a biztonságkritikus cselekményt alkotó objektumok, folyamatok integrációjára kerül sor, amelynek az airside fizikai objektumai, valamint a pre-take-off járatelőkészítési cselekményhalmaz és a mindezen műveletekben résztvevő humán beavatkozás értendő.

Az α_n folyamat alapú modell horizontális rendszerfelosztással értelmezett szintjei jelölésükkel sorrendben a következők:

α_1 : Forgalmi előtér (APR, apron)

α_2 : Áttérés a forgalmi előtérről a gurulóútra (APR – TWY,)

α_3 : TWY

α_4 : Áttérés a gurulóútról a futópályára (TWY – RWY,)

α_5 : RWY

Az α_2 és α_4 -es fizikai szempontból hibridnek tekinthető szint megkülönböztetését a rendszerben zajló dinamikus folyamatok jellege indokolja.

Az α_n és β_n rendszer megbízhatósági szempontból soros és párhuzamos egységek együtteséből áll, amely összefüggések és egységek pontos lefektetése a részletes rendszervizsgálatot követően lehetséges.

A β_n rendszer elemei a következők:

β_1 : Légitforgalmi irányítás (ATC)

β_2 : Légijármű és személyzete (A/C)

β_3 : Egyéb, a járatkiszolgálásban résztvevő szolgálatok (AD)

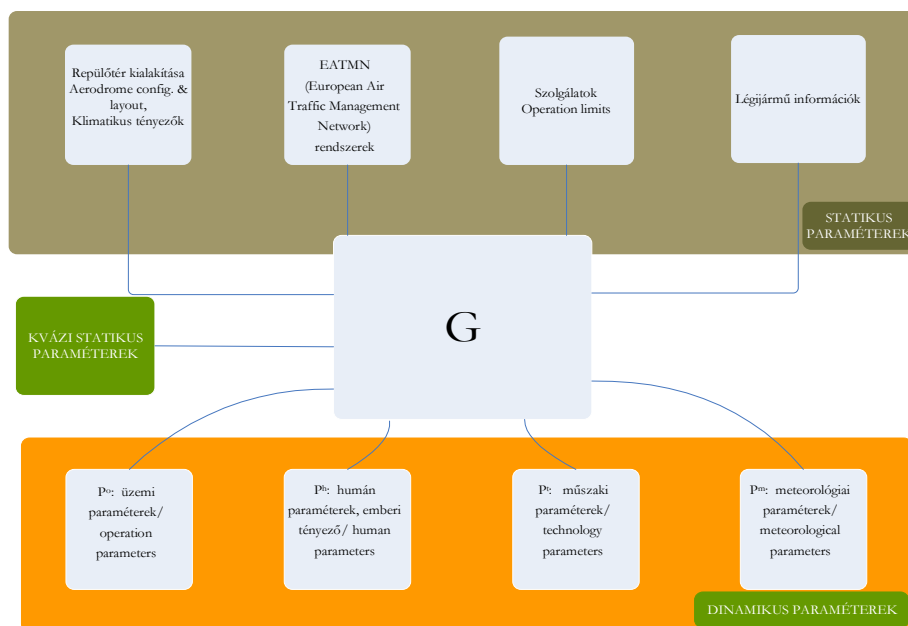
Az integrált, komplex modell képzése során a légiközlekedési rendszer megbízhatósági modellje, a légitforgalmi irányítási, a repülőtér és a légijármű, mint rendszer modellbe képzése hatályos nemzeti szabályozásban fellelhető rendszerelemek figyelembe vételével történik. A rendszermodell komplexitását az adja, hogy figyelembe veszi az aktuális terhelési paramétercsoportokat is.

Egy-egy járat veszély- és kockázatbesorolási szempontból más elbírálás alá kell, hogy kerüljön, ha például a meteorológiai körülmények nehézkessé teszik a kiszolgálási, illetve földi mozgások folyamatainak kivitelezését, veszélyes, illetve bármely más szempontból speciális árut szállít, ha a hajózó személyzet, vagy az illetékes repülésirányítást végző személyzet a szolgálati idejének vége felé jár, hiszen megnő a földi kiszolgálás során keletkező potenciális baleset valószínűsége. Látens esetben (feltáratlan hibával induló légijármű) a fenti, ad hoc jelleggel felsorakoztatott szempontok a repülőesemény lehetőségét jóval nagyobb mértékben hordozza

Befolyásoló tényezők például:

- légijármű típusa, állapota (például, hogy mikor végezték el rajta utoljára a szükséges műszaki ellenőrzéseket, ami a repült órák szerint mérvadó),
- a szállított áru minőségi és mennyiségi jellemzői,
- a légijármű parancsnok és az elsőtiszt repült óráinak száma összesen és az adott napra vonatkozóan
- az állóhely sajátosságai,
- a repülőtér sajátosságai, beleértve a műszaki korlátozásokat, meteorológiai körülményeket,
- milyen időszakban történik a repülés (éves és napi bentásban egyaránt releváns körülmény, a forgalmi hullám mely szakaszára tehető a járat), milyen az aktuális forgalom a repülőtéren,
- gyorsan-forduló járat, vagy bő felkészülési idő áll rendelkezésre.
- a légitforgalmi irányítás terheltségi szintje, a TMA terheltségének komplexitása
- az OCC terheltségének komplexitása

Minden járat esetében tehát repülésbiztonsági szempontból definiált **járat-specifikus, járatkomplexitási** vizsgálat indokolt.



1. ábra: az integrált komplex rendszer paramétercsoportjai

4. A FUTÓPÁLYA AKTUÁL-REPÜLSÉBIZTONSÁGI SZINTJÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA ÉS OPTIMALIZÁLÁSÁRA TERVEZETT VESZÉLY- ÉS KOCKÁZATELEMZÉS ALAPÚ ELJÁRÁS-BEFOLYÁSOLÓ RENDSZER ELŐKÉSZÍTÉSE

A hibafa elemzésének céljai:

1. Valószínűségi alapú, extrapolációs elemzés a csúcsesemény bekövetkezésének hipotetikus számszerűsítésére
2. A csúcsesemény bekövetkezésében közrejátszó eseménykombinációk megtalálása - minimális vágatok elemzése
3. A csúcsesemény valószínűségének függése az egyes elemi események értékeinek változásától - fontossági és érzékenység vizsgálat, valamint mindezek alapján
4. következtetések levonása, amely eredményeket az integrált, járatszintű, dinamikus modell elkészítésénél bemenő információként szolgál. (Szabó, 2008)

A csúcseseményből kiinduló deduktív elemzés során a hibakok megkeresésében, a hatásmechanizmusok lefektetésében és értékelésében, egyaránt döntő szerepet játszik a vonatkozó és rendelkezésre álló historikus, illetve statisztikai adatok feldolgozása, a hatályos előírások feltételezett betartásán alapuló következtetések, mindamelllett, hogy a hibafa végleges struktúrájának felállítását megelőzően a munka során az érintett szakmák képviselőivel való konzultáció nyomán, hibamód- és hatáselemzés jellegű eljárással jutott el a kutatás. Így az aktuális gyakorlati információk is szerepelnek a munkában.

A három alap hibatípus:

- emberi hibák,
- rendszerelemek hibái
- környezeti befolyásoló tényezők, beleértve a fizikai kondíciókat, meteorológiai hatásokat is, valamint az információs csatornák hibái

A hibafa az integrált, járat-specifikus rendszerre vonatkoztatott **csúcsesemény**ből: „*Baleset a futópályaművelet során*” kiindulva **négy fő köztes eseményen**:

- „légijármű és forgalmi kiszolgáló eszköz konfliktus”,
- „két légijármű konfliktusa”,
- „légijármű konfliktusa tereptárggyal, túlfutás”,
- „légijármű konfliktusa élőlényel”

és számos további köztes eseményen át vezet az elemi eseményekig.

A numerikus eredmények (csúcsesemény hipotetikus valószínűsége: $Q = 1,764E-09$) és a logikai elemzések alapján kijelenthető, hogy a futópályas és környezetének kalkulált biztonsági szintje az ismert paraméterekkel felépített hibafa alapján a nagybiztonságú rendszerek

osztályozásának megfelelő kategóriákhoz illesztve a **legmagasabb biztonságintegritási osztályba sorolható**.

A rendszer csak másod-, illetve magasabb rendű minimális vágatokból áll. Kijelenthető tehát, hogy az egyszeres hibatűrés mindenképpen teljesül, tehát egy, a rendszerben fellépő meghibásodás nem vezethet a csúcsesemény bekövetkezéséhez.

Az elemi események és azok paramétereinek fontossági elemzése alapján megállapítható, hogy a futópályas-baleset bekövetkezési valószínűségét befolyásoló tényezők közül az **emberi hibás cselekvés abszolút szignifikáns**.

Az elemi események fontossági elemzése és a minimális vágatok kiértékelése alapján továbbá látható, hogy az emberi cselekvések közül kiemelkedő a légijármű parancsnok hibarelevanciája. Az elsőtiszt, ramp officer (járatkiszolgálási felügyelő) és a forgalmi kiszolgáló eszközök vezetőinek hibajelentősége megközelíti a légijármű parancsnokának hibarelevanciáját.

Alsóbbrendűek, de továbbra is kiemelt jelentőségűek a repülőtér folyamataiban azok a hibák, ahol az emberi cselekvés tetten érhető. Ez utóbbi eredmények alapján kijelenthető, hogy az indirekt vagy látens hibák különösen kiemelt jelentőségűek.

További eredmények értelmében kijelenthető, hogy légiforgalmi irányítás emberi hibájának befolyását megelőzi a **légiforgalmi irányítás döntését segítő eszközök** meghibásodása: többek mellett A-SMGCS hiba, MATIAS rendszerhiba.

A **repülőtéri infrastruktúra** meghibásodásának jelentősége – mint például a PAPI meghibásodása – szintén domináns.

A futópályas-baleset valószínűségét befolyásoló tényezők közül az emberi döntést segítő eszközök – beleértve a repülőtér infrastruktúráját és annak állapotát is – szignifikáns.

A futópályas-baleset bekövetkezési valószínűségét befolyásoló tényezők alapján a légijármű meghibásodása kisebb jelentőségű, mint a légijármű vezetőinek vagy a légiforgalmi irányításnak döntését segítő eszközök meghibásodása.

A vizsgálatok következő szintje a hibafa szcenárió analízise volt.

A hibafa szcenárió analízisét a következő szcenáriócsoportokra végeztük el:

- Műszaki karakterisztikai változtatások
- Járatkarakterisztikai változások
- Meteorológiai jellemzők változásai
- Operatív változtatások.

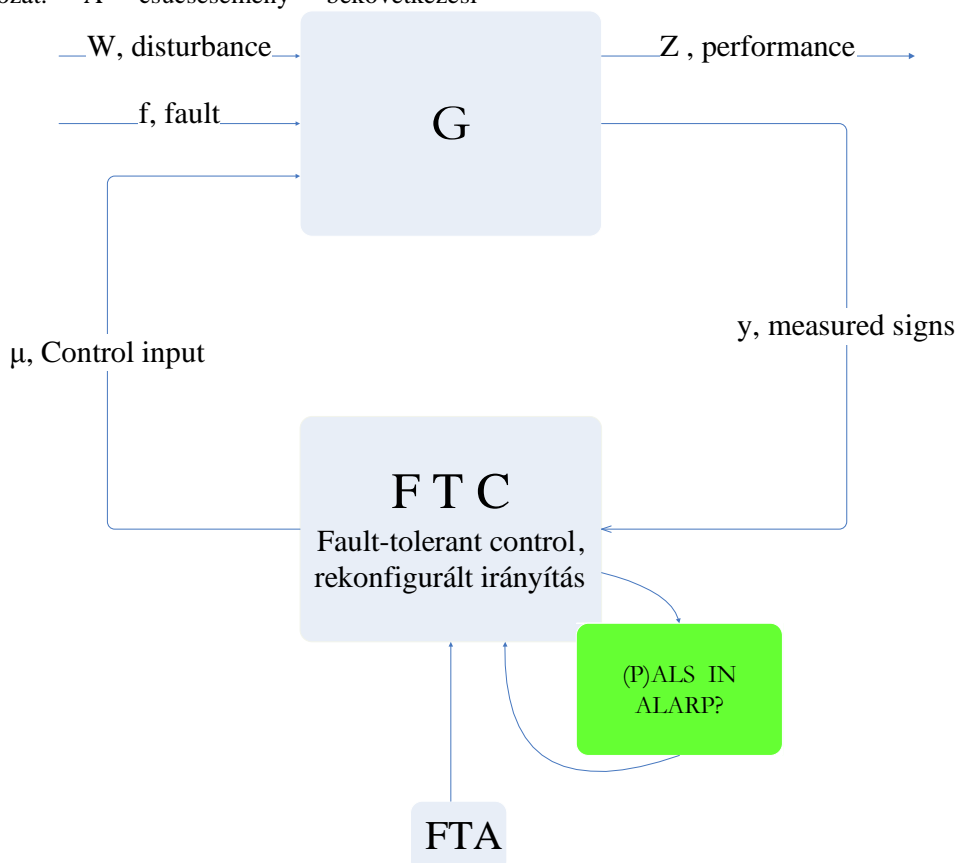
Az egyes szcenáriók analízisének kiértékelésével látható, hogy a hibafa már egy-egy elemi esemény bekövetkezési valószínűségének növelése esetén rendszerszintű deformitást szenved, hiszen a minimális vágatok elemi eseménykombinációinak láncolatában fellelhető elemkészlet eltér az alap hibafa elemzésekor felállított eseménykombinációk elemkészletétől. Mindemelllett

kijelenthető, hogy a szcenárió analízis során kapott minimális vágatok elemkészletében az alap hibafa elemi eseményei rendre megjelennek, ami a domináns elemi események jelentőségét tovább erősíti. Látható ugyanakkor a domináns elemi események státusz-egzisztenciájának esetérzékenysége, ami alapján belátható az analízis létjogosultsága bármely karakterisztikai változtatás esetén.

5. FAULT-TOLERANT CONTROL ALAPÚ, REPÜLSÉSBIZTONSÁGI SZINT BÁZISÚ PRE-ONLINE RENDSZERKONCEPCIÓ

Az integrált rendszer – megbízhatósági szempontból – az egyes szintek alegységei közötti átfedések okán számos esetben komplementer információhordozást eredményeznek, mintegy diverz kialakítással adott strukturális redundanciaként értelmezhetők, növelve így pl. a közös módusú hibák feltárásának valószínűségét. Az egyes rendszerelemek aktív redundanciákként idomulhatnak egymáshoz, így erősítve vagy gyengítve az adott helyzetben működő összehasonlító számára küldött jeleket, amié, illetve akié – ha emberi döntésről van szó – a végső határozat. A csúcsesemény bekövetkezési

valószínűsége az egyes elemek rendelkezésre állásától, megbízhatóságától, azok soros, párhuzamos, vagy vegyes működésétől is függ. A teljes modellben (2. ábra) látható, hogy abnormális üzem esetén az abnormalitások (hiba vagy zavarás) figyelembe vétele is megtörténik. A hibák két fajtája a percpionáls hibák (észlelhető és érzékelhető hibák), valamint a mért hibák. Mindezekre példa a 1. táblázatban látható. Ezek például olyan fizikai kondíciók megváltozásai, mint egy lezárt gurulót, vagy bármely más zavaró tényező. A modell akkor engedélyezi adott fázisban a légiközlekedési cselekmény lefolytatását, ha a rendszer aktuális biztonsági szintje az ALARP sávban mozog, egy előre definiált időablakot, illetve cselekményhalmazt figyelembe véve, ciklikus újraértékelést végezve. Az ALARP sávon kívül eső területek vonatkozásában az előre láthatóan kiugró érték irányultságától függően vagy a folyamatban érintett rendszerszegmens megbízhatóságának enyhítését, vagy annak megszigorítását irányozza elő. Annak teljesülése esetén (legkésőbb) újraértékelést végez.



2. ábra: A veszély- és kockázatelemzés alapú pre-online eljárás-befolyásoló rendszer alapkonceptiója

1. Táblázat: Példák az FTC jelcsoportokra

JELCSOPORTOK				
rendellenességek disturbances (w) (circumstances+latent conditions, körülmények, látens feltételek)	meghibásodás, hiba fault (f),	kontrol bemenet control input (μ)	teljesítmény performance (z)	mért jelek, measured signs (y)
Veszélyes áru szállításával kapcsolatos speciális beavatkozás szükségessége	Fedélzeti rádiókommunikációs egység meghibásodása	Figyelmeztető jelzés a légiforgalmi irányítás felé a hibás kommunikációról	Utasítás adott gyorsleguruló út használatára	Rádióforgalom
A légi jármű mozgását illető kitérítő vagy javító cselekvés, manőver földi forgalmi konfliktushelyzet miatt	Földi (légiforgalmi irányítói) rádiókommunikációs egység meghibásodása	Cargo személyzetszám növelése	RWY megállító keresztfénysorok üzemeltetése	Futópálya állapotparaméterei - szennyezettség
Törölt felszállási engedély	A légi járművezető hibája a pontos utasítás/engedély visszaolvasásakor	Rendőrségi riasztás	RWY védelmi fények üzemeltetése	Futópálya állapotparaméterei - súrlódási tényező -
Megszakított felszállás	A gépjárművezető hibája a pontos utasítás/engedély visszaolvasásakor	Légi jármű parancsnokának riasztása	Gurítóradar (SMR, Surface Movement Radar) működtetése	Futópálya állapotparaméterei - hőfok -
Végrehajtott áttartolás	Blokkolt, vagy részben blokkolt rádióforgalmazás	Gurítóirányítás riasztása	Kapacitáscsökken tő intézkedések életbe léptetése	Pályamenti látástávolság
Alkalmazott kemény fékezés	A légi járművezető vagy a gépjárművezető egy másik légi jármű vagy jármű helyett fogad el egy engedélyt	Marsaller visszahívása	Kapacitásnövelő intézkedések életbe léptetése	Optikai navigációs berendezések
Kifarolás	A légiforgalmi irányító az adott pillanatban megfelelkezik a futópálya lezárt állapotáról	Elkülönítési minimum csökkentése	Végső egyenes hosszának növelése	Jelzések és jelölések
Nehéz áru nem megfelelő rögzítéséből adódó abnormalitás	A légiforgalmi irányító az adott pillanatban megfelelkezik a légi járműről	Elkülönítési minimum növelése	Végső egyenes hosszának csökkentése	Felhőalap
Fedélzeti konfliktus	A légiforgalmi irányító az adott pillanatban megfelelkezik a futópályán tartózkodó gépjárműről	Tűzoltó szolgálat riasztása	Áttartolási utasítás	ILS kritikus érzékenységi terület védeltsége

ÖSSZEFOGLALÁS, KITEKINTÉS

FORRÁSJEGYZÉK

A kutatás a polgári célú légitársaságok futópálya-biztonságát elősegítendő, annak teljeskörű, integrált, prediktív, pre-online, járat-specifikus veszély- és kockázatelemzésében kíván lépéseket tenni. Ennek oka, hogy ez az a folyamatcsoport, amely légitársasági fázisseregben statisztikai mutatószámok alapján jelentős a légitársasági esemény bekövetkezési valószínűsége, valamint a későbbi fázisokra való kihatás valószínűsége inaktív vagy látens hiba okán.

A kutatás célja tehát a futópálya-cselekményben érintett airside, pre-take-off folyamatcsoport teljes horizontális és vertikális integrációja. Ennek eszköze a hibafa analízissel kombinált veszély- és kockázatelemzés alapú eljárás-befolyásoló rendszer kialakítása, a veszély- és kockázatelemzés alapú rekonfigurált irányítás megvalósítása.

A megoldások alapja, hogy a kritikus eseményvalószínűségű közlekedésirányítási folyamat matematikailag formalizáltabbban, valamint valószínűségi értékek alkalmazásával lényegesen jobban kezelhető optimalizálható és igazolható, hiszen a különböző előírt biztonsági kritériumok is valószínűségi értékekkel definiált tartományok. A formalizálás egyik alapja a megfelelően strukturált modellezés. A tudományos munkában bemutatott eljárás-koncepció, és az ahhoz kapcsolódó gyakorlati rendszerelméleti modell-alkalmazás dinamikus, prediktív, pre-online és járatszintű tulajdonságú. Folyamatosan előrevetíti, kiszűri és megadja a járatelőkészítés során fellépő kritikus pontokat, valamint ajánlásokat tesz azok megelőzésére, elhárítására, amellyel a megfelelő biztonsági szint monitorozására, naplózására egyben permanens fenntartására nyílik lehetőség.

A működő rendszer biztonságigazolásához az EUROCONTROL SRC (Safety Regulation Commission Biztonsági Szabályozási Bizottság) által kiadott eljárás nyújthat segítséget.

Az eljárás (safety scanning), valamint annak eszköze: SST (Safety Scanning Tool), SMRT (Safety Method Review Tool, biztonsági áttekintő módszer eszköze) biztonsági ellenőrzési és validálási eszközként hivatott szolgálni azokban az esetekben, amikor a légitársasági rendszerében, mint biztonságkritikus rendszer egészében, vagy annak alrendszerében változás következik be a rendszer életciklusának bármely szakaszában. (Meyer, 2013)

EUROCONTROL (2011a): *EUROCONTROL SRC DOC46 Annex A Safety Fundamentals for Safety Scanning*.
www.eurocontrol.int/src/public/standard_page/SRCPublications

EUROCONTROL (2011b): *EUROCONTROL SRC DOC46 Annex B Guidance for Moderating a Safety Scanning Event*
www.eurocontrol.int/src/public/standard_page/SRCPublications

ICAO (2013): *ICAO Doc 9859, Safety Management Manual (SMM), Third edition, 2013*
www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf

EUROCONTROL (2011c): *GUIDANCE FOR SAFETY SCANNING*
www.eurocontrol.int/src/public/standard_page/SRCPublications

Meyer D. and Tarnai G. (2010): *Integrált, prediktív, pre-online futópálya-biztonsági modell alapjai - FTA szcenárió-analízis*, Magyar Repüléstudományi Napok Konferencia, Budapest, 2010. ISBN 978-963-313-032-2

Meyer D. (2013): *Repülésbiztonsági megfelelés biztosítása Innováció és fenntartható felszíni közlekedés IFFK KONFERENCIA*, Budapest, 2013

Mudra I. (2008): *Safety Management System Budapest-Ferihegy Repülőtéren Közlekedésbiztonsági szakmai nap Siófok*, 2008.

Mudra I. (2009): *Futópálya-biztonság — Runway safety*, HungaroControl Budapest, 2009.

Szabó G. (2008): *Nagy megbízhatóságú elektronikus közlekedési alrendszerek RAMS paramétereinek kezelése*, Ph.D Értekezés 2008.

Tarnai G. (2009): *Közlekedési automatika előadási vázlat*; www.kjit.bme.hu