

Integrált, dinamikus, járatspecifikus veszély- és kockázatelemzés koncepciója a polgári légiközlekedésben

Meyer D.*, Tarnai G.**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésautomatikai Tanszék Budapest, Bertalan Lajos u. 2., Magyarország, H-1111 (Tel.: +36-1-463-10-44, meyer.dora@mail.bme.hu)

** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésautomatikai Tanszék Budapest, Bertalan Lajos u. 2., Magyarország, H-1111 (Tel.: +36-1-463-10-13, tarnai.geza@mail.bme.hu)

Absztrakt: Jelen cikk a polgári légiközlekedés biztonságigazolásán belül a légi jármű felszállásával bezárólag értelmezett airtside vonatkozású tevékenységek veszély- és kockázatelemzésével, és annak egy lehetséges fejlesztési irányával foglalkozik. Arra mutat rá, hogy bár a jelenleg alkalmazott veszély- és kockázatelemzési eljárásokkal igazolt rendszerek maradéktalanul teljesítik az előírt biztonsági szinteket, a jövőben egy új határokkal és eszközökkel értelmezett, integrált, járatközpontú, dinamizált és formalizáltabb veszély- és kockázatelemzési rendszer alkalmazása indokolt.

1. BEVEZETŐ

A polgári légiközlekedés mint nagybiztonságú rendszer olyan nagybonyolultságú biztonságkritikus rendszer, amely különösen nagy elem- és összefüggésszámmal rendelkezik. A rendszerrel kapcsolatos emberi és gépi beavatkozások sokasága a döntési láncolatok végső beavatkozási pontjaival bezárólag végigkíséri a folyamatokat. Jelen tárgyalásban a repülésbiztonságról (aviation safety) értekezünk, a jogellenes beavatkozás, támadás elleni védelem (security) nem témája a kutatásnak.

A legújabb légiközlekedési forgalmi statisztikákon alapuló közép- és hosszútávú prognózisok szerint, bár nem az előző években jóslott ütemben, de az elkövetkező évekre is Európa szerte jellemző lesz a forgalmi értékek monoton növekvő jellege [EUC]. Ezáltal a biztonsági felelősségű rendszerek fejlesztésének igénye is – többek között – előtérbe kerül, ami a biztonságigazolással összefüggő feladatok számának növekedésével jár [EUC09, SES]. Több légi jármű és egyéb kiszolgáló jármű vonatkozásában, nagyobb terheléssel a forgalmi helyzet, illetve az előkészítés fázisainak bármelyikét illetően a téves megítélés, vagy hibás műszaki beavatkozás jóval nagyobb mértékben valószínű lehet, ami potenciális látens vagy direkt hibaok, vagy hibaforrás. A jelenleg alkalmazásban levő eljárások jellemzője, hogy feladat- vagy objektumorientáltak, amelyek szerint a biztonságigazolás hatókörének fókuszában három fő egység áll: a légi jármű és személyzete, a repülőtér és személyzete és a légiforgalmi irányítás és személyzete; mindhárom egység önálló, egymástól független, kiváló biztonságigazolási rendszerrel [SRG02, SAE94, SRC]. Cikkünkben azonban arra kívánunk rávilágítani, hogy a feladat- és objektumorientált, szervezeti szintű biztonságigazolási eljárások mellett az integrált, folyamatorientált és formalizált, dinamikus beavatkozó megközelítés igénye is erősen indokolt, valamint bemutatunk egy olyan koncepciót, amely a jelenlegi biztonsági stratégiák mellett előremutató jelleggel hoz megoldási javaslatokat.

A polgári légiközlekedés biztonsági vonatkozású területein tapasztalható fejlődésében folytatódó tendencia szerint a globális és komplex, szervezeti szintű folyamattervezés és az uniformizált eszközfelhasználások képezik a kutatás-fejlesztési projektek döntő hányadát. Ilyen komplex eljárás az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség (EASA, European Aviation Safety Agency), az Amerikai Egyesült Államok Szövetségi Repülési Igazgatósága (FAA, Federal Aviation Administration), az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatala (NASA, National Aeronautics and Space Administration) vagy az Európai Szervezet a Légiközlekedés Biztonságáért (EUROCONTROL, European Organisation for the Safety of Air Transport) által támogatott „gate to gate” koncepció, vagy a SESAR kezdeményezés [EUC09, NAT09, SES]. Mindezek azonban nem térnek ki a folyamatok biztonságigazolási kérdéseire.

Ugyanakkor a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO, International Civil Aviation Organization) a 2009. évtől hatályos Biztonságmenedzsment Kézikönyvében (SMM, Safety Management Manual) alátámasztja, hogy a reaktív, majd proaktív biztonsági filozófia-váltást – ebből következően pedig a polgári légiközlekedés biztonságára vonatkozó gyakorlati filozófia-váltást – a prediktív megközelítésnek kell felváltania, és lépéseket tesz a folyamatorientált kezelés kialakítása érdekében [SMM]. Kérdés azonban, hogy ennek megvalósítása milyen eszközökkel történik a jelenben és a tervezett eljárások esetében. Az aktuális stratégia ugyanis bár tartalmaz visszacsatolásokkal működő eljárás javaslatot, de a dinamikus beavatkozó, járatspecifikus, formalizált veszély- és kockázatelemzési modul irányába nem fejleszti a rendszert, ami pedig a számszerű szintre leképezett biztonságigazolás elengedhetetlen kelléke lenne.

Az általunk kidolgozott, és jelen tárgyalásban ismertetett koncepció megbízhatósági szempontból a légiközlekedés cselekményét teljes környezetében és folyamatában egy rendszerben kezeli és tartalmazza a fent említett elemeket.

2. A JELENLEGI RENDSZER

A jelenlegi rendszer alapjai az ICAO vonatkozó dokumentumaiban találhatóak meg, amelyekből elsősorban a következőket tekinthetjük mérvadónak: Annex 1 — Személyi alkalmasság (Personnel Licensing); Annex 6 — A légi jármű üzemeltetése, I. és III. rész, Nemzetközi kereskedelmi légiszállítás – Repülőgépek és Helikopterek (Operation of Aircraft, Part I — International Commercial Air Transport — Aeroplanes and Part III — International Operations — Helicopters). Annex 8 — A légi jármű légi alkalmassága (Airworthiness of Aircraft); Annex 11 — Légiforgalmi szolgálatok (Air Traffic Services) és Annex 14 — Repülőterek: Repülőter tervezés és üzemeltetés (Aerodromes, Volume I — Aerodrome Design and Operation), végül az ICAO Biztonságmenedzsmenttel foglalkozó kézikönyve (ICAO Safety Management Manual (Doc 9859)). [AN106], [AN601], [AN1101], [AN1404], [SMM]. Európai vonatkozásban az Európai Unió szabályozások: 94/56/EC, 2003/42/EC, 2006/2005/EC vannak érvényben. [DEC03], [CD93], [EC05], [MUD08]

A repülőterekre és légiforgalmi irányításra vonatkozó jelenlegi veszély- és kockázatelemzési rendszer az ICAO Biztonságmenedzselési rendszerének (SMS, Safety Management System) részét képezi. Az SMS a polgári légiközlekedésben alkalmazott komplex biztonságsszabályozási –irányítási, ellenőrzési rendszer, amelyet az összes biztonsági kívánalomnak való megfelelés biztosítása, és a biztonsági rendszer adottságainak folyamatos továbbfejlesztése érdekében hoztak létre. Az SMS tehát egy olyan újabb átfogó rendszer a légiközlekedésben, amely a térben vagy feladatkörben távolabb eső légiközlekedési szereplőket egy rendszerben kezeli, így alapjául szolgálhat egyrészt mint közös „nyelv” és eljárásrend akár a kontinensek közötti párbeszédnek, másrészt a repülőterek és légiforgalmi irányítás együttműködésének is. Egy jelenleg is dinamikus fejlődő rendszerről van szó, amely tartalmazza a felső vezetési kötelezettségvállalást, a biztonság alapvető értéként való meghonosítását vállalaton belül, biztonságközpontú stratégia kialakítását, biztonsági információkezelést és biztonsági célok felállítását. Része továbbá a kockázatelemzés és -kezelés, a biztonsági jelentőrendszer létrehozása, a biztonsági revízió és kiértékelés, a baleset és esemény jelentése és vizsgálása, valamint visszatérő tréningek megszervezése; végül pedig a sürgősségi reakció terv és a dokumentáció elkészítése is.

A kockázat-kezelési modult arra tervezték, hogy részletes, lépésről lépésre történő instrukciókat adjon azokhoz a tevékenységekhez, ahol lehetséges a kockázatelemzésen alapuló munkafolyamatok és gyakorlatok bevezetése, valamint a szükségletek, hiányosságok ne felfedetlen területekként bújjanak meg felügyeletmentesen az egyes, potenciálisan veszélyeztető, illetve veszélyeztetett zónákban.

A rendszer tartalmazza a proaktív veszély- és kockázatkezelési egységet, amelyet a veszélyforrások proaktív azonosítása, a kockázatok meghatározása, kiértékelése, a biztonságkritikus folyamatokra méretezett irányítási rendszer

bevezetése céljából hoztak létre, és amelyek következő lépcsőfoka a prediktív megközelítés bevezetése.

A veszély- és kockázatelemzéssel kapcsolatos megkívánt határértékek megfelelnek a biztonságkritikus rendszerek esetében általánosan használatos határértékeknek. [Tar09] A polgári légiközlekedés légi járműveire vonatkozóan a fentiekől eltérő eljárások vannak érvényben, amelyek forrását a 2.3 pont ismerteti.

2.1 Veszély- és kockázatelemzés a polgári légiközlekedés repülőterein

A polgári légiközlekedés repülőterein alkalmazott biztonságigazolási rendszer a repülőter alkalmassági igazolás (Airport Certification) részét, azon belül is más néven a repülőterekre vonatkozó SMS (ASMS, Airport Safety Management System) részét képezi; mindazon forrásokból táplálkozva, amelyeket a 2. fejezet bevezetőjében bemutatunk. [ICA01] Az ASMS-ben megadott kockázatkezelési eljárás a kockázati tényezők azonosításával kezdődik, és az egész vállalatra vonatkoztatva értelmezi a rendszerhatárokat. A rendszerlehatárolási eljárás a vállalatokon belül és vállalatok között is változhat, ezért igen jelentős különbségek adódhatnak. Kérdés, hogy ez a kockázati szint objektív megítélésének igénye mellett elfogadható-e. Ezért több előkészítő tanulmány és azok közlése szükséges a kockázatelemzési eljárás tanúsíthatósága érdekében. A kockázatelemzési eljárások vizsgálják a különböző veszélyeztetések hatásait és megjelenési gyakoriságukat, illetve bekövetkezési valószínűségi értékeiket.

Ahol az audit során nemmegfelelőséget észlelnek, ott a kockázatelemzés újra elvégzésével újra besorolást, illetve az alkalmazott eljárások megváltoztatását, illetve rekonstruálását el kell végezni. Látható tehát, hogy a kockázati besorolás megállapítása az audit eseményéhez köthető, amely által a jelenlegi rendszer statikus tulajdonságú.

Az olyan veszélyforrásokról, amelyek bizonytalan kimenetelű eseményekhez vezethetnek, egy lista kell, hogy készüljön, amely tartalmazza a veszélyes kimeneti eshetőségeket és azok védelmi szükségleteinek felsorolását. A valószínűség becslés értéke az empirikus adatokon alapul, és azon, hogy a vállalat szempontjából milyen jelentőséggel bír. [SMM]

Fentiek alapján látható, hogy a polgári légiközlekedés repülőterein alkalmazott kockázatelemzésben a formalizálás irányába való fejlesztés is erősen indokolt.

2.2 Veszély- és kockázatelemzés a polgári légiközlekedés légiforgalmi irányításában

Az Európai Szervezet a Légiközlekedés Biztonságáért (EUROCONTROL, European Organisation for the Safety of Air Navigation) biztonsági, minőségmenedzsment és szabványokért felelős részlege (SQS, EUROCONTROL Safety, Quality Management and Standardisation Unit),

biztonságszabályozási követelményeket (ESARR, EUROCONTROL Safety Regulatory Requirement) dolgozott ki, amelyek a légiközlekedési irányítás biztonságigazolásának alapját képezik. Megalkotta az azok implementációjához, monitorozásához és fenntartásához szükséges ESIMS (ESARR Implementation Monitoring and Support) rendszert SRC (Safety Regulation Commission) tervezéssel és Európai Stratégiai Cselekvési Terv (SSAP, European Strategic Safety Action Plan) támogatással, amelynek jelenlegi utóda az Európai Biztonsági Program (ESP, European Safety Program). Cél, hogy az ICAO által deklarált szabványok és ajánlott gyakorlatok (SARPS, Standard and Recommended Practices) és az USOAP (ICAO Universal Safety Oversight Audit Programme), illetve az Európai Polgári Repülési Konferencia (ECAC, European Civil Aviation Conference) fejlesztési stratégiák és eljárások, összehangolhatóak legyenek szabványok és ajánlott eljárások tekintetében [EUC]. Veszély- és kockázatelemzés vonatkozásában az ESSAR 2-es és az ESSAR 4-es a mérvadó. A kockázati besorolásokat és eltűrhető határértékeket tekintve némi eltérés mutatkozik a repülőtereken használatosakhoz képest, de nagyságrendekkel nem tér el az általános nagybiztonságú rendszerek esetében megszokott előírásoktól. Jelentős különbség azonban, hogy az emberi tényező a Légiközlekedési Menedzsment (ATM, Air Traffic Management) különösen hangsúlyos területét képezi, amelyet HERA vagy HERA-JANUS módszerrel vesznek figyelembe. Ez utóbbi használatos Európán belül [EUC03a], [EUC03b].

2.3 A polgári légiközlekedés légijárműveinek veszély- és kockázatelemzése

A légijárművek biztonságigazolására vonatkozóan rendkívül összetett követelményrendszer van érvényben. Az üzemeltetés során a légialkalmasság megállapításában a Társult Légügyi Hatóságok Légügyi Követelményei (JAR-OPS Joint Airworthiness Requirements Operations) rendelkeznek, azon belül is a JAR/FAR 25.1309, valamint a Part145 mérvadó. A veszély- és kockázatelemzés témakörében a következő előírások hatályosak: RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) DO-178, RTCA DO-254, SAE (Society of Automotive Engineers, Aerospace Recommended Practice) ARP4761, SAE ARP4754. [JAR07], [SAE94], [SAE95], [DO178],[DO254]

Összefoglalva tehát, a 2. fejezetből tehát látható, hogy jelen eljárás szerint a polgári légiközlekedésben alkalmazott biztonságigazolási eljárások középpontjában és hatókörében három fő egység áll:, a repülőtér, a légiközlekedési irányítás és a légijármű. Mindhárom egység önálló, egymástól független biztonságigazolási, ezáltal veszély- és kockázatelemzési rendszerrel rendelkezik, amely feladat-, illetve objektumorientált tulajdonságú, de természeténél fogva, indirekt módon hordoz kapcsolódási felületeket a társegyeségekkel. A három egység hatóköre tehát a vizsgált rendszer karakterisztikájából adódóan szükségszerűen átfedésben van egymással, de mint nagybiztonságú rendszer, nem rendelkezik komplett biztonságigazolási eljárással. A

fentiek okán növekvő forgalmi értékek esetén erősen aggályosnak prognosztizálhatóak a következők:

1. a három rendszer átfedésben levő feladatköreinek, illesztési felületeinek folyamatorientált, rendszerszintű, szisztematikus és dinamikus vizsgálatának hiánya;
2. a folyamatok komplexitás-felülvizsálatának hiánya, aminek alapján az egyes elemek vagy szereplők feladatterhelése, az aktuális veszély- és kockázati szint számszerűsített értéke megkapható;
3. a repülés és előkészítésével összefüggő folyamatok aktuális és globális veszély- és kockázatelemzésének hiánya.

Mindezen konklúziók mentén feltétlenül szükségesnek ítéltük a 3. fejezetben bemutatott koncepció kidolgozását.

3. AZ INTEGRÁLT, DINAMIKUS, JÁRATSPECIFIKUS RENDSZER

Az új határokkal értelmezett, integrált, dinamikus, járatspecifikus biztonságigazolási rendszer kiépítésének első lépéseként jelen tárgyalásban a biztonságkritikus cselekményt előkészítő tevékenységek összességének veszély- és kockázatelemzését készítjük elő, amelynek az airside tevékenységek, járatelőkészítési cselekményhalmaz veszély- és kockázatelemzési koncepciója feleltethető meg. Baleseti statisztikák alátámasztják ugyanis, hogy az utazómagasságon történik a legkevesebb baleset, megközelítőleg 11%, ugyanakkor a felszállás különböző fázisaiban mintegy 33%, és a leszállás különböző fázisaiban pedig körülbelül 56%, ami önmagában is a repülőtérre és környezetére irányítja a figyelmet [NLR]. Ennek biztonságigazolásához mindazon fizikai, műszaki és humán kondíciók, információáramlások, emberi és gépi beavatkozások, környezeti hatások, amelyek a járat előkészítésében fellelhetők, vizsgálat alá kell, hogy essenek. Kérdés azonban, hogy a vizsgálat végrehajtása milyen eszköz- és feltételrendszerrel történik. A kritikus eseményvalószínűségű közlekedésirányítási folyamat a jelenleg alkalmazott eljárásokhoz képest matematikailag formalizáltabban, valamint valószínűségi értékek alkalmazásával lényegesen jobban kezelhető, optimalizálható és igazolható, hiszen a különböző előírt biztonsági kritériumok is valószínűségi értékekkel definiált tartományok [SMM]. A jelenlegi eljárások ismeretében a formalizálás és a számszerűsítés kevésbé jelenik meg a gyakorlatban, ami aktuálisan ugyan elegendőnek bizonyul, de hosszútávon mindenképpen szükségesnek látszik a rendszer ez irányú fejlesztése. A formalizálás egyik alapja lehet a megfelelően strukturált modellezés, amelyben a fizikai környezettől kezdve az adatkommunikációs és információáramlást illető kérdésekkel bezárólag minden biztonsági felelősségű személy és egység releváns.

3.1 Az integrált rendszer

Az airside műveleteket, és az azokra illesztett integrált járat-előkészítési rendszert az 1. ábra: az α_n rendszer szemlélteti.

Rendszerünk a repülőtér fizikai környezetére alapozva öt alrendszerből áll – horizontális rendszerfelosztás: α_n rendszer, amelynek további elméleti szintjei – vertikális felosztás – lesznek azok a szervezeti egységek, személyek és kiszolgáló berendezések, amelyek az adott szinteken, adott járatok esetében potenciálisan feladatokat látnak el: β_n rendszer.

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

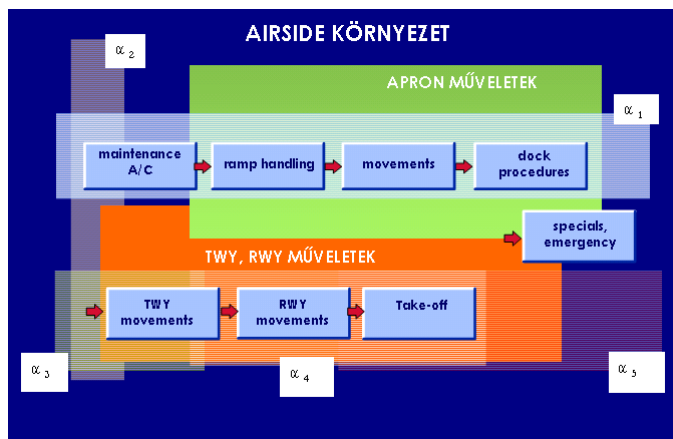
α_1 : Forgalmi előtér (APR, apron)

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

α_3 : TWY

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

α_5 : RWY



1. ábra: Az α_n rendszer

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 légiforgalmi irányítók a közeli körzeti mozgási körzetben (TMA, Terminal Movement Area), a repülőtéri irányító körzetben (CTR, Controlled zone) és a repülőtérre a be- és kivezeti eljárásokkal, valamint a gurulások irányításával, ezzel összefüggésben az elkülönítési távolságokkal gyakorolhatnak befolyást a repülőtér kapacitására és biztonságára, amelyek szoros kapcsolatban állnak a környezeti és időjárási viszonyokkal, a futópálya műszerezettségével. A futópályára való, gurulóútról történő behaladást, valamint a fel- és leszállás műveleteit, a légiközlekedés biztonságos üzemét megközelítőleg 150 optikai-, fénytechnikai-, rádió navigációs és radarberendezés, valamint jelölések és jelzések biztosítják a repülőtérre [MED06], [IA1404].

Mindezek tehát befolyást gyakorolnak az ott végzett műveletekre. Ezért az integrált modellben a rendszerhatárok megállapítása mindezen berendezések, illetve az összes repülőtérrel szembe fordított fizikai kondíciók figyelembe vételével történik. Ezek mellett a légi járművel kapcsolatos minden művelet, az azokat végzők és az alkalmazott eszközök is vizsgálat alá esnek.

3.2 Veszély- és kockázatelemzés, dinamizálás

3.2.1 Hibafa analízis

A megfelelően működő modell elengedhetetlen egysége a biztonságkritikus gócpontok feltárása és azok oly módon – akár az eljárások menetének, eszközökkel való felszereltségének, vagy személyzetszámának megváltoztatásával – való biztonságközpontú racionalizálása, hogy a rendszer aktuális biztonsági szintje (ALS, Actual Level of Safety) a megnövekedett terhelés mellett is maradéktalanul teljesítse a vonatkozó előírásokat, biztonsági határértékeket (TLS, Target Levels of Safety). A hibafa analízis előre definiált csúcseseményekre vonatkoztatva végezhető el. Az okok megkeresésében és feloldásában döntő szerepet játszik a már megtörtént események kivizsgálása, amivel például a futópályasértések vonatkozásában az európai cselekvési terv [EAP03] is foglalkozik, és amelyek legfrissebb eredményeit munkánkban mi is figyelembe vesszük, de kiegészítjük általunk relevánsnak ítélt kifutási lehetőséggel rendelkező eseményekkel is. Az általunk meghatározásra kerülő csúcsesemények és elemi események halmaza egyaránt tartalmazza a jelenleg hatályos előírásokban foglaltakat, ugyanakkor felülvizsgálja és kiegészíti azokat. [CD94][DEC03]

3.2.2 Fuzzy logika beépítése

A nagygépes személyi hibás esetek jellemzője, hogy visszatérő okok, jelenségek találhatók meg bennük, és jelentős hányadukban több szakterületen tevékenykedő személyek érintettek (hajózó és földi személyzet egyaránt). Az információáramlás hiányossága például szinte minden esetben döntő tényező, valamint észlelhetőségi viszonyok is szerepet játszanak, illetve a gyakorlatlanság – nagy gyakorlat (rutin) látszólagos ellentmondása figyelhető meg. A fáradtságnak, mint az események kapcsán fellépő egyik jelentős emberi tényező elemnek, a légiközlekedésben mindeztidáig nincs számszerűen kifejezhető formája. A maximálisan repülhető időket azonban a már említett, személyi alkalmasság megállapításánál alkalmazott dokumentumok szigorúan korlátozzák. [IA106]

A humán faktorok, elsősorban a légi jármű vezetőkre és a légiforgalmi irányítókra vonatkozóan, de a közvetlen kiszolgálásban érintett személyek esetében is mérvadók. Ez érvényes a felfedett és a látens veszélyeztetés, valamint a potenciális hibák tekintetében egyaránt. [TEO98], [DES96],

A humán döntés vizsgálata, annak hibavalószínűségének megadása, tehát kikerülhetetlen a folyamat biztonsági természetű optimalizálása során. Ugyanakkor a számszerű értékek megadására mindezidáig nem született igazán megoldás. Munkánkban fuzzy logikával modellezzük az emberi döntést, amelynek számszerű eredményét a megfelelő konvertálást követően integráljuk. Döntő jelentőségű ugyanis, hogy a hibafa elemzés során beépíthető legyen az emberi hiba aktuális valószínűségének mértéke.

A vizsgálat vonzata lehet:

1. az eljárások online megváltoztatása;
2. a szolgálatot teljesítő személyek mostaninál hatékonyabb szűrése és felkészítése;
3. új eszközök bevezetése.

3.2.3 Vágatelemzés

A vágatelemzéssel a rendszer aktuális gyenge pontjait határozzuk meg. Ezek lesznek azok a pontok, ahol az

ALS < TLS

esetén megfelelő prioritásrendszert alapul véve beavatkozást javasolunk. Kilátásba helyezzük egy olyan rendszermodul beépítését is, amely rendkívül szigorú ellenőrzések mellett könnyítéseket eszközöl a folyamatok során abban az esetben, ha a biztonság aktuális szintje jóval felülmúlja a megkívánt biztonsági szintet. Ezzel a biztonsági szint optimalizálását érhetjük el.

3.2.4 Beavatkozás és korrekció

A beavatkozások rendjét szigorúan rögzített szabályok mentén szükséges meghatározni. A beavatkozásokkal ugyanis egyrészt újabb hibák sokaságának melegágyát is képezhetjük, másrészt a beavatkozások eredményeként a forgalmi rend is felborulhat.

3.2.5 Visszacsatolási pontok a szabályozásban, rendszerdinamizálás

Tekintettel arra, hogy a veszély- és kockázatelemzéssel, a gyenge pontok ismétlődő meghatározásával kapott eredmények alapján a beavatkozások magukat a folyamatokat, és az eljárásrendet közvetlenül érintik, a visszacsatolási pontok megfelelő beépítése a működés alapfeltételévé válik.

A tervezett, visszacsatolásokkal működő veszély- és kockázatelemzési rendszer egy időablakkal a folyamatok előtt jár, részben előre jelezhető, empirikus úton meghatározott információkat vesz alapul, amelyek teljesülését folyamatosan leellenőrzi, így oldható meg a beavatkozás és korrekció. Az általunk javasolt rendszer ezáltal dinamikus, pre-online tulajdonságú lesz.

3.3 Járatspecifikum

A fenti fejezetek alapján látható volt, hogy a jelenleg alkalmazott eljárások és az aktuális fejlesztési filozófiák is nélkülözik a járatspecifikus jelleget. Jelen munkában célunk, hogy a veszély- és kockázatelemzést végző modellünk „pre-online” információ- és adattovábbítást megvalósítva működjön, megfelelő időablakok alkalmazásával, amelyek a korrekciós beavatkozásnak, majd az újraértékelésnek adnak teret. Ennek oka, maga a légiközlekedési folyamat természete. Tekintetbe véve olyan jellemzőket, mint a meteorológiai körülmények folyamatbefolyásoló jellege, a szállított áruk minősége és mennyisége, vagy a számos ember-gép kapcsolat, amelyek mind arra engednek következtetni, hogy az egyes járatok jellemzőinek összességéből adódó különbségek nem engedhetik meg az egységes kezelésmódot. Példa erre, hogy a meteorológiai, látási viszonyoktól függően az alkalmazott navigációs eszközök használata változik fel- és leszállásnál. A csökkent látási viszonyoknak megfelelően az eljárásrend is alakul, mind a megközelítés, mind a földi mozgás során. Ez esetben a repülőtér kapacitása jelentősen csökken, például a műszeres leszállító rendszer (ILS, Instrument Landing System) kritikus és érzékenységi terület miatt különlege, ún. „kategóriás” várópontok vannak kijelölve.

A meteorológiai körülményektől függően tehát változik a navigációs berendezések alkalmazása, és az eljárásrend, ami a légi jármű vezetőit, a légiforgalmi irányítás személyzetét és magát a légi járművet egyaránt érinti, adott esetben korlátozza a jogosultságokat. Minél rosszabbak a látási viszonyok, annál több ellenőrzési pontot tartalmaz a folyamat az állóhelyről való kigurulástól a futópályára lépésig. A döntések előkészítése magas műszerezettségű fok mellett történik, de az egyes, konfliktusesélyes helyzetekben hozott döntések a légiforgalmi irányítók, illetve a hajózó személyzet humán döntései (például engedély a hajtómű indításra, futópályára lépésre, futópálya-keresztezésre).

A részletes folyamatleírásra, a folyamat teljes vizsgálatára jelen tárgyalásban nincsen mód, részkonklúzió gyanánt azonban megállapítható:

1. minden egyes járat esetében változó biztonsági paraméterekkel szükséges számolni;
2. az emberi mérlegelés és döntés (HD, Human Decision) több ponton domináns;
3. így az ember-gép kapcsolat (HMI, Human-Machine Interface) szerepe is igen jelentős.

A járatok különbözőségével nemcsak a biztonsági szint, hanem a kiszolgálási idő is módosul. Jelenleg azonban a kiszolgálási rend alapját, a fordulóidőket nem a biztonsági szint alapján, hanem a járatot teljesítő légi jármű típusa alapján határozzák meg. [IATA09]

4. ÖSSZEFOGALÁS, KITEKINTÉS

A cikkben a polgári légitársaságok repülőtereinek airside vonatkozású cselekményhalmazán belül a felszállással bezárólag értelmezett járatelőkészítés veszély- és kockázatelemzésében kívánunk előrelépést tenni annak okán, hogy ez az a folyamat, amely közvetlenül megelőzi, előkészíti a légitársaságok cselekményét, és amely fázisban statisztikai mutatószámok alapján jelentős a légitársaságok esemény bekövetkezési valószínűsége, valamint a későbbi fázisokra való kihatás valószínűsége inaktív vagy látens hiba okán.

Olyan modell megalkotását céloztuk meg, amely

1. a biztonságkritikus rendszer vizsgált folyamatának teljes apparátusát, folyamatainak teljes egészét, minden szereplőjét és elemét, valamint azok környezetét tartalmazza, és megfelelő súlyozással és összefüggésrendszerrel veszi figyelembe a veszély- és kockázatelemzés során;

2. a működő, formalizált rendszermodellel, a biztonságigazolási rendszer egy új határokkal értelmezett, integrált kezelése valósítható meg;

3. a formalizálás a veszély- és kockázatelemzés eredményének számszerűsítését segíti; a számszerűsítés az emberi és gépi beavatkozások hibavalószínűségének megállapítására egyaránt vonatkozik;

4. a hibás emberi beavatkozás valószínűségét fuzzy logika alapján, annak a rendszerbe illeszthető, konvertált értékével veszi figyelembe;

5. mindezekon felül a biztonságkritikus cselekmény attribútumát, a járatot helyezi abszolút fókuszba, minden egyes járat esetében külön elvégezve a veszély- és kockázatelemzési vizsgálatot, ami által járatspecifikus tulajdonságú;

6. természetéből fakadóan az elemzés igénye egy járat esetében is többszörös lehet, hiszen a megkívánt biztonsági szint nem teljesülése, vagy túlteljesítése esetén visszacsatolásra és beavatkozásra van szükség, amivel párhuzamosan, illetve amit követően újabb vizsgálat elvégzése indokolt; mindezek gyakorlati megvalósíthatóságát pre-online rendszer biztosítja;

7. a veszély- és kockázatelemzési modell tehát dinamikus jellegű és a biztonsági szint optimalizálására alkalmas.

Működő modellünkkel tehát gyakorlattá kívánjuk váltani azt a napjainkban is fejlődését élő filozófiát, amely valóban a biztonság abszolút elsőrendűségére alapozva irányítja a légitársaságok előkészítésének folyamatát.

FORRÁSJEGYZÉK

[CD94] Council Directive 94/56/EC of 21 November 1994 establishing the fundamental principles governing the investigation of civil aviation accidents and incidents Official Journal L 319 , 12/12/1994 P. 0014 - 0019

[DEC03] DIRECTIVE 2003/42/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 June 2003 on occurrence reporting in civil aviation

[DES96] Desmond, P. A., T. W. Hoyes: Workload Variation, Intrinsic Risk and Utility in a Simulated Air Traffic Control Task: Evidence for Compensatory Effects Safety Science (96) 22/1996 pp. 87-101

[DO178] RTCA, INC., DOCUMENT RTCA/DO-178, SOFTWARE CONSIDERATIONS IN AIRBORNE SYSTEMS AND EQUIPMENT CERTIFICATION, 1982.

[DO254] RTCA, INC., DOCUMENT RTCA/DO-254, DESIGN ASSURANCE GUIDANCE FOR AIRBORNE ELECTRONIC HARDWARE, 2005

[EAP03] European Action Plan for Runway Incurson, EUROCONTROL, Group of Aerodrome Safety Regulators, IATA, ACI, BAA, NATS, DFS, 2003

[EC05] COMMISSION REGULATION (EC) No 2096/2005 of 20 December 2005 laying down common requirements for the provision of air navigation services

[EUC03a] Validation of the Human Error in ATM (HERA-JANUS) Technique Edition, EUROCONTROL, 2003

[EUC03b] The Human Error in ATM Technique (HERA-JANUS), EUROCONTROL, 2003

[EUC] <http://www.eurocontrol.int/>

[IA106] ICAO Annex1, Personnel Licensing 10 ed.-2006

[IA1101] ICAO Annex11, Air Traffic Services 13 ed.-2001

[IA1404] ICAO Annex 14, Aerodromes 4 ed. – 2004

[IA601] ICAO Annex6, Operation of Aircraft : International Commercial Air Transport 8 ed.-2001

[IA805] ICAO Annex8, Airworthiness of Aircraft 10. ed. 2005

- [IATA09] IATA Airport Handling Manual 29th Edition International Air Transport Association (IATA), ISBN-13: 9789292331085, 2008
- [ICA01] ICAO DOC 9774 AN/969, Manual on Certification of Aerodromes 2001.
- [JAR07] JAA, JAR-OPS 1: Commercial Air Transportation (Aeroplanes), 2007.
- [MED06] Meyer, D.: A polgári légitársaságok nemzetközi repülőtereinek biztonságigazolása, Diplomaterv, BME Közlekedésmérnöki Kar, Budapest, 2006
- [MUD08] Mudra I., Safety Management System Budapest-Ferihegy Repülőtérén Közlekedésbiztonsági szakmai nap Siófok, 2008.
- [NLR] <http://www.nlr.nl/>
- [SAE94] ARP4754: Certification Considerations for Highly-Integrated or Complex Aircraft Systems; SAE Systems Integration Requirements Task Group AS-1C, ASD.Society of Automotive Engineers, Inc., December 1994
- [SAE95] ARP4761: Guidelines and methods for conducting the safety assessment process on civil airborne systems and equipment SAE Committee S-18 Society of Automotive Engineers, Inc., August 1995
- [SES] <http://ec.europa.eu/transport/air/sesar/>
- [SMM] ICAO Doc 9859, Safety Management Manual (SMM)
- [SRC] EUROCONTROL SRC, ESARR 2 GUIDANCE TO ATM SAFETY REGULATORS Severity Classification Scheme for Safety Occurrences in ATM
- [TAR09] Tarnai G.: Közlekedési automatika előadási vázlat 2009; <http://www.kka.bme.hu>
- [TEO98] Teodorović D., P. Lučić: A Fuzzy Set Theory Approach to the Aircrew Rostering Problem Fuzzy Sets and Systems 95 (1998) pp. 261-271