

## „RUNWAY EXCURSION”

### BEVEZETÉS

2006-ban számos nemzetközi légiközlekedési szervezet kérésére a Repülésbiztonsági Alapítvány (Flight Safety Foundation) elindított egy projectet Futópálya Biztonsági Kezdeményezés - Runway Safety Initiative (RSI) névvel, melynek alapvető feladatáknak a futópálya biztonság vizsgálatát jelölték meg.

A munkacsoport első lépésben a futópálya biztonság három fő területét vette felülvizsgálat alá, melyek a következők: futópályasértések, futópálya tévesztések és (nem szándékolt) futópálya elhagyások.

A vizsgált közötti időszakban (1995-2008) a kereskedelmi szállító repülőgépek 1429 repülőeseményt szenvedtek el esetenként, nagy vagy jelentős anyagi kár mellett. Ezekből 431 baleset a volt futópálya biztonsággal kapcsolatos, 417 (azaz az események 97%-a) pedig futópálya elhagyás. Cikkemben, a futópálya biztonságot veszélyeztető futópálya elhagyást szeretném bemutatni és az erre irányuló megoldási lehetőségeket, nemzetközi ajánlásokat felvillantani.

A repülő esemény típusa	Az események száma	Éves átlag	Százalékos érték az összes baleset tükrében
Futópályasértés	10	0,7	0,6 %
Futópálya tévesztés	4	0,3	0,3 %
(nem szándékolt) Futópálya elhagyás	<b><u>417</u></b>	<b><u>29,8</u></b>	<b><u>29 %</u></b>

1. táblázat. Futópálya biztonsággal kapcsolatos balesetek

A (nem szándékolt) futópálya elhagyás ICAO<sup>1</sup> szerinti fogalma: A futópályáról történő túlfutás, vagy lesodródás, mely történhet felszállás és leszállás közben is, melynek két fő formáját különböztetjük meg:

Túlfutás: A légi jármű a futópálya végén, annak tengelyében hagyja el a pályát.

Lesodródás: A légi jármű a futópálya oldalhatárain keresztül helytelenül hagyja el a pályát.

<sup>1</sup> International Civil Aviation Organisation – Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet

Létezik még két ide kapcsolódó esemény is, amit nem tartalmaz ugyan az ICAO által adott fogalom, de szorosan összefügg a futópálya elhagyással, ezek:

A rövidebbre szállás, amikor a légi jármű az aktív leszállópálya küszöbe előtt ér földet, illetve az ún. futópálya tévesztés, amikor a légi jármű nem a kijelölt leszállópályára vagy gurulóútra hajtja végre a leszállást.

### **A futópálya elhagyás típusai**

- Az induló légi jármű nem képes felszállni vagy nem képes sikeresen végrehajtani a megszakított felszállást az aktuális futópálya végéig.
- A leszálló légi jármű nem képes megállni az aktuális futópálya végéig.
- A megszakított felszállást / leszállást végrehajtó vagy leszálló légi jármű az aktív futópálya oldalhatárain kívülre érkezik.

### **A futópálya elhagyás következményei**

- A légi járművön tartózkodó személyek sérülése, vagy halála;
- A légi jármű sérülése;
- A légi járművön kívüli személyek sérülése, halála;
- A repülőtéren vagy repülőtérén kívüli épületek, berendezések sérülése;
- Más légi járműben vagy járműben történő károkozás
- Késések a futópálya elhagyásból kialakuló futópálya lezárás miatt.

### **Fogalmak**

A cikkben leírtak egyértelmű értelmezéséhez szükség van néhány fogalom tisztázására és rövidítések bevezetésére.

#### **Stabilizált megközelítés.**

Minden repülésnek stabilizált repülésnek kell lennie 1000 lábbal a repülőtér magassága felett IMC<sup>2</sup> esetén, vagy 500 lábbal VMC<sup>3</sup> esetén.

Egy megközelítés akkor stabilizált, ha a következő feltételek teljesülnek:

- A légi jármű a helyes repülési útvonalon tartózkodik;
- csak kis géptengely és bólintási helyesbítések szükségesek a helyes irány tartásához
- a légi jármű sebessége nem több mint a  $V_{ref}+20$  csomó, a műszer szerinti sebessége nem kevesebb, mint a  $V_{ref}$ ;
- a légi jármű a megfelelő leszállási konfigurációban van;

---

2 Instrument Meteorological Conditions – Műszeres meteorológia körülmények

3 Visual Meteorological Conditions –Látási meteorológiai körülmények

- a süllyedési sebesség nem nagyobb, mint 1000 láb/perc (ha egy megközelítés során a süllyedési sebesség nagyobb, mint 1000 láb/perc, akkor külön felkészülés szükséges);
- a hajtómű teljesítmény beállítása megfelel a légi jármű konfigurációjának és nem alacsonyabb, mint a légi jármű üzemeltetési utasításában a megközelítéshez előírt sebesség;
- a leszállás előtti egyeztetés, és a checklist kötelező ellenőrzések megtörténtek;
- a speciális megközelítési eljárások akkor tekinthetők stabilizáltnak, ha teljesülnek a következők:
  - Műszeres leszállító rendszer segítségével végrehajtott megközelítések esetében a HSI<sup>4</sup> műszeren az eltérés nem nagyobb, mint egy pont;
  - CAT II vagy CAT III típusú megközelítés esetében a kiterjesztett irányában kell repülni;
  - körözéssel megközelítés esetében a végső egyenesen vízszintesnek kell lenniük a szárnyaknak legkésőbb 300 lábbal a reptér magassága felett;
  - abban az esetben, ha egyedi megközelítési eljárások vagy a normálistól eltérő körülmények állnak fent, és a fent említett repülési kritériumoktól el kell térni, minden esetben külön felkészülés szükséges.
- Ha egy megközelítés műszeres meteorológiai körülmények között 1000 lábbal a repülőtér magassága felett stabilizálatlanná válik (VMC esetén 500 láb), abban az esetben azonnal megszakított megközelítést kell végrehajtani.

**SOP:** Az SOP olyan írásos dokumentum vagy utasítás, mely részletesen leír minden lépést és tevékenységet valamilyen folyamat vagy eljárás során. Az ISO 22000 lényegében előírja, hogy a dokumentációnak tartalmaznia kell valamennyi alkalmazott eljárást a gyártási, jelen esetben repülési folyamat során, amelyek hatással lehetnek a (termék) üzemelés minőségére.

**V<sub>REF</sub>:** leszállási, vagy küszöb feletti sebesség.

**V<sub>1</sub>: Elhatározási sebesség (decision speed):** az a számított sebesség, amelynek elérése előtt a felszállást megszakítva, a pálya végén, vagy a leállósávban (Stopway) a megállás még lehetséges. Többhajtóműves repülőgépeknél a V<sub>1</sub> túllépése esetén, egy hajtómű meghibásodásakor még biztosított a felszállás folytatása, és a 10,7 méter (35 feet) biztonságos magasság elérése a futópálya, vagy az akadálymentes sáv felett.

**V<sub>R</sub> (Rotation speed):** Orrfutó elemelési sebesség, az a műszer szerinti sebesség, amelynél meg kell kezdeni a repülőgép állásszögének növelését a felszálláshoz szükséges értékre.

**CRM (Crew Resource Management / Cockpit resource management):** (Erőforrás gazdálkodás a pilótafülkében): olyan eljárás, oktatási, kiképzési rendszer, melyet ez emberi hibák pusztító hatásának kiküszöbölésére használnak. Elsősorban a repülésbiztonság növelésére használják a pilótafülkében az interperszonális kommunikáció, a vezetés és a döntéshozatal elősegítésére, a hibák kiszűrésére.

---

<sup>4</sup> Horizontal Situation Indicator

**PIC (Pilot In Command):** légitársaság parancsnok, gépparancsnok, kapitány.

**CP (Co-Pilot):** másodpilóta.

**RTO (Rejected Take-Off):** megszakított felszállás.

**NOTAM (Notice To Airman):** Bármely légitforgalmi berendezés, szolgálat, eljárás létesítéséről, állapotáról, változásáról vagy veszély fennállásáról szóló értesítés, amelynek idejében való ismerete elengedhetetlenül szükséges a repülésben érdekelt személyzet részére. Az értesítés szétosztása távközlési eszközökkel történik.

**Automatikus Közelkörzeti Tájékoztató Szolgálat (ATIS, Automatic Terminal Information Service):** a légitforgalmi frekvenciatartományban, automatikusan és periodikusan ismétlődő, a repülőtér és közelkörzete időjárási, állapotbeli és korlátozásbeli információit tartalmazó tájékoztató közlemény.

**ATM (Air Traffic Management):** légitforgalmi irányítási rendszer.

**ATC (Air Traffic Controller):** Légitforgalmi irányítás/ légitforgalmi irányító.

## A FUTÓPÁLYA ELHAGYÁS KOCKÁZATI TÉNYEZŐI

A cikkben szereplő adatok „A világ légitársaság baleseteinek összefoglalójából” (World Aircraft Accident Summary) kerültek felhasználásra 1995 és 2008 közötti események alapján. A felhasznált adatok segítségével vizsgáltam meg ezen időszakban bekövetkezett futópályával kapcsolatos repülő eseményeket.

A futópályá elhagyásokat a repülési üzemmód alapján két fő csoportba soroljuk, úgy mint felszállás és leszállás közben bekövetkezett események. A következőkben tekintsük át milyen kockázati tényezők merülhetnek fel az üzemelés során.

### Felszállás során előforduló rizikófaktorok

A futópályá elhagyások történhetnek felszállás közben, a következő működési tényezők és körülmények következtében:

- Megszakított felszállás végrehajtásakor az elhatározási sebesség felett;
- nem megfelelő iránytartás miatt felszállás közben;
- megszakított felszálláskor, az elhatározási sebesség elérése előtt;
- abban az esetben, amikor nem történik meg az orrfutó elemelése, mivel a légitársaság nem érte el az orrfutó elemelési sebességet;
- a személyzet nem megfelelően követte a szabvány üzemeltetési előírásokat (SOP);
- nem történt kísérlet az orrfutó elemelésére;
- a személyzet közötti elégtelen információ csere miatt (CRM),(PIC/CP);
- lecsökkent hajtómű teljesítmény („előregedés”) miatt;

- a légi jármű gumiabroncsának meghibásodásából (defekt);
- a légi jármű képtelen emelkedni az orrfutóról (hibás felszállási teljesítményadat számítás);
- A légi jármű tömegszámítási hibából;
- hirtelen hajtóműleállítás miatt;
- RTO (rejected take-off) esetében, amikor nincs elegendő idő a megszakított felszállásra kisodródás előtt;
- aszimmetrikus hajtómű teljesítmény esetén;
- orrfutó emelésekor  $V_r$  (orrfutó emelési sebesség) felett;
- repüléstechnika okokból (keresztél fennállásakor);
- a másodpilóta nem megfelelő gépparancsok általi felügyelete esetén;
- nem megfelelő ellenőrző lista (checklist) használatból kifolyólag;
- elhamarkodott orrfutó emeléskor  $V_r$  elérése előtt.

### **Leszállás során előforduló rizikófaktorok**

A fentiekből látható, hogy nem csak technikai, hanem humán tényezők is okozhatnak futópálya elhagyást. A vizsgált események alapján a következő kockázati tényezőkkel kell számolni a leszállás során előforduló futópálya elhagyások kialakulásának esetében:

- Nem kerül végrehajtásra a megszakított megközelítés (go around), amikor a feltételek azt megkövetelnék;
- a személyzet „hosszúra számolta” a földetérés helyét;
- hatástalan a fékezés a futópálya felületének szennyezettsége miatt;
- a futómű meghibásodik;
- a megközelítés nagy sebességgel történik;
- a földetérés nagy sebességgel következik be;
- „Kemény” a földetérés;
- a személyzet közötti információcsere hiányos (CRM);
- nem megfelelő a leszállás közbeni iránytartás;
- az SOP-k ismerete hiányos, következetlen a betartása;
- a futóművek meghibásodásából adódó aszimmetrikus fékhatás;
- nem megfelelő siklópálya, sebesség és magasságtartás, nem megfelelő kilebegtetés (repüléstechnika okok);
- földetérés utáni „elpattanás”;
- a földetérés nem a középvonalon történik.

## **A légiforgalmi irányítás terén fellelhető rizikófaktorok**

A repülési üzem alatt kialakuló repülési események rizikófaktorai nem csak a gépszemélyzet illetve a felszállópálya környezetéből származnak, hanem a repülést biztosító egyéb műveletek, folyamatok területéről is. Itt kell megemlíteni a légiforgalmi irányítást, mint jelentős befolyásoló tényezőt.

- Hiányos ismeret a stabilizált megközelítés fontosságának terén;
- hiányos ismeret a stabilizált megközelítés feltételeinek terén;
- a légi járművek nem megfelelő süllyesztése bejövételhez, leszálláshoz;
- a légi járművek számára nem megfelelő megközelítési sebességek engedélyezése;
- nem megfelelő pályairány választás az adott szélviszonyok alapján;
- késői leszállóirány változtatások (pl. a végső megközelítés pontja után);
- a személyzet nem időben történő tájékoztatása a meteorológiai/ szélviszonyokról;
- a személyzet nem időben/ pontos tájékoztatása a futópálya állapotáról.

## **A repülőtér rizikófaktorai**

A repülések kiszolgálásához elengedhetetlen a megfelelő fel-leszállópálya, természetesen a megfelelő ICAO ajánlások figyelembe vételével, ami kitér nem csak a futópálya kiépítésére, hanem annak megfelelő üzemben tartására is. A következő felsorolás a repülőtéren található kockázati tényezőket foglalja össze:

- A felszállópálya kiépítése és karbantartása nem biztosítja a maximális súrlódást, a vízelvezetés nem optimális;
- elkésett vagy pontatlan jelentés a futópálya állapotáról;
- nem megfelelő hó, illetve jégmentetési tervek, eljárások;
- a futópálya nem kerül lezárásra, mikor a körülmények azt indokolják (látástávolság, felhőzet magassága, hó, latyak);
- nem megfelelő, rosszul látható futópálya jelölések;
- a széliránynak megfelelő leszállóirány használatának korlátozása;
- nem megfelelő futópálya végbiztonsági sáv, vagy annak megfelelő rendszer;
- nem megfelelő akadály értékelés a repülőtér területén vagy annak körzetében.

## **Légi jármű gyártók, mint rizikófaktorok**

Bármilyen furcsának is hangzik, a légi jármű gyártók tevékenysége, az általuk adott üzemeltetésre vonatkozó információk mennyisége, minősége is rizikófaktorot jelent a futópálya elhagyások során.

- Nem megfelelő üzemeltetési és teljesítmény információk az üzemeltetők számára a várható futópálya állapotok vonatkozásában.

## **Szabályzók, üzemeltetési háttér**

A repülések végrehajtásakor számos szabályt, ajánlást kell betartani, ezért fontos a szabályzói háttér áttekintése és kockázati tényezőinek kigyűjtése, melyek az alábbiak:

- A szabályzói követelmények hiánya, melyek következetes formában biztosítanak a repülő személyzetek számára minden futópálya adatot a fel illetve leszállás vonatkozásában;
- a naprakész és időben frissített futópálya jelentések hiányos szabályozása;
- a futópálya állapotmérés és jelentés nemzetközi szabványának hiánya.

## **A KOCKÁZATI TÉNYEZŐK ÖSSZEADÓDÁSA**

A bekövetkezett futópálya elhagyások száma növekvő tendenciát mutat, ha több mint egy tényező van jelen. Ebben az esetben, akár kétszer nagyobbra is tehető egy adott esemény bekövetkezés valószínűsége. A kockázati mutatók hatásának kombinálásával egy megfelelő biztonságirányítási rendszer segítségével hatásosan be lehet azonosítani a nagykockázatú műveleteket. Megfelelő megelőzési stratégia alkalmazásával csökkenthetők a futópálya elhagyások kockázata.

## **Felszállás során bekövetkezett események kockázati tényezőinek kölcsönhatásai**

A felszállás során bekövetkezett futópálya elhagyások adatainak elemzésekor egyértelművé válik, hogy egyes kockázati tényezők sokkal sűrűbben fordulnak elő az események során, mint mások. Egyértelművé válik a kérdés, hogy ezek a tényezők fontosabbak-e mint a ritkábban előforduló faktorok. Az is érdekessé válik, hogy egyes tényezők inkább lesodródáshoz vezetnek, mint túlfutáshoz. A 2. táblázat különböző kockázati tényezők kombinációt mutatja be felszállás közbeni kisodródás során. A kiemelt cellák esetében az adott kockázati tényező az események 20%-ában vagy annál nagyobb százalékában kimutatható volt (a minimum érték nagyobb vagy egyenlő, mint 2).

A felszállás közben bekövetkezett események csekély száma-különösen akkor, ha csak a lesodródásokat vesszük figyelembe - korlátokat állít annak megítéléséhez, hogy melyek az igazán fontos tényezők a táblázatban.

Mindezek ellenére érdekes megállapításokat lehet tenni:  $V_1$  sebesség alatti, vagy azt elérő sebességű megszakított felszállások gyakrabban végződnek kicsúszással, ha ezek mellett hajtómű teljesítmény csökkenés, szennyezett futópálya, vagy keresztszél is jelen volt. Ugyanakkor megnövekedett kockázattal kell számolni keresztszél, illetve hátszél esetében is, ha széllokés, turbulencia vagy szélnyírás is előfordulhat.

A bekövetkezett események száma a párosított tényezők függvényében	$RTO \leq V_1$ (14)	$RTO \geq V_1$ (46)	Hjµ telj. csökkenés. (17)	Szennyezett felszállópálya (8)	Telj. Számolás: Tömeg/tömegközéppont (11)	Telj. Számolás: $V_1$ /futópályahossz (7)	Keresztszél (1)	Hátszél (0)	Széllokés/ turbulencia/szélnyírás (0)
$RTO \leq V_1$			3	2	<u>2</u>	2	0	0	0
$RTO \geq V_1$			<u>9</u>	<u>5</u>	<u>7</u>	<u>3</u>	1	0	0
Hajtómű teljesítmény csökkenés	3	9		<u>3</u>	1	<u>2</u>	0	0	0
Szennyezett felszállópálya	2	5	3		2	<u>2</u>	0	0	0
Telj. Számolás: Tömeg/tömegközéppont	2	7	1	<u>2</u>		1	0	0	0
Telj. Számolás: $V_1$ /futópályahossz	2	3	2	<u>2</u>	1		0	0	0
Keresztszél	0	1	0	0	0	0		0	0
Hátszél	0	0	0	0	0	0	0		0
Széllokés turbulencia szélnyírás	0	0	0	0	0	0	0	0	

2. táblázat. A felszállás során történő kisodródás kockázati tényező kombináció

A 3. táblázatban hasonló kölcsönhatásokat figyelhetünk meg a felszállás során történő túlfutások esetében. Bár a felszállás közbeni túlfutások száma jelentősen több mint a lesodródásoké, még ez is viszonylag kis szám, mely megnehezíti az összehasonlítást a további felosztások során. A gyűjtött adatok alapján kijelenthető, hogy összefüggés mutatható ki a hajtómű teljesítmény csökkenés és a  $V_1$  körüli megszakított felszállások között, valamint a nagysebességű megszakított felszállások és a futópálya szennyezett állapota között.



A bekövetkezett események száma a párosított tényezők függvényében	$RTO \leq V_1$ (14)	$RTO \geq V_1$ (46)	Hjómű telj. csökkenés.(17)	Szennyezett felszállópálya (8)	Telj. Számolás: Tömeg/tömegközéppont (11)	Telj. Számolás: $V_1$ /futópályahossz (7)	Keresztszél (1)	Hátszél (0)	Széllokés/ turbulencia/szélnyírás (0)
$RTO \leq V_1$			<u>8</u>	<u>5</u>	1	0	<u>3</u>	0	<u>2</u>
$RTO \geq V_1$			2	1	1	0	<u>2</u>	0	0
Hajtómű teljesítmény csökkenés	<u>8</u>	<u>2</u>		<u>2</u>	0	0	0	0	1
Szennyezett felszállópálya	<u>5</u>	1	2		0	0	<u>3</u>	0	1
Telj. Számolás: Tömeg/tömegközéppont	1	1	0	0		1	0	0	0
Telj. Számolás: $V_1$ /futópályahossz	0	0	0	0	1		0	0	0
Keresztszél	3	<u>2</u>	0	<u>3</u>	0	0		0	<u>4</u>
Hátszél	0	0	0	0	0	0	0		0
Széllokés turbulencia szélnyírás	2	0	1	1	0	0	<u>4</u>	0	

3. táblázat. A felszállás során történő túlfutások kockázati tényező kombinációi

### Leszállás során bekövetkezett nem szándékolt futópálya elhagyások

A 4. illetve az 5. táblázat a leszállás közben elkövetett nem szándékolt futópálya elhagyásokat mutatja be, különválasztva a kisodródást illetve a túlfutást. A felszállás közben történő nem szándékolt futópálya elhagyáshoz képest sokkal több adat áll rendelkezésre az elemzéshez. A táblázatban kiemelt cellák a bekövetkezett események legalább 20%-ában játszottak szerepet. A táblázatokból látható, hogy adott esetben egyes kockázati tényezők milyen nagy kihatású párokat alkothatnak: a kisodródások esetében egy hosszúra számolt/nagy sebességű bejövétel nem számít olyan súlyos kockázati tényezőnek, mint például a kemény földet érés elpattanással párosítva. Ez a tényező egyébként más tényezőkkel párban is magas eseményszámok kialakulásához vezetett.

Meglepő ezzel ellentétben, hogy a túlfutásokat elemző táblázat szerint az események bekövetkeztében kisebb szerepet játszik az elpattanással járó kemény földet érés, mint a hosszúra számolt/nagysebességű földet érés.

Ugyanakkor az 5. táblázatból látható, hogy a hosszúra számolt /nagysebességű bejövétel kockázati tényezőként több esetben kapcsolódva egyéb faktorokkal erősíti a túlfutások bekövetkezésének lehetőségét, míg egy durva/elpattanásos földetérés viszonylag kisszámú túlfutáshoz vezet. Megfigyelhető az is, hogy ez a faktor viszonylag azonos számú eseményt okozott a stabilizált és a nem stabilizált megközelítések esetében is, azaz elég komoly kockázati tényezőként számolhatunk vele.

A bekövetkezett események száma a párosított tényezők függvényében	Stabilizált megközelítés (114)	Nem stabilizált megközelítés (39)	Nem került végrehajtásra a megszakított megközelítés (44)	Földetérés hosszú/ nagy sebesség (54)	A földetérés kemény/ elpattanás (50)	Szennyezett leszállópálya (90)	Keresztszél (47)	Hátszél (8)	Széllökés/ turbulencia/szélnyírás (32)
Stabilizált megközelítés			5	4	<u>17</u>	<u>39</u>	<u>24</u>	<u>5</u>	<u>14</u>
Nem stabilizált megközelítés			<u>36</u>	7	<u>20</u>	<u>20</u>	8	1	<u>11</u>
Nem került végrehajtásra a megszakított megközelítés	5	36		9	<u>24</u>	25	10	1	<u>10</u>
Földetérés hosszú/ nagy sebesség	4	7	<u>9</u>		5	4	2	1	<u>9</u>
A földetérés kemény/ elpattanás	17	<u>20</u>	<u>24</u>	5		<u>21</u>	<u>17</u>	<u>2</u>	<u>12</u>
Szennyezett leszállópálya	<u>39</u>	<u>20</u>	<u>25</u>	4	21		<u>24</u>	<u>5</u>	<u>21</u>
Keresztszél	<u>24</u>	<u>8</u>	<u>10</u>	2	17	24		3	<u>22</u>
Hátszél	5	1	1	1	2	5	3		1
Széllökés turbulencia szélnyírás	14	<u>11</u>	<u>10</u>	9	<u>12</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	1	

4. táblázat. Leszállás során történő kisodródások kockázati tényező kombinációi

A táblázatokból jól látható, milyen interakciók jöhetnek létre a különböző kockázati tényezők között, és rámutatnak az események kialakulásának lehetséges megelőzésére is.

A bekövetkezett események száma a párosított tényezők függvényében	Stabilizált megközelítés (47)	Nem stabilizált megközelítés (87)	Nem került végrehajtásra a megszakított megközelítés (107)	Földetérés hosszú/ nagy sebesség (118)	A földetérés kemény/ elpattanás (17)	Szennyezett leszállópálya (101)	Keresztszél (18)	Hátszél (30)	Széllokés/ turbulencia/szélnyírás (22)
Stabilizált megközelítés			13	13	3	<u>25</u>	3	<u>8</u>	<u>6</u>
Nem stabilizált megközelítés			<u>84</u>	<u>77</u>	<u>7</u>	<u>43</u>	<u>7</u>	<u>14</u>	<u>13</u>
Nem került végrehajtásra a megszakított megközelítés	<u>13</u>	<u>84</u>		<u>91</u>	<u>14</u>	<u>53</u>	<u>10</u>	<u>19</u>	<u>18</u>
A földetérés hosszú/ nagy sebesség	<u>13</u>	<u>77</u>	<u>91</u>		<u>15</u>	<u>53</u>	<u>9</u>	<u>20</u>	<u>14</u>
A földetérés kemény/ elpattanás	3	8	14	<u>15</u>		5	2	<u>7</u>	<u>5</u>
Szennyezett leszállópálya	<u>25</u>	<u>43</u>	<u>53</u>	<u>53</u>	<u>5</u>		<u>10</u>	<u>15</u>	<u>16</u>
Keresztszél	3	7	10	9	2	10		7	16
Hátszél	8	14	19	20	<u>7</u>	15	<u>7</u>		8
Széllokés turbulencia szélnyírás	6	13	18	14	<u>5</u>	16	<u>16</u>	<u>8</u>	

5. táblázat. Leszállás során kialakuló túlfutás kockázati tényezői

Jó példa a mindennapi életből vett megszakított megközelítés. Ez a tevékenység már önmagában is jelentős megfontolást, kockázatelemzést követel a személyzettől. Mikor süllyedjen akár az elhatározási magasság alá is, vagy mikor hajtsa végre a megszakított megközelítést? Természetesen az üzemeltetők, üzemben tartók, illetve a repülőterek üzemeltetői is segítséget nyújtanak ebben a kérdésben a személyzetek számára kidolgozott repülőterrendek, megközelítési eljárások elkészítésével, de a végső döntés továbbra is a gépparancsnok felelőssége.

Az esettanulmányokból egyértelműen kiderül, hogy a megszakított megközelítések végrehajtásának elmulasztása, azaz a bejövétel folytatása nem megfelelő paraméterek mellett, bármilyen körülmények

között a repülőesemények túlnyomó százalékában hozzájárult a kialakult repülőesemények létrejöttéhez.

Ez a tényező kimutathatóan interakcióba lépett más rizikófaktorokkal, mint például a nem stabilizált megközelítés, a hosszúra számolt leszállás, a kemény földetérés illetve a szennyezett futópálya állapot, ami magától indikálta az események bekövetkeztét.

Ebből is látható, hogy az egyes rizikófaktorok nem kezelhetők különállóan, hiszen e tényezők egymásra gyakorolt hatása, interakciója az a körülmény, ami a repülésbiztonságot befolyásolja.

## MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEK A KOCKÁZATI TÉNYEZŐK CSÖKKENTÉSÉRE

### **A megelőzés alapvető területei**

A repülések végrehajtásának folyamatát elemezve öt fő területen hajtható végre hatásosan beavatkozás az események megelőzésének érdekében, melyek a következők:

- Légi jármű üzemeltetés;
- légiforgalmi irányítás;
- repülőtér üzemeltetés, üzemben tartás;
- légi jármű gyártók;
- szabályzók, eljárások, jogszabályok.

Annak ellenére, hogy a felsorolás különválasztja a megelőzés területeit, a valóságban e szereplők szoros együttműködése szükséges a repülés folyamatának természetéből adódóan. A megoldás a biztonság növelésére a felsorolt területek képviselőinek differenciált szintű csoportokba, szervezetekbe tömörítése, a futópálya biztonság alapjainak megteremtését szem előtt tartva.

- Helyi szint: a repülésbiztonsággal foglalkozó alap-szervezet, csoport, melynek javasolt tagjai a repülőtér képviselői, a légiforgalmi irányítás kijelöl tagja, a légi jármű vezetők által delegált személy és a járatok képviselője. Alapcél a futópálya biztonsággal kapcsolatos témák folyamatos figyelemmel kísérése, a bekövetkezett események revíziója, mint például a futópálya elhagyások, futópálya sértések vagy a leszállópálya eltévesztésének esélye.
- Nemzeti szint: a futópálya elhagyás, mint különálló veszélyforrás kezelésének vizsgálata, a nemzeti légiközlekedési hatóságnál, szoros együttműködésben az üzemeltetőkkel, légiforgalmi irányító szervezetekkel, hajózó személyzetekkel, illetve a repülőtér üzemeltetők képviselőivel.
- Nemzetközi szint: Kiemelt kérdésként kell foglalkozni a futópálya elhagyással, mint a futópálya biztonság egyik meghatározó elemével.

A három szintnek biztosítani kell megfelelő információs struktúrával a bekövetkezett események információinak pontos, gyors áramlását minden szint felé az utólagos elemzéshez és kiértékeléshez a jövőbeni kockázatok csökkentése érdekében.

Tekintsük át, hogy az egyes szakterületek milyen eljárásokkal, milyen vezérelvek szerinti működéssel járulhatnak hozzá a repülésbiztonság növeléséhez.

## **Az üzemeltetők**

- kövessék figyelemmel a fel és leszállások során jelentkező kockázati tényezőket;
- azonosítsák folyamatosan az általuk leggyakrabban használt futópályákat jellemző kockázati tényezőket, amelyek befolyásolhatják a biztonságos üzemelést;
- tartsanak képzési programokat a fel és leszállás során történő teljesítményszámolásra;
- az határozzák meg a megszakított felszállás feltételeit és gyakoroltassák a döntésmeghozatal mechanizmusát;
- nyomatékosítsák a gépszemélyzet együttműködésének kötődését az SOP-hoz, amely elengedhetetlenül fontos a megszakított felszállások során;
- meg kell fogalmazniuk, közzé kell tenniük és gyakoroltatniuk kell a stabilizált megközelítés elemeit;
- meg kell teremteniük, gyakoroltatniuk és támogatniuk azt az elvet, hogy a megszakított megközelítés nem számít repüléstechnikai hibának.

## **SOP**

- A vezető szervek és a hajózó állomány együttműködve fejlesszék az SOP-t és rendszeresen frissítsék azt;
- az üzemeltetőknek:
  - meg kell határozniuk a stabilizált megközelítés feltételeit és annak végrehajtási követelményeit;
  - meg kell határozniuk azokat a feltételeket, melyek nem teljesülése esetén megszakított megközelítést kell végrehajtani;
  - meg kell bizonyosodniuk róla, hogy a gépszemélyzetek megfelelő ismeretekkel rendelkeznek a következő kockázati tényezőkkel kapcsolatban:
    - Milyen tényezők befolyásolják a leszállási/felszállási úthosszakot?
    - Mik a vízensiklás (aquaplaning) elősegítő tényezők?
    - Mik a leszállási úthossz számításának alapjai?
    - Melyek a keresztszél és kormányozással kapcsolatos tényezők?
    - Fékhatás, fékezés együttható és maximális oldalszél komponens a futópálya állapot függvényében.
    - A hátszélben történő leszállás szennyezett futópályára nem ajánlott.

- Az üzemeltetőknek meg kell határozniuk és gyakoroltatniuk kell:
  - A futópálya elhagyás kockázatának becslését a segéd táblázatok alapján;
  - a kockázatos futópálya műveleteket;
  - a megszakított felszállást, megszakított leszállást és tevékenység rendjét az elpattanással járó földetérés során;
  - a leszállási úthossz kiszámítását/beclsését minden leszállás előtt;
  - a fel/leszállást oldalszélben;
  - a megfelelő kilebegtetést;
  - a továbbmenetelt kilebegtetés közben illetve földetérés után is;
  - a leszállásokat nedves, csúszós illetve szennyezett pályára;
  - a fékek, áramlásrontó szárnyféklapok és sugárfordító segítségével végrehajtott fékezés végrehajtását a gyári üzemeltetési utasítás szerint, és ezek használatát a biztonságos gurulási sebesség eléréséig;
  - az automata fékezőrendszer és sugárfordító használatát nedves és/vagy szennyezett futópályán;
  - az oldalkormány, differenciál fékek és orrfutó használata a légi jármű fékezése és a leszállópálya elhagyása során;
  - az esetleges szituációk felismerését, amikor a rendelkezésre álló fékező berendezések maximális teljesítményen történő működtetése szükséges;
  - a futópálya állapot jelentésének módját a gépszemélyzet által.

## **Repülőtér üzemeltetők**

### *Irányelvek a biztonsággal kapcsolatban*

- Az üzemeltetők bizonyosodjanak meg arról, hogy a futópálya végbiztonsági sáv, a mozgási és munkaterület megfelel az ICAO Annex 14-ben leírtaknak;
- az üzemeltetőknek meg kell határozniuk azokat a kritériumokat, melyek teljesülése esetén a leszállópályát le kell zárni a futópálya elhagyás veszélye miatt;
- meg kell bizonyosodniuk arról, hogy a leszállópálya az ICAO ajánlásainak megfelelően épült és az üzemeltetése biztosítja a megfelelő súrlódást és vízelnyelést;
- meg kell bizonyosodniuk arról, hogy a tűzoltó és mentő szolgálat megfelelően felkészült és riasztásra kész a repülőtér üzemideje alatt, valamint, hogy ismerik az összes légi jármű oltási/mentési eljárásait, amiket a repülőtér fogadni képes;
- az üzemeltetők biztosítsanak vizuális megjelenítést a gépszemélyzetek számára a hátralévő futópályahosszról.

## SOP

- Az üzemeltetők bizonyosodjanak meg róla, hogy a repülőtér vizuális jelzései jól láthatók-különös figyelemmel a futópályára- és megfelelnek az ICAO ajánlásainak;
- bizonyosodjanak meg róla, hogy az infrastruktúrában bekövetkezett változások (pl. áthelyezett küszöb, futópálya szélesség változása) időben és pontosan közzétételre kerültek (NOTAM-ok);
- győződjenek meg róla, hogy a futópálya állapotok időben közzétételre kerültek (pl. ATIS-adás);
- dolgozzanak ki megfelelő eljárásokat, amelyek biztosítják a megfelelő fékezési karakterisztikákat a futópálya felületén;
- csökkentsék a környezeti (jég, eső, homok) és egyéb lerakódások (jégtelenítő folyadék, gumifoltok) hatásait a futópályán;

## Légiforgalmi irányítási rendszer

A légtérgazdálkodásnak és légiforgalmi irányításnak két fő feladata van a futópálya elhagyás kockázatának csökkentésében, úgy mint:

- olyan légiforgalmi szolgáltatást nyújtani, ami biztosítja a stabilizált megközelítést, valamint
- a személyzetek számára időbeni, pontos információkat továbbítani, és ez által csökkenti a futópálya elhagyás kockázatát.

## Vezérelvek

- Bizonyosodjanak meg róla, hogy minden ATM/ATC szakszemélyzet megértette a stabilizált megközelítés folyamatát, és annak előnyeit;
- fokozzák az együttműködést az ATM/ATC egységek és a légijármű vezetők között;
- az üzemeltetők és az ATM/ATC személyzet közösen fejlesszék és rendszeresen frissítsék az érkezési és indulási eljárásokat;
- az ATM/ATC személyzet követelje meg a szabvány ICAO rádiólevelezés használatát.

## Általános Működési Eljárások

Az irányításnak a következőkkel kell segítenie a gépszemélyzeteket a stabilizált megközelítés feltételeinek kialakításában:

- az érkező légijárművek leszálláshoz előnyös pozícióba történő vektorálásával;
- kerüljék el a késői leszállóirány fordításokat, különösen a végső megközelítés pontja után;
- alakítsanak ki megfelelő süllyedési rátával végrehajtott bevezetéseket;
- lehetőség szerint mellőzzék a sebességmanővereket a megközelítés végső szakaszában;

- az irányítás felelőssége a szélirány függvényében használatos leszállóirány kijelölése és a gépszemélyzetek meteorológiai és futópálya állapotával kapcsolatos információkkal történő gyors és pontos kiszolgálása.

## **A hatóság feladatai**

- A hatóság feladata, hogy megteremtse a pontos, rendszeres és időbeni futópálya állapotok jelentésének szabványrendszerét;
- ki kell dolgoznia egy szabványt a fel-és leszállási információk áramoltatására a futópálya állapotok függvényében;
- ki kell dolgoznia a futópálya állapot- jelentések ellenőrzési rendjét.

## **Légijármű gyártók**

- A gyártók biztosítsanak megfelelő üzemeltetési és teljesítményre vonatkozó adatokat/ információkat az üzemeltetők részére a különféle futópálya állapotok függvényében, amivel az üzemeltetők találkozhatnak a repülési üzem során.

## **MEGÁLLAPÍTÁSOK, AJÁNLÁSOK**

A repülőesemények vizsgálatának végső eredményeit összefoglalva a következő megállapítások, általános ajánlások kerültek megállapításra a futópálya elhagyások kapcsán, melyek segítségével csökkenthető a futópálya elhagyások kockázata.

### **1. A nem megfelelően végrehajtott megszakított felszállás jelentősen megnöveli a futópálya elhagyás kockázatát.**

Ez a kockázat csak akkor csökkenthető, ha a pilóták megértik és begyakorolják az RTO –ra vonatkozó döntéshozatal menetét és azt begyakorolják, akár szimulátor segítségével is. Erősen ajánlott a képzésbe beemelni a következő szituációkat:

- Váratlan tolóerő csökkenés vagy annak teljes elvesztése;
- futómű abroncs vagy más mechanikai hiba;
- féklap és áramlásrontó szárnyféklap meghibásodás,
- a képzés térjen ki a fékezés közbeni iránytartás folyamatára és a személyzet közötti információ cserére is ami elengedhetetlen ilyen szituációkban és az SOP-k is tartalmazzák (CRM).

### **2. A felszállási teljesítmény számítások hibái megnövelik a felszállás során bekövetkező futópálya elhagyás kockázatát.**

- Az üzemeltetőknek megfelelő tömeg és egyensúlyszámító eljárást kell kidolgozniuk, amely biztosítja a hibák feltárását is;



- Megfelelő eljárást kell használniuk a felszállási teljesítményadatok számítási pontosságának ellenőrzéséhez.
3. A nem stabilizált megközelítések növelik a futópálya elhagyás kockázatát.
- Az üzemeltetőknek meg kell fogalmazniuk, közzé kell tenniük és oktatniuk kell a stabilizált megközelítés elemeit;
  - A gépszemélyzeteknek fel kell ismerniük, hogy a következő tényezők a futópálya elhagyás kialakulásának gyakori tényezői:
    - Nagy sebességgel végrehajtott siklópálya feletti bejövétel;
    - küszöb fölött az előírtnál nagyobb magasságon történő bejövétel;
    - hosszúra számolt, kemény földetérés, elpattanás földetérés után.
  - Az ATM/ATC személyzeteknek segítenie kell a gépszemélyzetet a stabilizált megközelítés feltételeinek kialakításában.
4. A megszakított megközelítés végrehajtásának elmulasztása illetve a továbbmenetel szükségességének nem időbeni felismerése a futópálya elhagyásból eredő balesetek egyik fő oka.
- Az üzemeltetők metodikájának tartalmaznia kell a megszakított megközelítésre vonatkozó utasítást, ha nem teljesülnek a stabilizált megközelítés feltételei;
  - erősíteniük kell azt az elvet, hogy a megszakított megközelítés nem számít pilótahibának (no fault go-around);
  - a képzésnek, szimulátor gyakorlatoknak szintén támogatnia kell ezt a szemléletmódot.
5. A szennyezett futópálya megnöveli a futópálya elhagyás kockázatát.
- A személyzetek számára biztosítani kell a pontos, hasznos és időbeni futópálya állapotokra vonatkozó információkat.
  - Egy egyetemes, általános könnyen használható eljárást kell kialakítani/kifejleszteni a futópálya állapot jelentések rendjére, csökkentve ezzel a nem szándékolt futópálya elhagyások kockázatát.
  - A gyártók adjanak minél pontosabb üzemeltetési és teljesítmény adatokat az üzemeltetők számára a légijárművek működési környezetétől függően (jeges pálya, oldalszél, magashegyi üzemelés).
6. A sugárfordító használatával kapcsolatos témakör szintén növeli a futópálya elhagyás kockázatát.
- A gépszemélyzetek a sugárfordító használata során készüljenek fel annak esetleges mechanikai meghibásodására és az aszimmetrikus működésre is;
  - a sugárfordító a legnagyobb hatékonyságát nagy sebesség mellett éri el.

7. Több kockázati tényező együttes fennállása (pl. szennyezett futópálya és meghibásodott sugárfordítóval vagy erős oldalszél és nem stabilizált megközelítés) hatványozottan növeli a futópálya elhagyás kialakulásának kockázatát.
  - A légitársaságok, üzemeltetők és a gépszemélyzetek közösen fejlesszék az SOP-kat;
  - az SOP-kat rendszeres frissíteni kell, ami az üzemeltetők, személyzetek feladata kell, hogy legyen.
8. Az SOP-k megalkotása és azok betartása megnöveli a gépszemélyzetek döntéshozó képességét és csökkenti a futópálya elhagyások kockázatát.
  - A menedzsment és a gépszemélyzetek közösen fejlesszék az SOP-kat;
  - az SOP-kat rendszeresen felül kell vizsgálni és frissíteni kell, ami szintén a menedzsment és a gépszemélyzet közös feladata kell, hogy legyen.
9. A futópálya elhagyásból eredő repülőesemény súlyossága a pillanatnyi sebesség, energia függvénye, illetve befolyásolják a különböző akadályok, amikbe a teljes megállásig a légi jármű beleütközhet.
  - A futópálya sáv kialakításának igazodnia kell az ICAO 14. Annexében leírtakhoz;
  - minden futópálya végén az ICAO 14. Annexének megfelelő végbiztonsági sávot (RESA) kell létrehozni (elfogó háló, leszállásfékező ágy);
  - a repülőtéren megfelelően képzett tűzoltó- mentő erőket kell készenlétben tartani a repülések teljes ideje alatt.
10. A futópályához, annak állapotához és a légi járművek fékezési teljesítményadatainak közzétételéhez kapcsolódó általános szabványok csökkentik a futópálya elhagyás kockázatát.
  - A szabályozói környezet teremtsen meg globális, egyetemes szabványt a futópálya állapotok mérésére, jelentési rendjére és a légi járművek teljesítményadatainak közzétételére.

## ZÁRSÓ

Az ajánlásokat alaposan szemügyre véve megállapítható, hogy igen széleskörű együttműködés szükséges minden szakterület között és a repülőesemények kialakulásának megelőzése csak közös, jól koordinált megelőző munka segítségével érhető el. Nagyon fontos, hogy az egyes területeken dogozó egyének átérezzék a repülési üzemben vállalt felelősségüket, és szem előtt tartás az örökéletű jelmondatot: SAFETY FIRST!

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ICAO: Annex 11, Air Traffic Services
- [2] ICAO: Annex 14, Aerodromes
- [3] ICAO: Doc. 4444 „Procedures for Air Navigation Services- Air Traffic Management
- [4] MUDRA ISTVÁN: Futópálya biztonság
- [5] TÓTH ISTVÁN: Közelkörzeti navigáció és repülési eljárások
- [6] [http://www.skybrary.aero/index.php/Portal:Runway\\_Excursion](http://www.skybrary.aero/index.php/Portal:Runway_Excursion)