

TJ02000334 - Psychofyziologická kondice u pilotů a její vliv na provedení závěrečné fáze přistání na letišti

Návrh změn postupů a procedur civilního letectví v konečné fázi přiblížení a přistání na letišti

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy
Letiště Praha, a. s.

Obsah

1	Úvod	1
2	Události spojené s provozní bezpečností dráhy	1
2.1	Narušení dráhy (Runway Incursion)	3
2.2	Hodnocení rizik narušení dráhy	8
2.3	Letiště Praha Ruzyně a narušení dráhy	10
3	Limitace současného stavu	14
4	Návrh změn postupů a procedur	14

1 Úvod

Tento dokument popisuje návrhy změn postupů a procedur v civilním letectví, které jsou specificky zaměřeny na fázi konečného přiblížení a přistání na letišti. Vzhledem ke komplexnosti problematiky bezpečnosti v této fázi (množství a složitost bezpečnostních problémů) byla studie s využitím VR simulátoru zaměřena specificky na problematiku “runway incursion”, tedy narušení vzletové a přistávací dráhy. Faktory tohoto typu událostí jsou společné i pro další typy bezpečnostních událostí a tak výsledné doporučení mají navzdory této limitaci širší uplatnění. Pro pochopení širšího kontextu jsou v tomto dokumentu v kapitole 2 diskutovány také další typy událostí, které souvisí s bezpečností při přiblížení a přistání na vzletové a přistávací dráze (VPD).

2 Události spojené s provozní bezpečností dráhy

Letecký provoz na letištích je spojen s určitými riziky, které je třeba monitorovat a řídit, aby nedocházelo k událostem snižujícím leteckou bezpečnost. Letištní infrastruktura je nedílnou součástí leteckého provozu a přispívá výrazně k úrovni bezpečnosti.

Mezi priority organizace ICAO patří mimo jiné zvyšování bezpečnosti VPD (Runway Safety). S tímto tématem souvisí blíže specifikované události, kterými se organizace ICAO, potažmo EUROCONTROL a další, zabývají a snaží se minimalizovat jejich dopad na bezpečnost letecké dopravy. V roce 2011 Network Manager EUROCONTROLU představil „TOP 5“ bezpečnostních priorit, z nichž některé souvisejí s provozní bezpečností dráhy, jako přistání bez letového povolení, odhalení obsazené dráhy a náhlý dráhový konflikt s vysokou energií. Základními nejčastěji se vyskytujícími typy událostí souvisejícími s provozem na vzletových a přistávacích drahách (viz tabulku 1) jsou dle kategorizace ICAO následující [1]:

- Abnormální kontakt s dráhou (Abnormal Runway Contact)
- Střet s ptákem (Bird Strike)
- Srážka na zemi (Ground Collision)
- Pozemní odbavení (Ground Handling)
- Vyjetí z VPD (Runway Excursion)

- Narušení VPD (Runway Incursion)
- Ztráta řízení na zemi (Loss of Control on the Ground)
- Srážka s překážkou (Collision with Obstacle(s))
- Přistání mimo dráhu (Undershoot / Overshoot)
- Letiště (Aerodrome)

Tabulka 1 uvádí jejich bližší popis. Dalšími typy událostí spojenými s provozní bezpečností dráhy jsou: záměna drah (Runway confusion), přerušování vzletu při vysoké rychlosti, události spojené se zvěř, poškození cizím předmětem (FOD).

Z pohledu provozovatele letiště existuje několik možností, jak bezpečnost na letišti ovlivnit. Může se jednat o specifické provozní postupy, úpravu rozložení vzletových a přistávacích drah, pojezdových drah, nebo instalaci systémů snižujících riziko nehody a využití moderních technologií. K tomu, aby měli vedoucí pracovníci k dispozici všechna potřebná data pro stanovení vhodného řešení, je žádoucí tato řešení před jejich zavedením posoudit na konkrétním případě letiště s ohledem na specifika jeho provozu, priority a plány rozvoje.

Tabulka 1: Popis nejčastěji se vyskytujících událostí spojených s provozní bezpečností dráhy

Abnormální kontakt s dráhou (ARC)	Vzlet nebo přistání zahrnující abnormální kontakt s dráhou nebo povrchem pro přistání.
Střet s ptákem (Bird)	Střet / blízký střet nebo nasátí jednoho či více ptáků.
Srážka na zemi (GCOL)	Srážka během poježdění na nebo z dráhy v užívání.
Pozemní odbavení (RAMP)	Události nastalé během (nebo výsledkem) pozemního odbavení.
Vyjetí z dráhy (RE)	Událost během které letadlo při vzletu nebo přistání buď stranově nebo na konci vyjede z dráhy.
Narušení dráhy (RI)	Jakákoliv událost na letišti zahrnující nesprávnou přítomnost letadla, mobilního prostředku nebo osoby v ochranné zóně plochy určené k přistávání nebo vzletům letadel
Ztráta řízení na zemi (LOC-G)	Ztráta řízení letadla během pohybu po zemi.
Srážka s překážkou (CTOL)	Srážka s jednou nebo více překážkami během vzletu nebo přistání (za letu).
Přistání mimo dráhu (USOS)	Dotyk mimo povrch dráhy.
Letiště (ADRM)	Události zahrnující design letiště, služby nebo potíže s jeho funkcí.

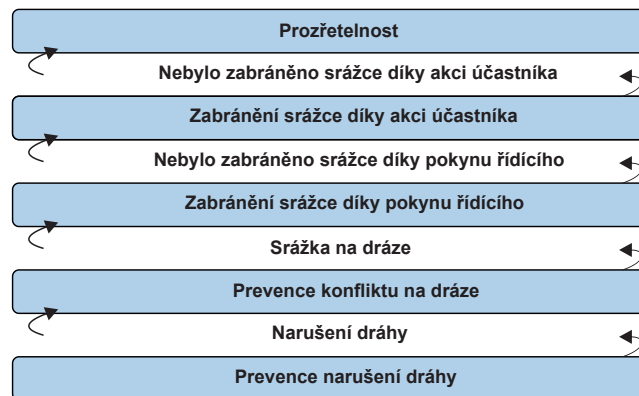
2.1 Narušení dráhy (Runway Incursion)

Z výše uvedených typů událostí se dále v dokumentu blíže zaměříme na narušení dráhy (Runway incursion), což je událost, která je leteckým předpisem L-4444 definováno jako „Jakákoliv událost na letišti zahrnující nesprávnou přítomnost letadla, mobilního prostředku nebo osoby v ochranné zóně plochy určené k přistávání nebo vzletům letadel“.[2]

Typickými scénáři, při kterých dochází k narušení dráhy jsou tyto situace:

- a) letadlo nebo vozidlo křižující dráhu před přistávajícím letadlem;
- b) letadlo nebo vozidlo křižující dráhu před startujícím letadlem;
- c) letadlo nebo vozidlo překračující značení vyčkávacího místa dráhy;
- d) letadlo nebo vozidlo nejisté si svou polohou neúmyslně vstoupí na aktivní dráhu;
- e) problémy v komunikaci vedoucí k nedodržení pokynu řízení letového provozu; a
- f) letadlo projíždějící za letadlem nebo vozidlem, které neopustilo dráhu

Narušení dráhy může vést k potenciálně velmi nebezpečné situaci, a to srážce nebo blízké srážce dvou letadel nebo letadla a vozidla, jako tomu bylo na letišti Tenerife Norte v roce 1977. Od té doby urazilo letectví dlouhou cestu k bezpečnějšímu provozu, nejen díky implementaci moderních technologií, nicméně k událostem typu narušení dráhy dochází nadále. Dle nahlášených událostí mezi lety 2012 a 2016 došlo celosvětově v průměru k jednomu incidentu narušení dráhy denně. Jak již bylo zmíněno, EUROCONTROL řadí

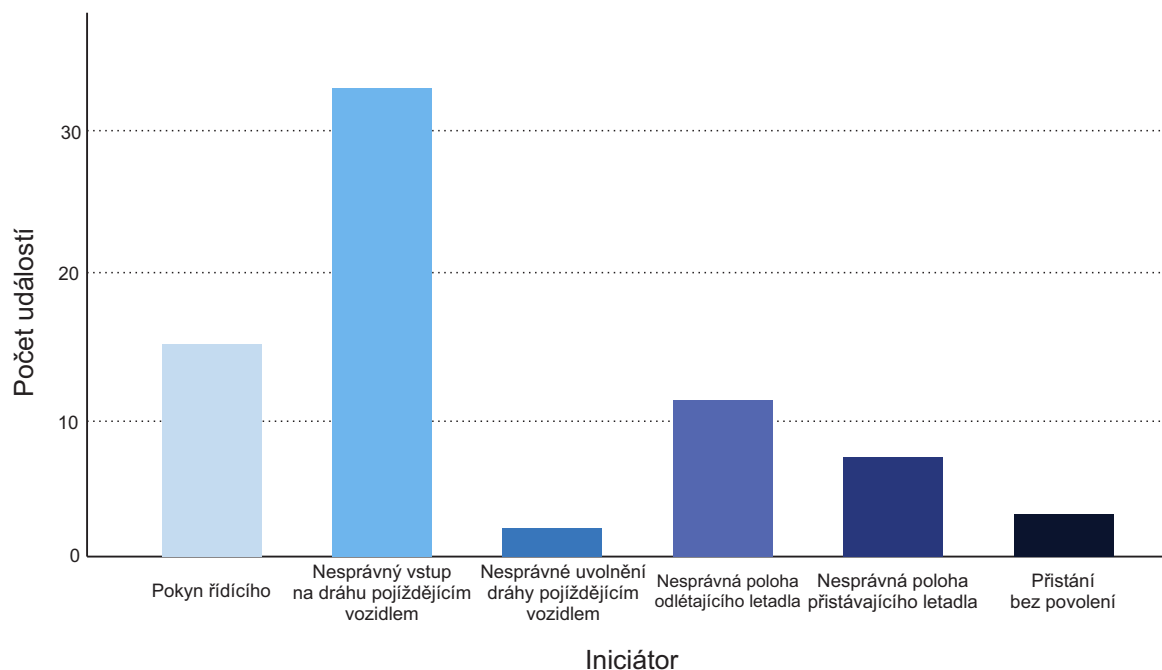


Obrázek 1: Hierarchie základních identifikovaných bariér pro události narušení dráhy.[3]

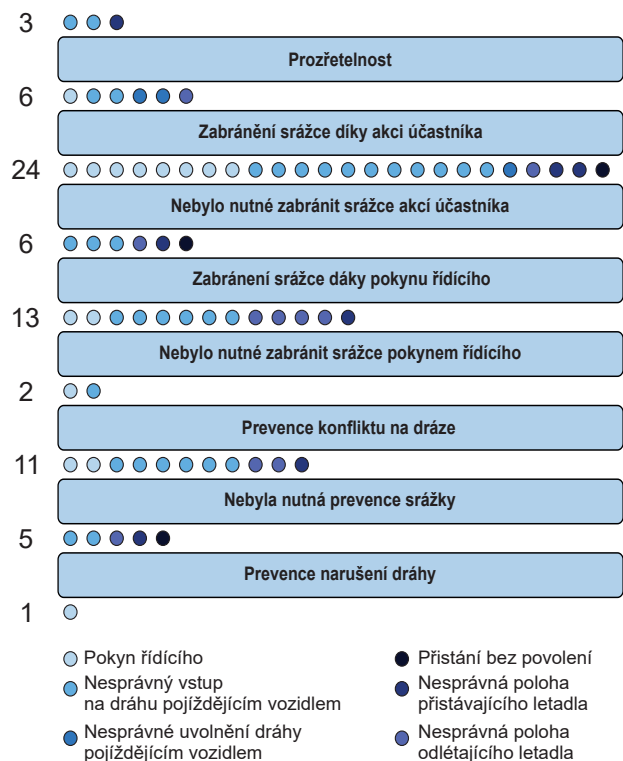
situace narušení dráhy mezi svých pět nejvyšších priorit. S tím souvisí i bezpečnostní studie zpracovaná na toto téma. Jedná se o analýzu 71 událostí z let 2006 až 2016 využívající modelu bezpečnostních bariér „Safety Functions Map Configuration Description Model“ [3, 4], který zkoumá účinnost jednotlivých „záchranných sítí“. Použitím tohoto modelu EUROCONTROL identifikoval celkem pět základních zábran (viz obr. 1) a stanovil několik závěrů a doporučení. Model v sobě kombinuje jak prvky teorií Safety-I, tak Safety-II[5], a to právě tím, že pomáhá identifikovat zábrany, které selhaly a které naopak zapracovaly správně, čímž odhaluje prvky odolnosti nastaveného systému. Je nutné dodat, že analýza probíhala z anglicky vypracovaných závěrečných zpráv národních ústavů pro šetření nehod a incidentů, což znamená, že případy musely být hodnoceny jako vážné incidenty nebo nehody.

Na obrázku 2 je vidět distribuce dle iniciátora události. Jak je patrné, nejčastěji došlo k narušení dráhy chybným vstupem při pojíždění mobilních prostředků (46 %) a dále chybným povolením ATC pro vstup na dráhu (21 %).

Z bezpečnostní studie vyplývá i fakt, že mezi nejčastějšími událostmi RI byly následující: Náhlý dráhový konflikt s vysokou energií (Sudden High Energy Runway Conflict - SHERC),



Obrázek 2: Závislost počtu událostí narušení dráhy na druhu iniciace v souboru analyzovaných případů organizací EUROCONTROL.[3]



Obrázek 3: Úspěšnost jednotlivých zábran při narušení dráhy v souboru analyzovaných případů organizací EUROCONTROL.[3]

jenž tvořil 28 %, vydání povolení na obsazenou dráhu ze strany ATC - věžníka (39 %) a narušení dráhy vozidlem (30 %). Méně častými byly události za LVO (7 %), a vliv předávání pozice mezi dvěma ATCO (7 %). Z dalších hodnocených faktorů plyne závěr, že pouze 28 % událostí se stalo v noci, ovšem pokud již událost v noci nastala, prošla v 66 % třemi základními zábranami. Celkový výsledek jednotlivých bariér je vidět na obrázku 3.

Faktory, které nejčastěji přispívají k narušení dráhy byly identifikovány v publikaci ICAO „Global Runway Safety Action Plan“ [1] a jsou blíže popsány v tabulce 2. Rozděleny jsou na latentní podmínky, které zůstávají skryty v systému, dokud nenastane nepříznivá událost, která je odhalí. Dále je jmenována hrozba, která vyžaduje od posádky pozornost a činnost pro zachování úrovně bezpečnosti, avšak zůstává mimo její přímý vliv. A nakonec aktivní činnost lidského prvku v systému, jenž podléhá vlivům a zkreslením dle poznání o lidském faktoru, jako jsou falešné vjemy, výpadky paměti a snížení situačního povědomí.

Tabulka 2: Přispívající faktory k narušení dráhy

Přispívající faktory	Popis/Příklady
<i>Latentní podmínky</i>	
Výcvik	Zahrnuje nedostatečný výcvik řídicích, pilotů a řidičů
Postupy	Nedostatečné, nevhodné nebo chybějící postupy
Dohled Úřadu	Nedostatečný dohled dozorců Úřadu pověřeného státem
Řízení bezpečnosti	Chybějící nebo neefektivní řízení bezpečnosti
Design letiště	Složitý nebo neadekvátní návrh letiště, složitost uspořádání komunikací a pojezdových drah sousedících s drahou, protínající se/křížující dráhy, nedostatečný rozestup mezi paralelními drahami, vyčkávací pojezdové dráhy, které neprotínají dráhy v pravém úhlu, chybějící obvodové pojezdové dráhy zabraňující křížení. Nedostatečné nebo špatně udržované vizuální pomůcky (včetně značek, značení a osvětlení). Špatně udržované dráhy (tření atd.).
Pracovní podmínky	Zahrnuje problémy, jako je „sterilní kokpit“ při pojiždění pilotů. Pro řídicí letového provozu rozhraní člověk-stroj a ergonomie ovlivňující jejich schopnost udržovat, pokud je to možné, nepřetržitý pohled ven, možnost vizuálního kontaktu se všemi plochami letiště bez překážek, nebo použití sledovacích systémů, jako je A- SMGCS.
<i>Hrozby</i>	
Meteorologie	Zahrnuje špatnou viditelnost, déšť, sníh a námrazu, jenž mohou zakrývat vizuální návěstidla a další pomůcky
<i>Aktivní lidský výkon</i>	
Faktory ovlivňující pilota	Zahrnuje neúmyslné nedodržení pokynů ATC, zejména vzlet nebo přistání bez povolení
Faktory ovlivňující řidiče vozidla	Může zahrnovat vstup na dráhu bez povolení nebo nedodržení instrukcí ATC
Faktory ovlivňující ATCO	Zahrnuje vydání povolení k přistání/vzletu na obsazené dráze, nemonitorování polohy letadla při přiblížení k protínajícím se drahám a povolení letadla ke křížení dráhy, na které probíhá vzlet/přistání.
Komunikační chyby	Chyby při komunikaci mezi řídicími letového provozu a piloty nebo řidiči vozidel v provozní části letiště často souvisí s postupem potvrzení povolení.

Z bezpečnostních studií a šetření událostí spojených s provozní bezpečností dráhy vyplývá, že mezi vůbec nejčastější faktory patří problémy v komunikaci. Konkrétně se jedná o:

- Složité instrukce letadlům
- Vysoká rychlost řeči
- Komunikace ve dvou jazycích
- Časté přehlčení frekvence
- Používání nestandardní frazeologie
- Záměna volacích znaků
- Chybějící, špatné nebo neúplné potvrzení povolení
- Neadekvátní letecká angličtina
- Angličtina s těžkým přízvukem
- Použití různých frekvencí pro provoz na jedné dráze
- Neadekvátní výcvik komunikace řidičů vozidel

Dalším důležitým faktorem při předcházení narušení dráhy je udržení si situačního povědomí. Tomu napomáhá i fyzické omezení možnosti pro piloty a řidiče vozidel omylem vstoupit na dráhu. Mezi řešení je možné jmenovat například optimální využití obvodových pojezdových drah, vyhýbání se křížení více drah, jednoduché a logické uspořádání pojezdových drah, aby bylo letiště intuitivní a uživatelsky přívětivé jak pro řidiče vozidel, tak pro řídící a piloty. Hlavními aspekty situačního povědomí je znalost vlastní polohy, stejně tak jako vizualizace trasy k místu, kam se letadlo nebo vozidlo snaží dostat a povědomí o okolním provozu – kde se nachází a kam směřuje. Ztratit se na letišti je možné i za dobré dohlednosti a ve dne. Nebezpečnou situací je ta, kdy si posádka myslí, že ví, kde je, nicméně její reálná poloha je jiná. Obzvláště za nízké dohlednosti je nutné klást důraz na pozemní navigaci po letišti.

Studie indikují jako další nejčastější faktory spojované s letovou posádkou následující:

- Neúmyslné nedodržení povolení řízení letového provozu. Často jsou výsledkem komunikační chyby nebo ztráta situačního povědomí

- Nedostatečné značení a návěsti (zejména nemožnost vidět čáry vyčkávacích pozic dráhy, např. kvůli nízkému kontrastu);
- Vydávání pokynů řídicím pilotovi při brzdění letadla po přistání (v situacích kdy je pracovní zatížení pilota a hluk v pilotní kabině vysoký);
- Piloti provádějící povinné úkony s pohledem do kokpitu, což vede ke snížení situačního povědomí;
- Piloti pod tlakem komplikovaných postupů a/nebo postupů zvyšujících kapacitu, což vede k unáhlenému chování;
- Komplikovaný design letiště, s pojížděním přes dráhy;
- Neúplné, nestandardní nebo zastaralé informace o trasách pojíždění, které lze očekávat;
a
- Změny tras pojíždění nebo odletových povolení provedené řízením letového provozu na poslední chvíli.

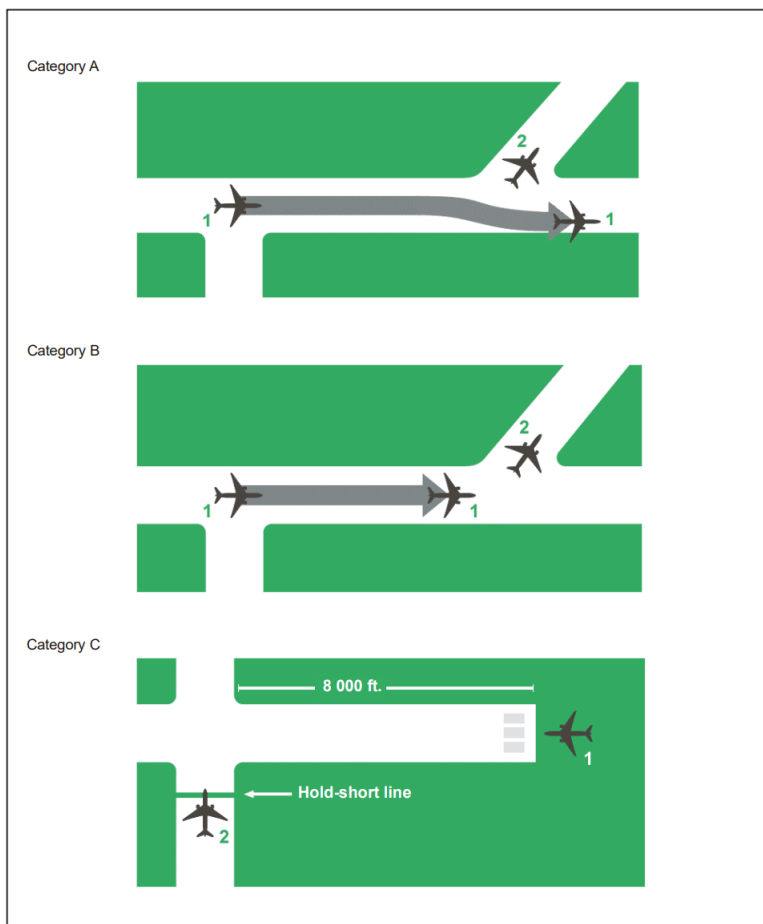
Po přistání by posádka měla co nejdříve uvolnit dráhu, nikoli ovšem na jinou dráhu, pokud k tomu není explicitně instruována řídicím. Jakmile letadlo vyklidí dráhu, má posádka čas a prostor zastavit a vyřešit všechny otázky ohledně povolení nebo pozice letadla.

2.2 Hodnocení rizik narušení dráhy

ICAO v dokumentu 9870 k prevenci narušení dráhy popisuje metodiku hodnocení rizika událostí spojených s narušením dráhy a apeluje na všechny zúčastněné strany, aby tuto metodiku dodržovaly a bylo tak možné celosvětově případy srovnávat a tvořit vypovídající statistiky. Metodika hodnocení rizika vychází ze všeobecné metodiky publikované v ICAO dokumentu 9859 [6] o řízení bezpečnosti a je obohacena popisem závažností spojených s narušením dráhy. Hodnoty závažnosti nabývají písmen A až E, kdy hodnota E se v případech narušení dráhy nepoužije nikdy, viz obr. 4. Události, ve kterých je zahrnuto pouze jedno letadlo jsou automaticky hodnoceny závažností D. Závažnosti A až C se poté liší dostupným časem pro řešení konfliktu, vzdáleností ke srážce, enviromentálními proměnnými a dalšími faktory, viz obr. 5.

ZÁVAŽNOST	Význam	Hodnota	PRAVDĚPODOBNOST	Význam	Hodnota
Nepatrná <i>Negligible</i>	Žádný nebo neznatelný vliv na Safety. RI/ nepoužije se.	E	Velmi nízká <i>Extremely improbable</i>	Téměř nemyslitelný výskyt	1
Malá <i>Minor</i>	Obtíže, provozní omezení, použití náhradních postupů, nezávažný incident. RI/ jedním A/C, MMP nebo osobou, neohrožující další provoz.	D	Nízká <i>Improbable</i>	Nepravděpodobný výskyt (není znám výskyt na LKPR či jiném relevantním letišti)	2
Velká <i>Major</i>	Významné omezení úrovně Safety, omezení schopnosti osob zvládnout ztížené pracovní podmínky následkem zvýšené pracovní zátěže nebo následkem okolních podmínek působících na výkonnost. Vážný incident. Zranění. RI/ jedním A/C a nejméně jedním dalším A/C, MMP nebo osobou, přičemž manévr vyhnutí, přerušení vzletu nebo go around nebyl nutný anebo k manévru byl komfortní dostatek času nebo vzdálenosti, min. 8000 ft rozstupu mezi konfliktním provozem.	C	Střední <i>Remote</i>	1 výskyt / rok	3
Nebezpečná <i>Hazardous</i>	Velké omezení úrovně Safety, pracovní zátěž která neumožňuje přesné a úplné splnění úkolu, vážná zranění, poškození zařízení. RI/ zabránění srážky předposlední Safety bariérou: příkazem ATC k vyhnutí, přerušení vzletu, go around k manévru byl kriticky malý čas nebo vzdálenost, méně než. 8000 ft rozstupu mezi konfliktním provozem.	B	Vysoká <i>Occasional</i>	2-9 výskytů / rok	4
Katastrofická <i>Catastrophic</i>	Zařízení zničeno, několikanásobná úmrtí. RI/ letecká nehoda nebo bezprostřední zabránění srážky poslední Safety bariérou: manévrem k vyhnutí z rozhodnutí posádky A/C, intenzivní brzdění, vynucený vzlet s průletem nad překážkou	A	Velmi vysoká <i>Frequent</i>	10 a více výskytů / rok	5

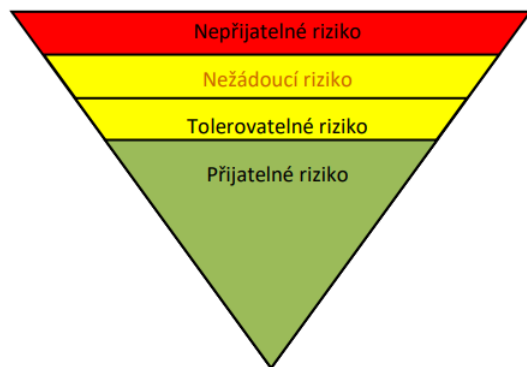
Obrázek 4: Hodnocení závažnosti a pravděpodobnosti pro události typu narušení dráhy



Obrázek 5: Příklady hodnocení závažnosti u rizik pro události typu narušení dráhy[7]

Závažnost- SLE				Pravděpodobnost - ARO					
				Velmi nízká Téměř nemyslitelný výskyt	Nízká Bez výskytu na LKPR či podobném letišti	Střední 1 výskyt / rok	Vysoká 2-9 výskytů / rok	Velmi vysoká 10 a více výskytů / rok	
				1	2	3	4	5	
Lidé	Zařízení	Finance							
Nepatrná	Bez zranění	Bez poškození	do 10 000	E	1E	2E	3E	4E	5E
Malá	Lehká zranění	Drobné poškození	do 100 000	D	1D	2D	3D	4D	5D
Velká	Těžká zranění	Místní poškození	do 1 000 000	C	1C	2C	3C	4C	5C
Nebezpečná	Jednotlivé úmrtí	Zásadní poškození	do 10 000 000	B	1B	2B	3B	4B	5B
Katastrofická	Mnohonásobná úmrtí	Celková ztráta	Likvidační	A	1A	2A	3A	4A	5A

Výsledné ohodnocení



Safety doporučení

K identifikovaným Safety Rizikům jsou, podle jejich povahy, navržena Safety Doporučení.

Cílem Safety Doporučení je zajistit snížení rizika vzniku Safety Události na přijatelnou úroveň provozní bezpečnosti. Odpovědný pracovník, na kterého je směřováno má možnost:

- Plně přijmout;
- Přijmout částečně a za zbývající riziko převzít odpovědnost;
- Navrhnout odlišný způsob snížení rizika a implementovat jej;
- Odmítnout Doporučení a převzít odpovědnost za riziko.

*V případě, že je Safety Riziko hodnoceno jako **NEPŘIJATELNÉ**, je vedoucí pracovník liniově odpovědné OJ nebo jeho nadřízený povinen přijmout takové opatření, které sníží závažnost rizika alespoň na úroveň **NEŽÁDOUCÍHO** rizika.*

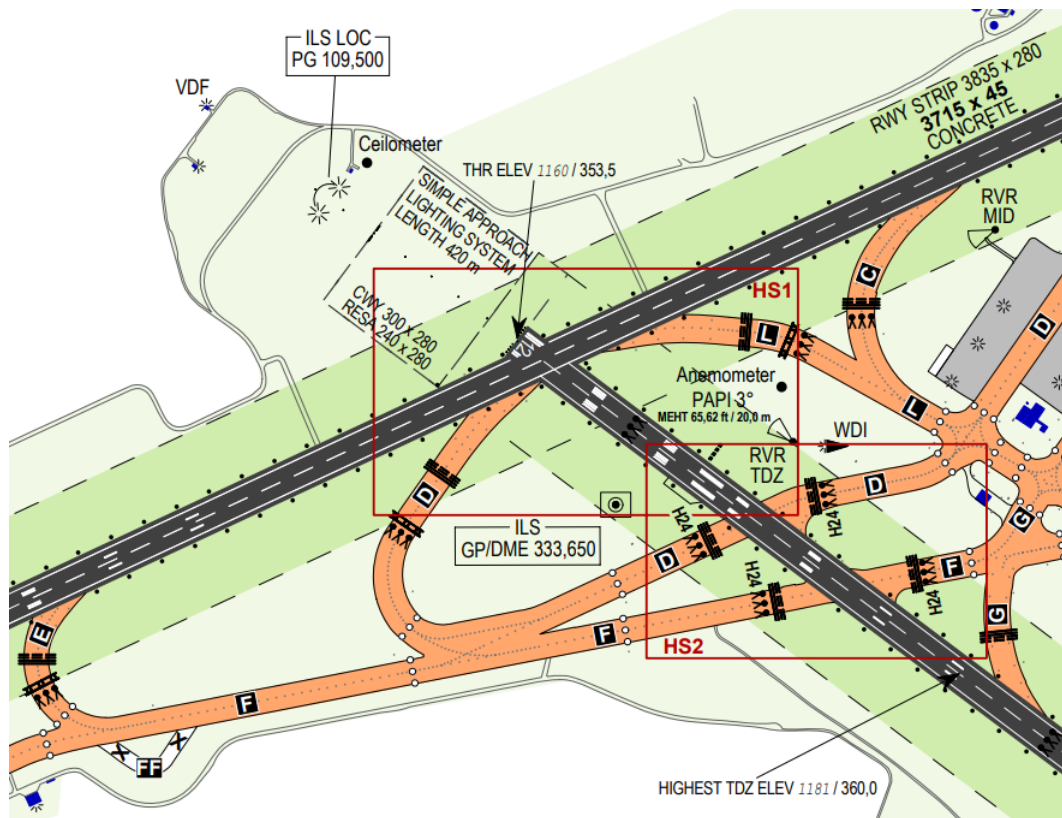
Obrázek 6: Výsledné ohodnocení rizika a následná práce s ním

Hodnocení rizika pravděpodobnosti je možné zvolit na základě intenzity výskytů na konkrétním letišti anebo jemu podobných, co do konfigurace drah nebo z pohledu jiných relevantních faktorů, viz tabulka 4.

Kombinací hodnocení závažnosti a pravděpodobnosti výskytu vylpne výsledné ohodnocení rizika a s ním související reakce na situaci, viz obrázek 6.

2.3 Letiště Praha Ruzyně a narušení dráhy

Letiště Praha Ruzyně disponuje dvěma drahami, a to dráhou 06/24 dlouhou 3715 m a dráhou 12/30 s délkou 3250 m. V plánovaném rozvoji letiště se počítá se stavbou paralelní dráhy 06 pravá, 24 levá a uzavření dráhy 12/30, zejména z protihlukových důvodů. Dráhy 06/24 a 12/30 se vzájemně křížují, a to na prahu dráhy 12 a zhruba po 2150 metrech od prahu



Obrázek 7: Výňatek z AIP a zvýraznění hot-spotů: HS1 a HS2.

dráhy 24. Právě vzhledem k dané konfiguraci drah a jejich křížení dochází na letišti v Praze opakovaně k nepovolenému narušení VPD, a to v konkrétních případech.

Prvním je nepovolené křížování dráhy 12 provozem pojezdícím po pojezdové dráze D nebo F na vyčkávací místo dráhy 06, kdy řízení letového provozu vydává povolení pojezdět na vyčkávací místo dráhy 06 s podmíněným příkazem vyčkat před dráhou 12, před kterou dochází ke změně frekvence ze stanoviště Ground na Věž. Oba přejezdy jsou nyní vybaveny automatickými stop příčkami.

Druhým případem je vyklizení dráhy 24 po přistání na dráhu 12, namísto pojezdové dráhy D. Dráhy se kříží přesně v místě pojezdových rychlo-odboček D ze směru dráhy 24 a L ze směru dráhy 06. Ačkoli se nejedná o události s kriticky nízkým časem reakce účastníků události, stále existuje pravděpodobnost, že tato narušení mohou vést ke snížení bezpečnosti leteckého provozu na letišti Praha. Právě proto bylo po konzultaci s partnerem projektu rozhodnuto pro bližší zkoumání právě tohoto typu událostí.

Oba výše zmiňované případy jsou v AIP vyznačeny jako místa se zvýšeným rizikem,

tzv. hot-spots (viz obr. 7 První případ jako HS2 a druhý zde uvedený případ jako HS1. V minulosti bylo na letištní mapě vyznačeno až šest hot-spotů. Nyní se v dokumentaci nacházejí pouze tyto dva. Na obrázcích 8, 9 a 10 je možné vidět znázornění místa křížení v navigační dokumentaci od společnosti Jeppesen.

Obrany proti událostem narušení dráhy užívané letištem Praha jsou následující:

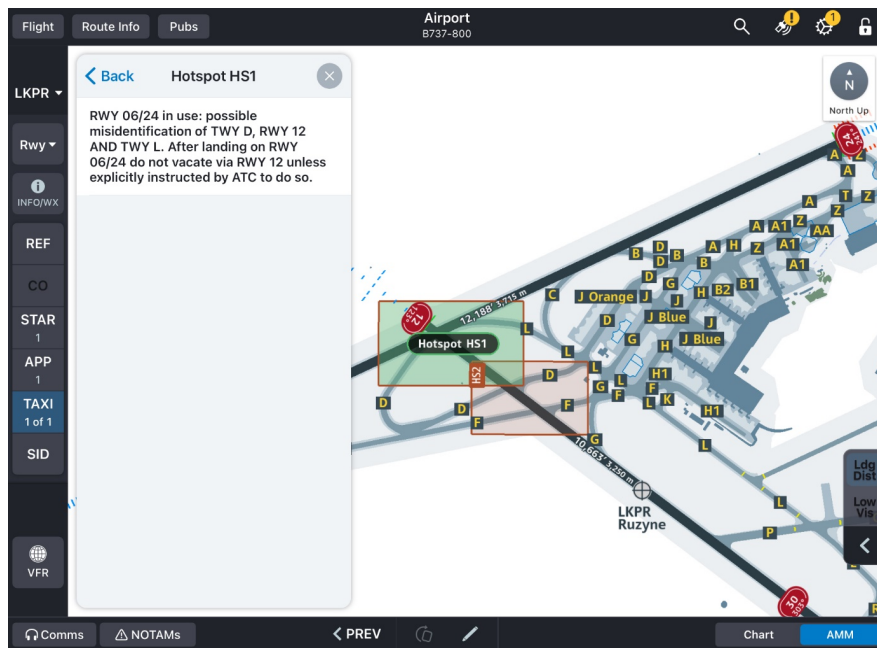
- Systém autonomního varování před narušením dráhy ARIWS (Autonomous runway incursion warning system)
- Systém A-SMGCS (Advanced surface movement guidance and control systems)
- Stop příčky
- Publikování hot-spotů,
- Rapid exit taxiway indicator lights (RETILs).
- Podpora provozní bezpečnosti publikováním letáků (Safety Briefs).



Obrázek 8: Znázornění HS1 a HS2 společně s délkami od prahu dráhy 24 k jednotlivým odbočkám na interaktivní mapě (Airport Moving Map) v aplikaci Jeppesen FliteDeck Pro X, verze 4.4



Obrázek 9: Znázornění HS1 a HS2 na interaktivní mapě (Airport Moving Map) v aplikaci Jeppesen FliteDeck Pro X, verze 4.4



Obrázek 10: Textový popis Hotspot 1 (HS1) po kliknutí na místo na interaktivní mapě (Airport Moving Map) v aplikaci Jeppesen FliteDeck Pro X, verze 4.4

3 Limitace současného stavu

I přes všechna současně identifikovaná opatření vedoucí ke snížení rizika nepovoleného narušení VPD se nedaří snížit jejich počty – dle statistik dojde celosvětově každý den k jednomu narušení dráhy, a tedy k selhání jedné nebo více bezpečnostních bariér. Ač se všechna popsaná opatření mohou jevit jako dostatečná, data hovoří jinak. Společným jmenovatelem je lidský faktor, na kterém závisí, jestli k události ohrožující bezpečnost dojde, či nikoli. Další kroky by tedy měly vést ke zvýšení odolnosti systému a snížení míry spoléhání se na proměnlivou lidskou výkonnost. Současně ovšem je to právě lidský prvek v systému, jenž je základním kamenem jeho odolnosti. Ať už se jedná o defenzivní řízení letového provozu z pohledu řídicích v případě předcházení narušení dráhy nebo ad-hoc jednání posádky nebo řídicích v případě, kdy už k selhání některé z bariér dojde, obě tyto základní obrany se ukazují jako nejvíce efektivní.

Cílem této studie je proto rozšířit chápání příčiny vzniku tohoto typu událostí z pohledu letové posádky a s využitím teorie Safety-II navrhnout opatření, která by snížila riziko události nepovoleného narušení dráhy na letišti v Praze. Ambicí projektu je přijít s chytrým nekonceptním řešením této problematiky, bez nákladných úprav infrastruktury letiště či komplikování již tak náročných postupů pro letovou posádku.

4 Návrh změn postupů a procedur

Realizovaný experiment s pomocí sestaveného VR simulátoru a letových scénářů na bázi vytvořeného modelu FRAM poukázal na několik skutečností, které pomáhají rozšířit chápání příčiny událostí na VPD.

Dle modelu FRAM je kauzálním mechanismem rezonance, která vznikne kombinací variability, a kterou zde představuje samotná bezpečnostní událost. První skutečností, kterou experiment na vzorku měřených subjektů a klíčových hodnocených funkcích modelu FRAM potvrdil je, že ve fázi finálního přiblížení a přistání na letišti dochází k významné kombinaci variability. Některé kombinace jsou v tomto ohledu intuitivní, např. pokud bod dotyku hlavního podvozku je významně (řádově více než 400 nebo 500 metrů) odlišný od zaměřovacího bodu na VPD, brzdná dráha pak významně změní průběh decelerace s ohledem na to, kde se bude letoun nacházet při zpomalení na rychlost 50 uzlů. Některá kombinace je pak méně zřejmá, i když po vyhodnocení experimentu také intuitivní. Tou je skutečnost,

že u subjektů, které plánovaly opuštění dráhy přes konkrétní pojízďecí dráhu (zde konkrétně C), ale brzdná dráha jim umožnila dosáhnout pojízďecí rychlosti až u samotného výjezdu na danou pojízďecí dráhu, stoupá úroveň zátěže resp. aktivity posádky s tím, jak se blíží výjezd samotný. Zde lze konstatovat, že zvýšená míra stresu je způsobena snahou dodržet určitý plán resp. rozpočet vzdáleností a je navozena dodatečně nad úroveň vlastní zátěže posádky během standardního vykonání funkcí přiblížení a přistání na VPD. V jazyce FRAMu lze takovou snahu interpretovat jako zvyšující se riziko, tedy další zvětšování a propagace variability. Ta se při nedodržení původního plánu snadno projeví při realizaci náhradního plánu, kde již posádka bude mít příležitost opustit dráhu 24 na dráhu 12. Subjekty dokonce v některých případech experimentu opustily dráhu přes výjezd L, čímž upozornily na významnost rizika, které v takové situaci existuje.

Další skutečností je fakt, že pokud se posádka rozhodla včas nerealizovat plán opuštění dráhy 24 přes výjezd C, jejich zátěž resp. úroveň stresu nebyla významná a tyto subjekty následně opouštěly dráhu 24 přes výjezd D. Obecně lze u těchto subjektů pozorovat schopnost potlačení variability způsobené nedodržáním původního plánu opustit dráhu přes výjezd C. Tím se sice vystavily možnosti opustit dráhu 24 přes dráhu 12, avšak poklesem variability, tedy včasnou změnou plánu, v jazyce FRAM paradoxně i snížily riziko tohoto opuštění dráhy. Takový scénář lze ve výsledku považovat za méně rizikový než předešlý, kde se posádky snaží dodržet původní plán za každou cenu.

Samostatným bodem k diskusi jsou pak situace, kdy je posádka zatížena vyšší úrovní stresu. Ta je způsobena nedodržáním plánu na opuštění dráhy přes výjezd C, kdy je posádka nucena pokračovat dále na místo křižování obou drah. Z pohledu FRAM je toto nejrizikovější scénář. Vzhledem k ostatním diskutovaným scénářům lze tvrdit, že právě tento scénář s sebou nese nevyšší riziko narušení dráhy 12.

Další zajímavou skutečností je, že v experimentu nebyly identifikovány další významné faktory, které by ovlivňovaly celkový průběh pohybu letadla na dráze až po její uvolnění. V nastaveném experimentu nebyl zjištěn významný rozdíl mezi daty naměřenými z jednotlivých scénářů. Šlo tedy o instrukce řídicího, denní dobu nebo počasí, kde tyto faktory neměly, v porovnání s výše diskutovanými faktory, významný vliv na průběh experimentu. Tento výsledek naznačuje, že by nápravná opatření, aplikována na jejich působení, neměla významný vliv na zajištění úrovně bezpečnosti ve zkoumané problematice.

S ohledem na výše diskutované skutečnosti vyplývají z realizovaného experimentu s pomocí VR simulátoru následující opatření, která by snížila riziko události nepovoleného

narušení dráhy na letišti v Praze. To vše bez potřeby nákladných úprav infrastruktury či významného komplikování postupů pro letovou posádku.

Opatření 1: Plánovat opuštění dráhy 24 přes pojezdovou dráhu C pouze s dostatečnou bezpečnostní rezervou. Toto opatření zamezuje kombinaci variability, kdy posádka dosáhne pojízdeční rychlosti na úrovni pojezdové dráhy C. Je k diskusi, co lze považovat za bezpečnostní rezervu. S ohledem na výkonnostní charakteristiky letounu B737NG je možné tuto rezervu odhadnout. Minimum můžeme v tomto případě odhadnout na 100 a více metrů před dosažením pojezdové dráhy C.

Opatření 2: Preferovat delší dojezd pokud rozpočet vzdáleností s jistotou nevychází na původně plánovanou pojezdovou dráhu. Toto opatření zamezuje kombinaci variability, kdy stoupá pracovní zátěž posádky díky snaze o splnění původního plánu, a které může vést ke zkratkovitému chování způsobené nedostatkem času. I když se jedná o obecně platné doporučení nejenom v kontextu přiblížení a přistání na letišti, jeho dopad v případě realizace opuštění dráhy je natolik významný, že by měl být posádkou uvažován samostatně např. v rámci předletové přípravy nebo přípravy před zahájením přiblížení na přistání.

Opatření 3: Použití vizuálních prostředků, které navádí posádku v situacích, kdy došlo ke ztrátě situačního povědomí. Toto opatření cílí na snížení již vytvořené variability v procesu přistání na VPD, kdy posádka ztrácí situační povědomí. V takových situacích jsou potřebné jednoduché vizuální prostředky, které přímo působí na rychlé rozhodování v situacích s nedostatkem času. Mezi takové prostředky patří různá návěstidla nebo stop příčky. V tomto ohledu lze shledat současná opatření Letiště Praha jako adekvátně nastavené. Možné je ještě diskutovat stop příčku umístěnou přímo na dráze 12.

Opatření 1 a 2 cílí spíše na posádky provozovatelů létající na letišti v Praze, ale lze je zobecnit a dále využít pro zvýšení úrovně bezpečnosti i mimo letišti v Praze. Nejedná se o nákladná ani nepraktická opatření, jejich náročnost spočívá pouze v distribuci provozovatelům, kteří létají do Prahy. Podobný závěr lze odvodit z opatření 3, které je cíleno na provozovatele letiště. Zde nicméně postačí pouze jeho distribuce právě provozovateli. V případě uplatnění všech tří opatření do provozu se úroveň rizika souvisejícího s narušením dráhy 12 po uvolnění dráhy 24 významně redukuje.

Odkazy

1. ICAO. *Runway Safety Programme - Global Runway Safety Action Plan*. 1. vyd. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2017.
2. *Letecký předpis L4444: Postupy pro letové navigační služby, uspořádání letového provozu*. Ministerstvo dopravy České republiky, 2021.
3. EUROCONTROL. *Runway Incursion Serious Incidents & Accidents - SAFMAP analysis of 2006 - 2016 data sample*. 1. vyd. Brussels: European Organisation for the Safety of Air Navigation, 2017.
4. EUROCONTROL. *Operational Safety Study - Low Level Go Around*. 1. vyd. Brussels: European Organisation for the Safety of Air Navigation, 2019.
5. HOLLNAGEL, Erik. *Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management*. Farnham: Ashgate, 2014. ISBN 9781472423054.
6. ICAO. *Safety Management Manual (SMM)*. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2018. ISBN 978-92-9258-552-5.
7. ICAO. *Manual on the Prevention of Runway Incursions*. 1. vyd. Montréal, Quebec: International Civil Aviation Organization, 2007.