



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Aneta Žižková

Analýza rizik v letecké dopravě z pohledu regulátora

Diplomová práce

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621..... Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Aneta Žižkovská

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy

Název tématu (česky): **Analýza rizik v letecké dopravě z pohledu regulátora**

Název tématu (anglicky): Risk Analysis in Air Transport from the Perspective of Regulator

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Současné systémy hlášení událostí v letecké dopravě
- Analýza metodik k vyhodnocení rizik
- Popis aktuálních bezpečnostních problémů na základě dat
- Návrh integrovaného pohledu na hodnocení rizik bezpečnostních problémů
- Návrh vhodných opatření pro hodnocení rizik



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: N. Leveson, Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety
E. Hollnagel, Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management
E. Hollnagel, Safety-II in Practice: Developing the Resilience Potentials

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Andrej Lališ, Ph.D.**
Ing. Vladimír Nekvasil

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2018**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Aneta Žižková
jméno a podpis studenta

V Praze dne27. srpna 2018

ČVUT v Praze
Fakulta Dopravní

Aneta Žižkovská

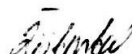
Poděkování

Chtěla bych poděkovat svým vedoucím diplomové práce Ing. Andrejovi Lališovi, Ph.D. a Ing. Vladimírovi Nekvasilovi, za odborné vedení, trpělivost, ochotu a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za jejich podporu a Doc. Ing. Peterovi Vittekovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací. Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. listopadu 2018



Žižkovská Aneta

ABSTRAKT

<i>Autor:</i>	Bc. Aneta Žižkovská
<i>Název práce:</i>	Analýza rizik v letecké dopravě z pohledu regulátora
<i>Druh práce:</i>	Diplomová práce
<i>Škola:</i>	České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní
<i>Ústav:</i>	Ústav letecké dopravy
<i>Rok vydání:</i>	2018
<i>Počet stran:</i>	62
<i>Vedoucí práce:</i>	Ing. Andrej Lališ Ph.D., Ing. Vladimír Nekvasil
<i>Klíčová slova:</i>	Hlášení událostí, analýza rizik, hodnocení rizik, ARMS, RAT, ERCS, hodnocení rizik, přispívající faktory, bezpečnostní problémy.

Diplomová práce popisuje základní metody k hodnocení rizik, aktuální bezpečnostní problémy získané z dat poskytnutých Úřadem civilního letectví. V práci je dále provedeno porovnání pořadí závažnosti faktorů pomocí metody ARMS s hodnocením navrženým v rámci této diplomové práce, spočívající v přiřazení ARMS indexu každému faktoru podílejícího se na události. Na sledovaném vzorku dat byl výčet nejčtetnějších, resp. nejvýznamnějších faktorů stejný, nicméně jejich pořadí se změnilo. Další navrženou možností rozšíření této metody, pro velké soubory dat je aplikace mezní hodnoty ARMS indexu události, čímž se výčet faktorů sníží a v grafu zůstanou zobrazeny jen ty faktory těch událostí, které měly závažnost, definovanou ARMS indexem, větší než zadaná mezní hodnota. Události je možné sledovat a vyhodnocovat buď periodicky nebo průběžně, přičemž délka sledovaného období by měla odpovídat aktuálním událostem tzn. cca jednou za rok či méně v závislosti na počtu událostí.

ABSTRACT

Author: Bc. Aneta Žížková

Title of the thesis: Risk Analysis in Air Transport from the Perspective of Regulator

Type of publication: Diploma thesis

University: Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation

Department: Department of Air Transport

Year of publication: 2018

Number of pages: 62

Thesis advisor: Ing. Andrej Lališ Ph.D., Ing. Vladimír Nekvasil

Keywords: Reporting System, Risk Analysis, Risk Assessment, ARMS, RAT, ERCS, Contributing Factors, Safety Issues

The diploma thesis describes the basic methods for risk assessment, present safety issues obtained from data provided by the Civil Aviation Authority. In this thesis there is the comparison to the ranking of the factor's seriousness using the ARMS method and the evaluation proposed in the scope of this diploma thesis, consisting in assigning the ARMS index to each factor participating to the event. On the observed sample of data there was the enumeration of the most frequent, respectively the most important factors the same, however their ranking has changed. Another suggested option of expanding this method, for large data files is the application of the limit value of the ARMS index event, thereby that reduces the enumeration of the factors and there will be showed only the factors of those events in the graph, which had the seriousness, defined by the ARMS index, larger than the assigned limit value. Events can be monitored and evaluated either periodically or on an ongoing basis, with the length of the observed period should correspond to the current events, which means about once a year or less, depending on the number of events.

OBSAH

1	Úvod	11
2	Současný systém hlášení událostí.....	12
2.1	Povinné hlášení.....	14
2.2	Dobrovolné hlášení	15
2.3	Přínos sdílení hlášení událostí	16
2.4	Evropské centrální evidence událostí (ECR).....	17
2.5	Systém hlášení ve Spojených státech Amerických	17
3	Analýza metodik k vyhodnocení rizik	19
3.1	Proces vyhodnocení rizika dle ICAO	19
3.2	ARMS.....	22
3.2.1	Proces hodnocení rizik	22
3.2.2	Event Risk Classification (ERC).....	24
3.2.3	Posouzení bezpečnostního rizika	27
3.3	Nástroj pro analýzu rizik (RAT)	29
3.3.1	Komponenty RAT analýzy	31
3.3.2	Závažnost	36
3.3.3	RAT – provozní případy	36
3.3.4	Opakovatelnost.....	38
3.4	ERCS - Evropský systém klasifikace rizik	39
3.4.1	Proces ERCS / European Risk Classification Scheme	39
3.5	Výsledek analýzy metod.....	42
4	Popis Aktuálních bezpečnostních problémů na základě dat.....	44
4.1	Safety Issues - SI	45
4.1.1	Runway incursion	45

4.1.2	Airspace Infringement by General Aviation – Narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM.....	47
4.1.3	Separation Minima Infringement Aircraft X Aircraft (snížení minima mezi letouny s hlášením TCAS RA)	50
5	Návrh integrovaného pohledu na hodnocení rizik bezpečnostních problémů	52
5.1	Faktory v závislosti na ARMS indexu	52
5.2	Faktory v závislosti na ARMS indexu s mezní hodnotou.....	55
5.3	Sledování výskytů událostí v TMA a CTR v závislosti na AMRS indexu	58
6	Návrh vhodných opatření pro hodnocení rizik.....	59
6.1	Použití stromové struktury faktorů	59
6.2	Zvýšení Objektivitu hodnocení událostí	59
6.3	Zahrnutí širších souvislostí.....	60
7	Závěr.....	61
8	Seznam použitých zdrojů.....	62

SEZNAM ZNAČENÍ A ZKRATEK

Označení	Význam
ACFT	Letadlo / Aircraft
ADREP	Systém hlášení LN, VI a I organizace ICAO / The Accident/Incident Data Reporting Programme
ANS	Letové navigační služby / Air Navigation Services
ARMS	Aviation Risk Management Solutions
A-SMGCA	Advanced Surface Movement Guidance & Control Systém
ASRS	Aviation Safety Reporting Systém
ATCO	Řídící letového provozu / Air Traffic Controller
ATM	Uspořádání letového provozu / Air Traffic Management
ATS	Letové provozní služby / Air Traffic Services
CFIT	Řízený let do terénu / Control Flight into Terrain
ECCAIRS	Evropské koordinační centrum pro systém hlášení událostí v leteckém provozu / European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting System
ECR	Evropské centrální evidence událostí
ERCS	Evropský systém pro klasifikaci rizik / European Risk Classification Scheme
EUASA	Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví
GPWS	Systém kontrolující výšku letadla nad zemí / Ground Proximity Warning Systém

Označení	Význam
MORS	System povinných hlášení událostí
MTOM	Maximální vzletová hmotnost
ORA	Hodnocení provozních rizik / Operation Risk Assessment
RAT	Nástroj pro analýzu rizik / Risk Analysis Tool
RF	Ukazatel spolehlivosti
ŘLP/ ATC	Řízení letového provozu / Air Traffic Control
SI	Bezpečnostní problém / Safety Issues
SIRA	Hodnocení bezpečnostního rizika / Safety Issues Risk Management
SMI	Narušení minimálního rozstupu / Separation Minima Infringement
SMS	System řízení bezpečnosti / Safety Management System
TCAS	Protisrážkový letadlový systém (na palubě letadla) / Traffic Collision Avoidance System
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
VORS	System dobrovolných hlášení událostí
RA	Rada k vyhnutí u TCAS / Resolution Advisory

1 ÚVOD

V současné době je letecká doprava stále nejbezpečnějším druhem dopravy. V letectví stále dochází k nárůstu intenzity leteckého provozu, se kterým ale bohužel neustále roste i pravděpodobnost výskytu nebezpečných událostí. Tyto události mohou vést až k leteckým katastrofám, čemuž je potřeba zabránit včasným identifikováním nebezpečí a bezpečnostních rizik. Aby bylo možné identifikovat nebezpečí a rizika je podstatná spolupráce se všemi zúčastněnými subjekty v systému letecké dopravy. Jedná se zejména o podávání dobrovolných hlášení, které přispívají k identifikaci bezpečnostních problémů s menšími následky než u leteckých nehod a incidentů.

Cílem diplomové práce je navrhnout nový pohled na hodnocení rizik bezpečnostních problémů. Současné vyhodnocení rizik na ÚCL má omezení v nedostatečném identifikování rizikových faktorů pro jednotlivé kategorie událostí jako je např. nepovolený vstup na vzletovou a přistávací dráhu, narušení minima rozstupu a další.

V této práci jsou zahrnuty poznatky z praxe na Úřadu civilního letectví a zaměření je zejména na bezpečnostní problémy, které jsou dostupné z dat na ÚCL v program SI-Sel.

Manažer bezpečnosti pracuje s příchozími hlášeními, sleduje bezpečnostní rizika a vyhodnocuje bezpečnostní problémy, které je třeba sledovat. Úlohou bezpečnostního manažera je tedy udržet úroveň bezpečnosti, případně ji zvýšit i při rostoucí intenzitě provozu. Součástí práce tedy je navrhnout lepší zobrazení vyhodnocených rizik, který se zobrazí manažerovi bezpečnosti a na základě kterých bude navrhovat potřebná řešení (opatření).

2 SOUČASNÝ SYSTÉM HLÁŠENÍ UDÁLOSTÍ

Organizace¹ mají povinnost zavést systémy hlášení událostí² v rámci systému řízení bezpečnosti. Z dosavadních zkušeností vyplývá, že v mnoha případech, jež před samotnou nehodou poukazuje na existenci bezpečnostních hrozeb řada událostí a jiných nedostatků. Bezpečnostní informace tak představují důležitý zdroj pro odhalování aktuálních nebo potenciálních bezpečnostních hrozeb. Za účelem účinného zvýšení bezpečnosti civilního letectví by měly být reaktivní systémy (poučení pouze z nehod) doplněny o systémy proaktivní, které využívají jiné typy bezpečnostních informací zaměřených na předcházení vzniku nehod na základě všech relevantních bezpečnostních informací, včetně informací o událostech v civilním letectví. S cílem zvýšit bezpečnost civilního letectví by měly být hlášeny, shromažďovány, ukládány, chráněny, vyměňovány, šířeny a analyzovány příslušné informace týkající se bezpečnosti civilního letectví, a na základě získaných informací by měla být přijímána vhodná bezpečnostní opatření. Tento proaktivní a empiricky podložený přístup by měly provádět příslušné orgány pro bezpečnost letectví členských států, organizace v rámci svých systémů řízení bezpečnosti a Evropská agentura pro bezpečnost civilního, která byla transformována na Agenturu Evropské unie pro bezpečnost letectví (EUASA) dnem 11. 9. 2018, kdy vstoupilo v platnost Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2018/1139 o společných pravidlech v oblasti civilního letectví kterým se zrušilo původní nařízení č. 216/2008. [1]

Za účelem usnadnění výměny informací by se měla hlášení o událostech uchovávat v databázích kompatibilních se systémem Evropského koordinačního centra pro systémy hlášení leteckých událostí (ECCAIRS) (software, který využívají všechny členské státy a evropská centrální evidence k uchovávání hlášení o událostech) a s taxonomií ADREP (taxonomie ICAO), rovněž využívaná pro software ECCAIRS).

Kompatibilitou se softwarem ECCAIRS se rozumí způsob hlášení, který používá technické prostředky a formáty dat, které umožňují přímé nahrávání informací v databázi ECCAIRS. Očekává se, že organizace se na tomto technickém řešení dohodnou se

¹ Organizací se rozumí, jakákoli organizace, která poskytuje letecké výrobky nebo která zaměstnává osoby, u nichž se požaduje hlášení událostí, nebo smluvně zajišťuje či využívá jejich služby

² „událostí“ jakákoliv událost s dopadem na bezpečnost, která ohrožuje nebo v případě, že není odstraněna nebo řešena, by mohla ohrozit letadlo, osoby na palubě nebo jiné osoby, a zahrnuje zejména nehody nebo vážné incidenty

svými příslušnými orgány pro zajištění přenosu informací v kompatibilním formátu. Aby organizacím usnadnila dodržování těchto požadavků, vypracovala Evropská komise s podporou EUASA standardní metody, které mohou být využity při dodržování požadavků na kompatibilitu s ECCAIRS/ADREP. Těmito přijatelnými způsoby dodržení jsou:

- 1) E5X formát souborů – většinou určen pro velké organizace, které podávají velký počet hlášení událostí každý kalendářní měsíc.
- 2) Evropský portál hlášení událostí (off-line a on-line hlášení) – většinou určen pro malé až středně velké organizace, které nepodávají velký počet hlášení událostí každý kalendářní měsíc.
- 3) Použití systému ECCAIRS – umožní výměnu ECCAIRS souborů nebo přenos dat přes software DINER. Evropský portál hlášení událostí usnadňuje podávání hlášení příslušným orgánům ve formátu, který je v souladu s nařízením 376/2014. Poskytuje on-line a off-line formuláře pro hlášení, která jsou kompatibilní s taxonomií ADREP a softwarem ECCAIRS. Má se za to, že organizace také mají prostor dohodnout se se svými příslušnými orgány na jakémkoli jiném způsobu, který poskytuje podobnou úroveň kompatibility s ECCAIRS a ADREP.

[3]

Informace obsažené v hlášení o události by měly být analyzovány a měla by být identifikována bezpečnostní rizika. Následně by měla být identifikována případná vhodná opatření na zvýšení bezpečnosti letectví, která by měla být včas provedena. Informace o analýze a návazných opatřeních ve vztahu k událostem by měly být šířeny v rámci organizací, příslušných orgánů členských států a agentury, jelikož poskytování zpětné vazby k nahlášeným událostem motivuje jednotlivce k tomu, aby události hlásili. Informace o analýze a návazných opatřeních ve vztahu k událostem by měly být v příslušných případech, pokud možno sdělovány rovněž jednotlivcům, kteří události přímo hlásili příslušným orgánům členských států a agentuře. Tato zpětná vazba by měla být v souladu s předpisy o ochraně důvěrnosti a totožnosti osob podávajících hlášení a osob uvedených v hlášení o události podle tohoto nařízení. Osoby podávající hlášení o událostech by měli být anonymizovány a osoby údaje o osobách podávajících hlášení a o osobách, které jsou v hlášení o události uvedeny, by neměly být ukládány do databáze.

Na povinnost hlášení událostí (leteckých nehod, vážných incidentů, incidentů a ostatních událostí, které mohou představovat významné riziko pro bezpečnost letectví) se vztahují následující předpisy:

- 1) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010, o šetření a prevenci nehod a incidentů v civilním letectví,
- 2) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 376/2014, o hlášení událostí v civilním letectví, analýze těchto hlášení a navazujících opatřeních
- 3) Zákon číslo 49/1997 Sb., o civilním letectví,
- 4) Předpisy řady L (L13, L2 – Doplněk X, který se týká bezpilotních systémů) [2]

V letectví rozeznáváme dva typy systému hlášení událostí. První z nich je systém povinného hlášení událostí a druhý je systém dobrovolného hlášení událostí. Oba systémy jsou popsány v následujících odstavcích.

2.1 POVINNÉ HLÁŠENÍ

Systém povinného hlášení událostí (MORS) usnadňuje shromažďování údajů o událostech, které jsou povinné hlásit. Každý členský stát má za povinnost zřídit tento systém, v České Republice je odpovědnost zavést a udržovat účinný mechanismus na ÚZPLN. ÚZPLN data sbírá, vyhodnocuje a ukládá patřičná hlášení o událostech v civilním letectví. [3]

Události hlášené v rámci systémů povinného hlášení jsou události, které mohou představovat významné riziko pro bezpečnost letectví a spadají do definovaných kategorií, které jsou uvedené v nařízení EU č. 376/2014. [1]

Tyto události, jež je třeba hlásit, jsou tudíž uvedeny v prováděcím nařízení Komise EU č. 2015/1018, které klasifikuje události podléhající hlášení v rámci systémů povinného hlášení. Události obsažené v nařízení EU č. 2015/1018 jsou ty události, které zákonodárci považovali za potenciálně vysoce rizikové pro bezpečnost letectví.

Jednotlivé události, které se musí hlásit povinně jsou rozděleny do 4 kategorií dle typu dané události. Jedná se o provoz letadla, údržbu a opravy letadel, události související ATM/ANS a poslední kategorií jsou události související s letišti a pozemními službami.

Hlášení o události podávají fyzické osoby, buď prostřednictvím systému zřízeného organizací, která je v členském státě a u níž jsou osoby zaměstnány, nebo která je nájímá či využívá jejich služeb. Další možností podávání hlášení je prostřednictvím

zřízeného systému přímo členským státem, v němž je daná organizace usazena, nebo státem, jenž vydal, potvrdil nebo převedl licence pilotů. Poslední možností je pomocí systému podávání hlášení, zřízeného agenturou, skrz kterou podávají organizace schválené a certifikované Evropskou agenturou pro bezpečnost civilního letectví.

Osoby musí podat hlášení do 72 hodin od okamžiku, kdy se o události dozví, nebrání-li tomu mimořádné okolnosti.

Hlášení o události podávají osoby, které přímo zastávají konkrétní přidělenou funkci v letectví. Pokud se jedná o provoz letadel, týká se povinnost podat hlášení pilotů, osob, které se podílejí na údržbě letadel a osob, které jsou zodpovědné za osvědčení kontroly letové způsobilosti či uvolnění letadla do provozu po revizi. Dále se to týká osob poskytující službu řízení letového provozu, osob které mají na starost handlin-
gové služby a bezpečnost letiště.

2.2 DOBROVOLNÉ HLÁŠENÍ

Systém dobrovolných hlášení podporuje hlášení jakýkoliv událostí relevantních z hlediska bezpečnosti kýmkoli, kdo si jich je vědom. Nařízení EU č. 376/2014 ukládá organizacím a kompetentním orgánům povinnost ze zákona zřídit systém dobrovolného hlášení (VORS).

Pro odbornou veřejnost je důležitá garance ochrany údajů osoby dobrovolně podávající hlášení. Přístup k datům, ze kterých jsou odstraněny osobní údaje, je v databázi omezen pouze na určité osoby.

Dobrovolný systém hlášení musím mít zřízené organizace, každý členský stát a agentura. Hlášení usnadňují shromažďování dat o událostech, které nepodléhají systému povinného hlášení. Jedná se o informace, které souvisejí s bezpečností, a které osoba podávající hlášení vnímá jako skutečné nebo potenciální nebezpečí pro bezpečnost letectví.

Hlášení prostřednictvím systému členských států se chápe jako způsob, který lze využít, neexistuje-li žádná příslušná organizace, nebo v situaci, kdy osoba podávající hlášení nemá důvěru v ohlašovací systém organizace certifikované nebo schválené členským státem. Hlášení prostřednictvím systému povinného hlášení EUASA se chápe jako způsob, který mohou využít organizace, pro něž je EUASA příslušným orgánem, nebo v situaci, kdy osoba podávající hlášení nemá důvěru v ohlašovací systém

organizace certifikované nebo schválené EUASA. Přestože by se měl upřednostňovat a dokonce i prosazovat ten nejpřímější ohlašovací způsob (ohlašovací systém dané organizace), rozumí se, že se nebrání přímému ohlašování příslušnému orgánu osobou zaměstnanou nebo najatou danou organizací nebo jejichž služeb organizace využívá. Samozřejmě může dojít k situaci, kdy osoby podávající hlášení nemají důvěru v ohlašovací systém své organizace a mohou si přát použít jiný způsob ohlašování. Je to v souladu s cílem prosazování přístupu „spravedlivého posuzování“, o nějž usiluje nařízení EU č. 376/2014. Klade si zejména za cíl získat důvěru pracovníků v letectví v systémy hlášení událostí a povzbudit je, aby hlásili jakékoli relevantní bezpečnostní informace, a přispívali tak ke zvýšení bezpečnosti letectví a prevenci nehod. [3]

Nařízení EU č. 376/2014 vyžaduje, aby osoby podléhající požadavku povinného hlášení nahlásily událost uvedenou v nařízení EU č. 2015/1018 do 72 hodin od okamžiku, kdy se o události dozvědí. Rozumí se, že termín 72 hodin začíná běžet od okamžiku, kdy se o události dozvědí, což obvykle znamená okamžik, kdy jsou svědky události nebo jsou jí účastní.

2.3 PŘÍNOS SDÍLENÍ HLÁŠENÍ UDÁLOSTÍ

Nařízení EU č. 376/2014 vyžaduje od organizací shromažďovat údaje, analyzovat je a provádět navazující opatření a rovněž předávat určité události svým příslušným orgánům. Někdo by mohl výhody plynoucí z předávání těchto informací příslušným orgánům zpochybňovat. Protože organizace pochopitelně již své vyjádření k bezpečnostním rizikům poskytla v kontextu svého SMS. Sdílení událostí s příslušnými orgány (členskými státy nebo EUASA) umožňuje těmto orgánům získat informace o hrozících rizicích na národní nebo evropské úrovni, a tudíž identifikovat národní opatření, která mohou být nezbytná k zajištění bezpečnosti letectví z širší (národní nebo evropské) perspektivy. Hlášení o událostech v letecké bezpečnosti je pro pochopení bezpečnostních rizik v leteckém systému opravdu nepostradatelné a, což je důležité, pomáhá osobám s rozhodovacími pravomocemi v příslušných orgánech činit vhodná a přiměřená rozhodnutí týkající se bezpečnostních priorit, případně změn v pravidlech nebo postupech. To může zejména spustit přijímání opatření v kontextu národních bezpečnostních plánů nebo Evropského plánu pro bezpečnost letectví (EPAS). Celý bezpečnostní systém a osoby v něm zainteresované by měly mít prospěch z rozhodnutí činěných příslušnými orgány a osobami s rozhodovacími pravomocemi na základě většího

objemu údajů. Tato informace je kromě toho nutná v kontextu dohledu prováděného příslušnými orgány nad svými organizacemi. [3]

2.4 EVROPSKÉ CENTRÁLNÍ EVIDENCE UDÁLOSTÍ (ECR)

Pokud jde o ECR (která přeskupuje všechny události shromažďované příslušnými orgány), nařízení EU č. 376/2014 organizacím zakazuje přímý přístup k této databázi, avšak uznává je jako zúčastněné osoby a umožňuje jim požádat o přístup k určitým informacím obsaženým v ECR. Organizace podávající hlášení obdrží zpětnou vazbu o událostech, které předaly v různých formátech, jako jsou například roční bezpečnostní přehledy a bezpečnostní bulletiny. Takové informace mohou být poskytovány na národních úrovních a rovněž na evropské úrovni. Navíc výsledky analýzy prováděné na evropské úrovni na základě nařízení EU č. 376/2014 jsou sdíleny přes rozmanité bezpečnostní postupy podporující EPAS.[3]

2.5 SYSTÉM HLÁŠENÍ VE SPOJENÝCH STÁTECH AMERICKÝCH

Pro srovnání je v této kapitole uveden systém hlášení ve Spojených státech amerických.

Systém dobrovolného hlášení

Ve Spojených státech amerických je zaveden systém ASRS (Aviation Safety Reporting System). Funguje nezávisle na leteckém úřadě FAA a je spravován organizací NASA. Systém byl založen v roce 1976 a za více než třicet let jeho působnosti jím prošlo přes 700 000 hlášení od pilotů, leteckých mechaniků, řídicích letového provozu a dalších pracovníků v letectví. Systém je přísně důvěrný. Všechna přijatá hlášení prochází tzv. procesem de-identifikace předtím než jsou uloženy v databázi. [4]

Systém hlášení bezpečnosti letectví (ASRS) přijímá, zpracovává a analyzuje incidenty na základě dobrovolného hlášení od pilotů, řídicích letového provozu, dispečerů, palubních průvodčích, techniků údržby a dalších. Zprávy předkládané ASRS mohou popisovat jak nebezpečné události, tak nebezpečné situace. Informace z těchto zpráv jsou shromažďovány a šířeny zainteresovanými stranami. [4]

Proces obsahuje kritické prvky, které zajišťují, že každá zpráva je zpracována způsobem, který zachovává důvěrnost hlásícího subjektu a maximalizuje schopnost přesně vyhodnotit bezpečnostní hodnotu každé zprávy. Zpracování zpráv ASRS začíná

přijímáním zpráv prostřednictvím elektronického podání nebo poštou a končí konečnou kódovanou zprávou, která vstupuje do databáze ASRS. Zprávy zaslané ASRS jsou široce považovány za jeden z největších zdrojů informací o bezpečnosti letecké dopravy a lidských činitelích na světě. [4]

Zprávy zasílané ASRS jsou drženy přísně důvěrně. Do dnešního dne bylo předloženo více než jeden milion zpráv a žádná identita reportéra nikdy nebyla porušena ASRS. ASRS de-identifikuje zprávy před jejich zadáním do databáze incidentů. Všechny osobní a organizační údaje jsou odstraněny. Data, časy a související informace, které by mohly být použity k odvození totožnosti, jsou buď zobecněny, nebo odstraněny.

Prvním úkolem analytiků, kteří obdrží zprávu je identifikovat veškeré letecké nebezpečí, o nichž se diskutuje ve zprávách. Pokud jsou tato rizika identifikována, je vydána varovná zpráva příslušnému úřadu FAA nebo leteckému úřadu. Druhým úkolem analytiků je klasifikovat zprávy a diagnostikovat příčiny každé hlášené události. Jejich vyjádření a původně zrušená zpráva jsou poté začleněny do databáze ASRS. [4]

ASRS využívá informace, které obdrží k podpoře bezpečnosti letectví, různými způsoby. Jedním ze způsobu je např. varovná zpráva, která se aktivuje v případě zjištění nebezpečné situace. Zašle se jednotlivcům, kteří jsou oprávněni vyšetřovat a provést potřebná nápravná opatření. Druhým příkladem je CALLBACK. Jedná se o měsíční bezpečnostní zpravodaj, pilotům, řídicím letového provozu a dalším. Každá číslo CALLBACKu obsahuje výňatky z hlášení o událostech ASRS s podporou komentářů. [4]

Elektronické podávání zpráv do sítě ASRS prostřednictvím internetu je rozděleno podle typu zprávy a to následovně:

- 1) Všeobecné hlášení – piloti, dispečeri a další
- 2) ATC hlášení – od řídicích letového provozu
- 3) Hlášení o údržbě – od mechaniků, inspektorů
- 4) Hlášení z kabiny letadla – od palubních průvodčích

3 ANALÝZA METODIK K VYHODNOCENÍ RIZIK

Metody pro hodnocení rizik³ v bezpečnosti letecké dopravě je celá řada. V této kapitole jsou vybrány tři metody, které se používají pro hodnocení bezpečnosti. Tyto metody jsou v současné využívány v České Republice. Na úvod této kapitoly je ještě zmíněna metodika dle ICAO, která představovala základ pro hodnocení bezpečnosti v letectví.

3.1 PROCES VYHODNOCENÍ RIZIKA DLE ICAO

Bezpečnostní riziko je předpokládaná pravděpodobnost a vážnost následků existujícího nebezpečí nebo stavu / situace. Účelem procesu vyhodnocení rizika je vyhodnotit úroveň rizika, spojeného se zjištěným nebezpečím vzhledem k jeho potenciálu způsobit újmu. Rizika se vyhodnocují z hlediska vážnosti a pravděpodobnosti jejich následků. Proces začíná určením rizik, které sebou nesou nebezpečí, která byla předtím identifikována. Po vyhodnocení bezpečnostního rizika vzhledem k vážnosti a pravděpodobnosti, stanoví se následně celková úroveň rizika. Pro stanovení celkové úrovně rizika se může použít jednoduchá matice pro vyhodnocení bezpečnostního rizika (Safety Risk Assessment Matrix). V závislosti na úrovni rizika by měla být použita vhodná a přiměřená opatření pro zmírnění, a to buď riziko eliminovat / odstranit nebo zmenšit riziko na nižší úroveň nebo tak nízkou, jak je přiměřeně možné (As Low Reasonably Practicable – ALARP) tak, aby bylo přijatelné. Opatření pro zmírnění by měla být realizována jako snížení pravděpodobnosti rizika nebo snížení vážnosti jeho následků nebo výsledků. [5]

Klasifikace možné pravděpodobnosti rizika

Pravděpodobnost bezpečnostního rizika je definována jako možná pravděpodobnost nebo četnost / frekvence, s jakou by mohlo dojít k bezpečnostnímu následku nebo výsledku, jak můžeme vidět v Tab. č.1. Riziko musí být vyhodnoceno z hlediska své možné pravděpodobnosti (jaká je možná pravděpodobnost, že se riziko vyskytne?). Za účelem stanovení možné pravděpodobnosti by se měli klást následující otázky:

- 1) Došlo někdy k podobné situaci, nebo se jedná o ojedinělý případ,
- 2) mají podobné problémy další vybavení (komponenty, části),

³ "Riziko je stav nejistoty, kdy některé možnosti zahrnují ztrátu, katastrofu nebo jiný nežádoucí výsledek." (Douglas W. Hubbard)

- 3) kolik času je dané vybavení, sporné postupy v používání,
- 4) co je potřeba k řešení tohoto problému? [5]

Možná pravděpodobnost	Význam	Hodnota
Častá	Pravděpodobnost, že se může stát velmi často (stalo se často)	5
Občasná	Pravděpodobnost, že se může někdy stát (stalo se nepříliš často)	4
Časově vzdálená	Nepravděpodobné, ale s možností, že se může stát (stalo se zřídka)	3
Nepravděpodobná	Velmi nepravděpodobné, že by se mohlo stát (není známo, že by se stalo)	2
Extrémně nepravděpodobná	Téměř nemyslitelné, že by se takový případ mohl stát	1

Tab. č. 1: ICAO klasifikace možné pravděpodobnosti rizika [5]

Vážnost bezpečnostního rizika

Vážnost bezpečnostního rizika je definována jako rozsah nebo závažnost újmy nebo poškození, který by se mohl stát jako následek nebo výsledek zjištěného / identifikovaného nebezpečí. Hodnocení vážnosti je zobrazeno v Tab. č. 2. Riziko musí být rovněž vyhodnoceno z hlediska jeho vážnosti (když se to stane, jak zlé to bude?). Vážnost se vyhodnocuje z hlediska nejhorší předvídatelné situace.

Za účelem stanovení vážnosti byste si měli klást následující otázky:

- 1) kolik životů je ohroženo a může být ztraceno (zaměstnanci, cestující, přihlížející, obyvatelstvo),
- 2) jaký je pravděpodobný rozsah poškození letadla, majetku, zařízení, vybavení a rozsah finančního poškození,
- 3) jaký je předpokládaný rozsah škod na životním prostředí (rozlití paliva, fyzické zničení přirozeného prostředí),
- 4) jsou zde organizační, řídicí nebo regulační důsledky, které by mohly vytvářet větší hrozbu veřejné bezpečnosti,
- 5) mohla by nastat ztráta pověsti a důvěry veřejnosti

Vážnost	Význam	Hodnota
Katastrofická	Výsledkem je nehoda, úmrtí a /nebo zničení zařízení	A
Nebezpečná	- Rozsáhlé snížení míry bezpečnosti, takové hmotné potíže nebo pracovní zatížení, že provozovatel se nemůže spolehnout, že bude schopen plnit své úkoly přesně nebo beze zbytku	B

Vážnost	Význam	Hodnota
	- Vážné zranění nebo závažné poškození zařízení	
Závažná	- Významné snížení míry bezpečnosti, omezení schopnosti provozovatele vyrovnat se s nepříznivými provozními podmínkami zapříčiněnými zvýšeným pracovním zatížením nebo podmínkami, které zhoršují jejich výkonnost - Vážný incident nebo zranění osob	C
Méně závažná	- Použití nouzových postupů - Méně závažný incident	D
Zanedbatelná	Malé následky	E

Tab. č. 2: ICAO klasifikaci vážnosti rizika [5]

Matice vyhodnocení rizika

Po stanovení vážnosti a možné pravděpodobnosti, se použije následně matice vyhodnocení rizika zobrazenou v Tab. č. 3 pro stanovení indexu rizika.

Bezpečnostní riziko		Vážnost				
		Katastrofická A	Nebezpečná B	Významná C	Méně významná D	Zanedbatelná E
Pravděpodobnost						
Častá	1	5A	5B	5C	5D	5E
Občasná	2	4A	4B	4C	4D	4E
Velice slabá	3	3A	3B	3C	3D	3E
Nepravděpodobná	4	2A	2B	2C	2D	2E
Velice nepravděpodobná	5	1A	1B	1C	1D	1E

Tab. č. 3: ICAO matice vyhodnocení rizik [5]

Po stanovení indexu rizika, může být následně vyhodnoceno, jak je riziko snesitelné nebo únosné. Pomocí matice snesitelnosti rizika může být riziko potom klasifikováno buď jako přijatelné (přijatelná oblast), nebo snesitelné (snesitelná oblast) nebo nepřijatelné (nepřijatelná oblast), umožňující zavedení vhodné strategie pro zmírnění rizika, jestliže je požadováno. Výsledná matice snesitelnosti rizika je zobrazena v Tab. č.4.

Míra indexu rizika	Popis rizika	Doporučená kritéria
5A, 4A, 3A, 5B, 4B, 5C	Nepřijatelná oblast	Není požadování zmírnění rizik
5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A	Snesitelná oblast	Může být tolerováno dle snížení bezpečnostních rizik. Může vyžadovat rozhodnutí vedení k akceptování rizik
3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E	Přijatelná oblast	Není požadování zmírnění rizik

Tab. č.4: ICAO výsledné oblasti rizika [5]

3.2 ARMS

V roce 2007 vznikla pracovní skupina ARMS (Aviation Risk Management Solutions) s cílem vyvinout novou a lepší metodiku pro hodnocení provozních rizik (ORA – Operational Risk Assessment). Primární cílovou skupinou metodiky ARMS jsou letecké společnosti a další provozovatelé letadel. Druhotná cílová skupina se skládá z leteckých organizací, které mají vazbu na provoz letadel, ale neprovozují samotné letadlo. Metodika ARMS byla vyvinuta pro rizika letové bezpečnosti, takže v tomto dokumentu se primárně zaměřuje na provozní rizika bezpečnosti letu, tj. všechna rizika, která by mohla poškodit cestující letadla (cestující a posádku). Pracovní skupina se však domnívá, že metodika by mohla být snadno přizpůsobena jiným druhům rizik.

Hodnocení provozních rizik je zapotřebí ve třech různých souvislostech:

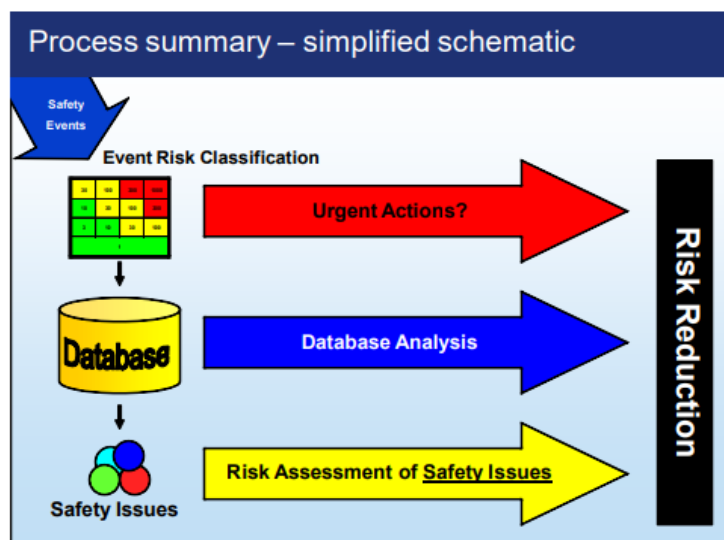
- 1) Individuální bezpečnostní **události**, které mohou odrážet vysokou míru rizika a následně vyžadují naléhavou akci. Proto musí být všechny příchozí události vyhodnoceny. Tento krok se nazývá klasifikace rizik událostí (ERC).
- 2) Proces identifikace nebezpečí může vést k identifikaci **bezpečnostních problémů - SI⁴**. Tento krok se nazývá SIRA (Safety Issue Risk Assessment).
- 3) čas od času je nutné provést **hodnocení bezpečnosti**, typicky souvisí s novou nebo revidovanou provozní činností (například nový cíl). Činnost musí být posouzena ve fázi plánování podle "Řízení změny" společnosti.

Hlavním cílem řízení rizik je zajistit, aby všechna rizika zůstala na přijatelné úrovni.

3.2.1 Proces hodnocení rizik

Na následujícím Obr. č.1 je zjednodušený proces hodnocení rizik, který vypracovala skupina ARMS.

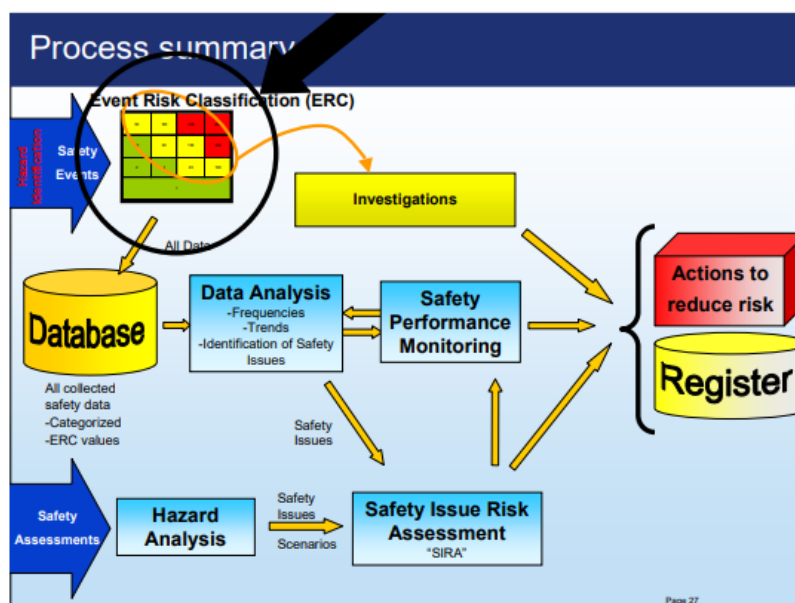
⁴ SI je výskyt nebezpečí nebo kombinace několika rizik v konkrétním kontextu. Problém bezpečnosti byl identifikován prostřednictvím systematického procesu identifikace nebezpečí organizace. SI by mohlo být místním důsledkem jednoho nebezpečí (např. Problémů s odmrazováním u jednoho konkrétního typu letadla) nebo kombinací nebezpečí v jedné části provozu (např. Provoz na náročném letišti).



Obr. č. 1: Proces metodologie ARMS [6]

První fází procesu ARMS je shromažďování a analýza provozních bezpečnostních dat a na základě toho identifikovat nebezpečí. Jedná se o počáteční klasifikaci rizik přichozích bezpečnostních událostí (ERC) související s historickými událostmi. Klíčovým krokem je identifikovat bezpečnostní problém – Safety Issues, který ovlivňuje aktuální provoz. Bezpečnostní problémy (SI) jsou pak předmětem podrobného posouzení rizik.

Na Obr. č. 2 můžeme vidět podrobnější prezentaci procesu. První „smyčka“ jde přímo z ERC k dalšímu vyšetřování a jednání. Druhá od databáze přes analýzu dat a monitorování výkonnosti bezpečnosti a třetí se zabývá hodnocením bezpečnostního rizika – SIRA.



Obr. č. 2: Podrobnější popis procesu ARMS [6]

Bezpečnostní data obvykle zahrnují bezpečnostní hlášení, letové údaje a výsledky z bezpečnostních průzkumů a auditů. Identifikace nebezpečí poskytuje vstup pro hodnocení rizik. Osoba, která pracuje s těmito daty, musí údaje prověřit poměrně rychle, aby bylo možné co nejrychleji řešit všechny naléhavé záležitosti. Tento krok je řešen procesem ERC. Možnost přijmout opatření založená na jednotlivých událostech představuje první krok v procesu (červená šipka na Obr. č.1 "Naléhavé akce?"). Každá událost je ohodnocena hodnotou indexu rizika vycházející z ERC. Tyto hodnoty se využívají pro statistiky. Analýza dat je zaměřena na prohlížení dat pomocí deskriptorů, statistických nástrojů a grafů, aby bylo možné zjistit SI, které musí být formálně posouzeny, aby bylo možné určit riziko a navrhnout vhodná opatření ke snížení rizika. To představuje dolní (žlutá) šipka na Obr. č.1.

Zjištěné SI jsou vyhodnoceny pomocí SIRA. To poskytne informace o toleranci rizika u všech zjištěných rizik. Nakonec jsou hodnoty rizik a související akce sledovány prostřednictvím databáze registrů rizik.

Navíc analýza databáze, vyvolaná událostí nebo obavou, může odhalit rizika, která by měla být řešena bezprostředně předtím, než se uskuteční více formální SIRA; tj. některé otázky, které jsou samozřejmě "nesprávné", jsou stanoveny bez posouzení rizik. např. náhlý nárůst nestabilizovaných přiblížení na letišti může vést k činnostem bez formálního posouzení rizik. Tato "rychlá odezva" je reprezentována střední (modrou) šipkou na Obr. č.1. Tyto otázky by měly mít případně formální SIRA, aby mohly být řádně měřeny a sledovány v registru rizik.

3.2.2 Event Risk Classification (ERC)

Prvním krokem v procesu je klasifikace rizika událostí (ERC). Používá se koncept "rizika založeného na událostech". To, co měříme, je riziko, které se vyskytlo v studované události, ten den, za daných podmínek. Posuzuje se tedy, které bariéry byly porušeny a co je opravdu důležité a jaké jsou zbývající bariéry a jejich účinnost. Toto je riziko, které se měří s maticí ERC zobrazenou na Obr. č. 3. Pokud se podíváme na riziko zítra, by bylo jiné, protože by se převzali všechny bariéry nyní, které by byly zavedeny a priori.

Výsledkem je jak riziková třída (barva), která udává, co je třeba učinit s danou událostí, tak číselná hodnota rizika (hodnota indexu rizika ERC), která může být použita při kvantitativní analýze rizik. Po vyhodnocení rizika jsou všechny události uloženy v

datobázi bezpečnostních událostí. Je třeba mít na paměti, že celkovým účelem je pouze provést počáteční odhad rizika, aby událost byla správně klasifikována. Toto není konečné hodnocení rizik. ERC se pokouší zjistit pravděpodobnost, že tato událost vedla k výsledku nehody tím, že vyhodnotí bariéry, které zabránili tomuto výsledku. Zvažování těchto bariér je stále subjektivní, ale subjektivita může být snížena dobrým pochopením bariér, které jsou k dispozici v typických scénářích. Jestliže zjišťujeme hodnotu ERC, musíme si položit dvě otázky zobrazeny na následujícím Obr. č. 3.

Otázka 2				Otázka 1		Typické scénáře
Jaká byla efektivita zbývajících bariér mezi danou událostí a nejhorším věrohodným výsledkem?				Jestliže by daná událost vedla k nehodě, jaký by byl nejhorší věrohodný výsledek?		
Efektivní	Omezená	Minimální	Bez efektu			
50	102	502	2500	Katastrofická nehoda	Ztráta letadla nebo vícenásobné úmrtí	Ztráta kontroly, srážka, exploze, apod.
10	21	101	500	Velká nehoda	Jedno nebo dvě úmrtí, několik vážných zranění, závažné poškození letadla	Zranění při turbulencích, srážka na TWY ve vysoké rychlosti, apod.
2	4	20	100	Méně závažná zranění a škody	Drobná zranění, drobné poškození	Nehoda při vytlačování, apod.
1				Žádný výsledek	Žadné zranění nebo poškození	Událost, která nemohla vyústit v nehodu, ale měla dopad na provoz.

Obr. č. 3: Matice ERC [7]

Navrhovaná praktická aplikace ERC je matice 4x4 a výsledek může být červený, žlutý nebo zelený. Jestliže si pokládáme otázku číslo dvě, posuzujeme bariéry, zda byla nějaká bariéra stále na místě, ale jejich celková účinnost byla „minimální“ pohybujeme se ve třetím sloupci zleva. Jestliže se budeme pohybovat v levém sloupci, znamená to, že všechny bariéry byly efektivní. Spodní řádek je pouze jeden blok z důvodu, že tato událost nemohla mít výsledek nehody a nemá smysl odhadnout zbývajících bezpečnostní rezervu. S událostí je vždy zacházeno přesně tak, jak se stala, kromě toho, že je eskalována v pomyslné nehodě.

Výstupy matice ERC:

Prvním výstupem matice ERC je barevné rozlišení s následovným vysvětlením:

- 1) Červená oblast: neprodleně vyšetřit a navrhnout opatření
- 2) Žlutá oblast: Zkoumat nebo provést další hodnocení rizik

3) Zelená oblast: Žádná další akce, uložení do knihovny pro další referenci

Druhým výstupem ERC je číslo označované jako index rizika ERC. Tento index poskytuje kvantitativní relativní hodnotu rizika a je velmi užitečný při sestavování statistik. V navrhované matici ERC indexy rizik mají ohodnocení od 1 do 2500 a každý čtverec v matici má jedinečnou hodnotu. Hodnoty (které lze přirozeně přizpůsobit) byly odvozeny částečně vědecky, a to na základě údajů o pojistných událostech. Údaje ukazují, že množství ztrát v různých kategoriích nehod je zhruba 1: 5: 25. Cílem je také vytvořit zhruba exponenciální váhy oběma způsoby a ujistit se, že rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou je alespoň asi 1000. [6]

Vyšetřování

Dalším krokem je následné vnitřní vyšetřování události. Může se jednat jen o krátký rozhovor se zúčastněným zaměstnancem nebo i o dlouhodobé vyšetřování prováděné týmem lidí z různých oddělení. Těchto vyšetřování se neúčastní vnější subjekty a jejich cílem je identifikovat příčiny, přispívající faktory a podmínky. Tato zjištění poté mohou vést ke stanovení doporučení nebo následných aktivit. [7]

Opatření ke zmírnění rizik

Hodnocení rizik samo o sobě nezmírňuje riziko. SMS společnosti bude specifikovat funkční skupiny, které jsou povinny identifikovat potřebné akce a sledovat jejich implementaci a efektivitu. Obvykle se bezpečnostní skupiny (akční skupiny) zaměřují na tyto dvě skupiny. Organizace může mít také výbor pro hodnocení bezpečnosti, který se soustředí na monitorování celkové úrovně rizika, dokončení klíčových akcí a doporučení v registru rizik. Registr (rizik) je velkou pomocí při sledování doporučení jak pro implementaci, tak pro efektivitu. [7]

Bezpečnostní databáze

Další součástí procesů popsaných v metodologii ARMS je databáze bezpečnostních dat a analýza těchto dat. Důraz by měl být kladen na strukturovanost a přehlednost databáze, ve které musí být možné jednoduše dohledat všechny události. Pořadí dvou kroků, ERC a ukládání dat do databáze, se může lišit podle potřeb organizace. Strukturovanost databáze je dána vhodnou klasifikací vkládaných dat podle stanovených kritérií (např. datum, typ letadla, fáze letu, atd.). [7]

Analýza dat

Hlavním účelem analýzy dat je identifikovat SI, které ovlivňují aktuální provoz. Analýza dat spočívá v prověřování databáze bezpečnosti při zjišťování trendů (problémy ATC se zvyšují nebo zmenšují) a seskupení souvisejících událostí. Výstupem je počet událostí, případně četnost události (např. počet nestabilizovaných přistání ze daný měsíc), která více vypovídá o procentuálním zastoupení jevu vzhledem k počtu operací. Tento číselný údaj společně s hodnotou závažnosti rizika získanou z ERC poskytuje základ pro rozhodovací proces. Výsledkem analýzy dat jsou grafy a filtry, které třídí události různými kombinacemi.

Monitorování provozní bezpečnosti

Monitorování bezpečnosti provozu může být založeno na opatření pocházející přímo z některého zdroje identifikace nebezpečí (např. hlášení nebo letové údaje) nebo na opatření založená na rizicích.

Parametry založené na rizicích mohou poskytnout komplexnější obraz o bezpečnosti. Mohou být použity na různých úrovních:

- 1) Indikátory bezpečnosti (SPI) založené na identifikaci nebezpečí mohou být přeměněny na opatření založená na rizicích nahrazením čísla události za kumulovanou hodnotu ERC.
- 2) Výsledek hodnocení bezpečnostního rizika (SIRA) lze použít při vytváření globálních bezpečnostních indikátorů, které monitorují riziko zjištěných bezpečnostních problémů. [7]

3.2.3 Posouzení bezpečnostního rizika

Na základě neustálé analýzy dat, organizace bude identifikovat postupem času nová SI, které ovlivňují provoz. A tato rizika musí být následně posouzena pomocí SIRA.

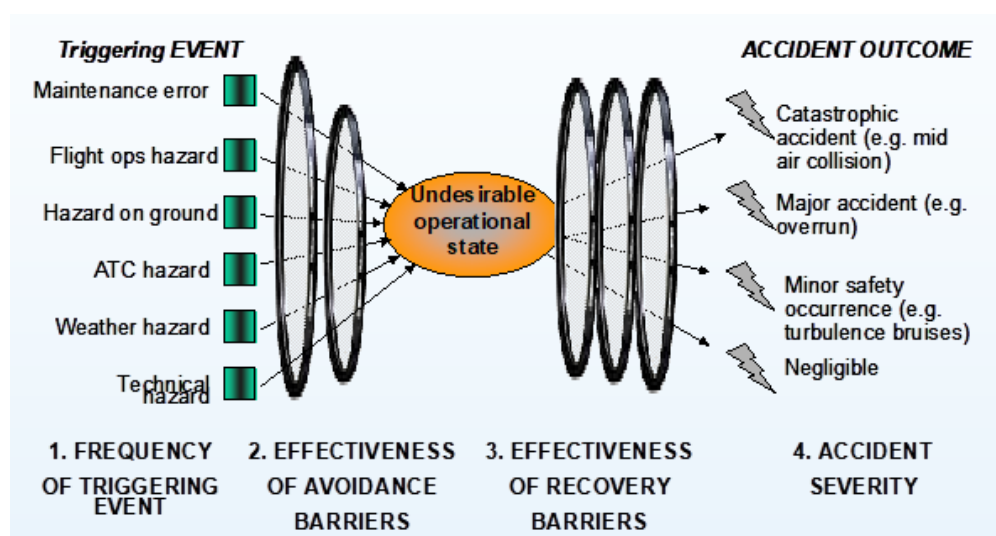
SIRA hodnotí riziko využitím výpočtu, jenž bere v potaz čtveřici faktorů:

- 1) Frekvenci/pravděpodobnost tzv. spouštěcích událostí
- 2) Efektivitu ochranných bariér
- 3) Efektivitu nápravných bariér
- 4) Závažnost nejpravděpodobnějšího výsledku nehody

Společnost ARMS vyvinula aplikaci v Excelu, která ilustruje použití SIRA v praxi. Tento nástroj prochází krok za krokem procesem SIRA, počínaje definicí SI, poté popisuje spouštěcí událost, všechny bariéry a výsledek nehody. Nakonec je proveden číselný odhad prvních tří faktorů a podobně jako ERC se odhaduje závažnost potenciálního výsledku havárie.

V SIRA se formulace jednoduché **závažnosti x pravděpodobnosti** rozšiřuje na vzorce se čtyřmi faktory, které společně určují úroveň rizika. Dva další faktory umožňují integraci dopadu bariér do hodnocení rizik. [7]

Hodnocení SIRA využívá „Bow Tie“ model zobrazený na Obr. č.4.



Obr. č. 4: BowTie model pro hodnocení Safety Issues [10]

První částí modelu je spouštěcí událost, která je výchozím bodem sekvence a tedy potenciální nehodou. Zamezení bariér se snaží zastavit eskalaci před dosažením UOS (nežádoucí provozní stav). UOS může být kolizní kurz, narušení letadla atd. UOS je časový bod označující přechod od zamezení k obnově. Bariéry sloužící k obnově jsou třetím faktorem posouzení (potenciální) závažnosti havárie. Frekvence (nebo pravděpodobnost) je vždy pravděpodobností spouštěcí události a závažnost je vždy závažností výsledku nehody. [6]

Registr rizik

Jako v každé metodě nebo bezpečnostním systému i zde je nakonec kladen důraz na registr rizik, který obsahuje informace o všech identifikovaných rizicích, které jsou potřebné pro následnou práci s nimi. Takovýto registr typicky obsahuje bezpečnostní

záležitosti, jejich hodnoty rizika, přijaté kroky, odpovědné osoby a termíny a postup v práci s riziky.[7]

Hodnocení bezpečnosti

Hodnocení bezpečnosti se používá ohledně budoucích rizik. Navrhovanou metodou pro provádění posouzení bezpečnosti je nejprve identifikace nebezpečí a analýza souvisejících rizik a následné posouzení rizik spojených s identifikovaným nebezpečím pomocí techniky SIRA. Tato metoda funguje tehdy, když existuje dostatek věcných, kvantifikovatelných prvků pro hodnocení SIRA.

Analýza nebezpečí

Jakmile je přesně definována oblast zaměřená na posouzení bezpečnosti, bude možné zobrazit související rizika. Seznam identifikovaných rizik sám o sobě neposkytuje potřebný materiál pro SIRA. Nebezpečí se skládají ze vzájemné kombinace a jiných faktorů, jako jsou podmínky viditelnosti. Dalším krokem je tedy sestavení scénářů, kdy identifikovaná rizika vytvářejí nežádoucí provozní stavy (UOS), které by mohly vést k nehodě.[7][4]

Využití SIRA pro hodnocení bezpečnosti

Krok analýzy rizik obvykle způsobuje několik potenciálních rizik a několik potenciálních nehod, kolem jednoho nebo více UOS. Může být možné omezit studii na nejkritičtější výsledky. Scénář (scénáře) musí být nyní vložen do rámce SIRA. To znamená identifikace UOS a souvisejícího nejpravděpodobnějšího výsledku nehody, spouštěcí události a bariéry. V případě několika scénářů by ten, který produkuje nejvyšší riziko, měl řídit celkovou úroveň rizika hodnocení bezpečnosti, ale všechny scénáře by mohly vést k následným akcím ke snížení rizik. [7]

3.3 NÁSTROJ PRO ANALÝZU RIZIK (RAT)

Metodika RAT se používá pro hodnocení bezpečnosti vztažené k událostem v oblasti řízení letového provozu vyvinutá Eurocontrolem. Rozlišují se zde dva typy událostí – provozní a ŘLP/ATM specifické (technické) události. Pro hodnocení míry rizika provozních událostí se uvažuje závažnost sblížení a jeho opakovatelnost, resp. pravděpodobnost opakovaného výskytu. Závažnost je definována jako nebezpečí srážky a vliv řídicího (ATC) na událost. Závažnost ATM specifických událostí a

pravděpodobnost jeho opakovaného výskytu je hodnocena na základě kombinace kritérií. Rozdílné kombinace byly zmapovány a zaneseny do vyhledávací tabulky, která je „srdcem“ celé metodiky a definuje bezpečnostní riziko založené na kombinaci technických selhání a typu poskytovaných služeb ATS (např. výpadek spojení při řízení ground/radar...). RAT není nástroj pro snižování rizik. RAT umožňuje analyzovat každou jednotlivou událost tak, aby bylo možno porozumět faktorům zahrnutým k událostem a následně umístit událost do kontextu s jinými událostmi. [9]

RAT hodnotí události snížení minimálního rozstupu, nepovolený vstup na dráhu a ATM specifické události. Rozsah hodnocení RAT je dvojitý:

- 1) ATM pozemní - hodnotí se řídicí letového provozu
- 2) ATM celkové – hodnotí se pozemní a vzdušná část včetně letové posádky. [9]

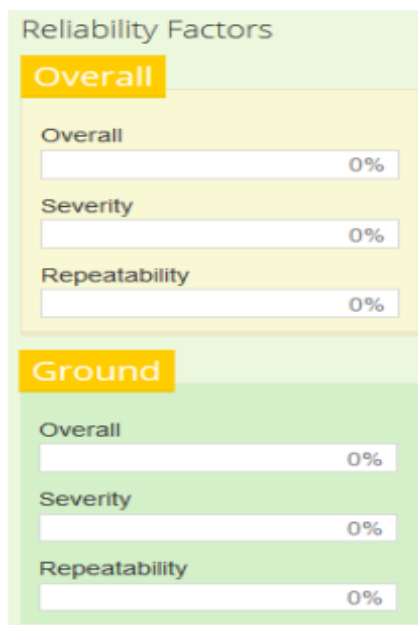
Definice používané v rámci této RAT

Riziko (nebezpečí) srážky – definice dle ICAO Doc. 4444: Sblížení – Riziko srážky: Označení nebezpečí sblížení letadel, při kterém existuje závažné nebezpečí srážky.

Závažnost – Celková závažnost jedné události se skládá z nebezpečí srážky/sblížení (vzdálenost a rychlost sblížování) a stupně říditelnosti situace.

Riziko (nebezpečí) – Kombinace celkové pravděpodobnosti, nebo frekvence/pravděpodobnosti, nebo výskyt škodlivých jevů indukovaných nebezpečím a závažností těchto jevů.

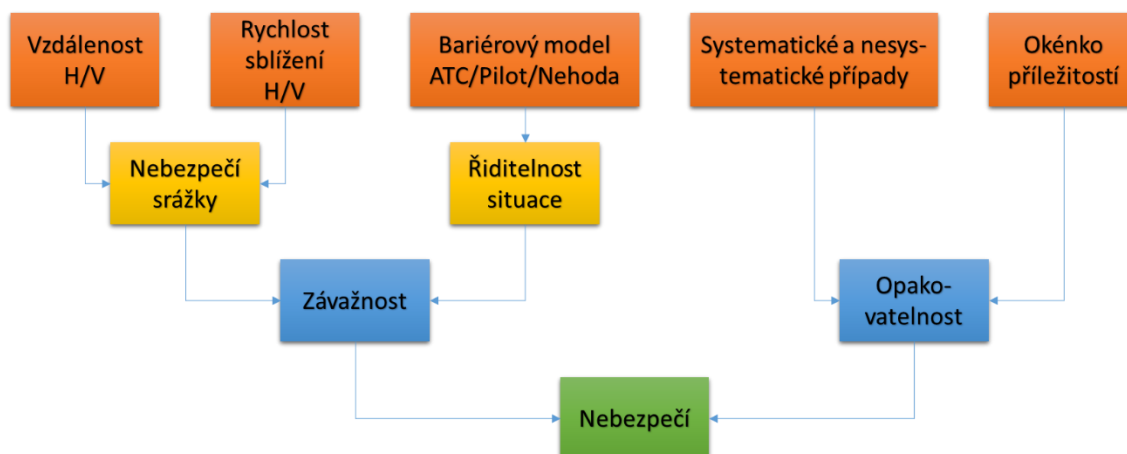
Ukazatel spolehlivosti (RF) – míra jistoty je výsledkem hodnocení využívajícího metodiku RAT, založenou na dostupných datech o bezpečnosti vztažených k dané události. Jeho hodnota se uvádí v procentech. Jak je patrné z Obr. č. 5, RF faktor je počítán pro hodnocení celkového a pozemního ATM. Sledují se dva ukazatele spolehlivosti. První je ukazatel závažnosti (severity) a druhý je ukazatel opakovatelnosti (repeatability), ze kterých se stanoví výsledný ukazatel spolehlivosti dle vztahu $RF = (RF_S + RF_R)/2$



Obr. č. 5: ukazatel spolehlivosti [9]

3.3.1 Komponenty RAT analýzy

Pro vyhodnocení rizika v RAT analýze se bere v potaz závažnost a opakovatelnost výskytu, jak je patrné z Obr. č.6. Závažnost je hodnocena jako kombinace nebezpečí srážky a jak je událost řízena (z pohledu řídicího nebo pilota). Riziko srážky je hodnoceno na základě vzdálenosti sblížení a rychlosti sblížení (v horizontálním - H a vertikálním směru - V). Komponenta opakovatelnost se skládá z systematických (plánování, trénink, zkoušky) a nesystematických případů (podmínky na pracovišti, klima, přeslechy) a okénka příležitostí (porucha zařízení, málo lidí na sektoru, sopečný popel).



Obr. č.6: Komponenty analýzy metodiky RAT [9]

Bariérový model

Existují tři funkce související s bezpečností systémů ATM.

- 1) Generování nebezpečí
- 2) Řešení nebezpečí
- 3) Obnovení (např. rozstupu) nebo zlepšení situace. [9]

Generování nebezpečí je zohledněno v části systémových otázek, a proto v kritériích opakovatelnosti. Ostatní funkce jsou hodnoceny závažností. Bariéra pro rozlišení nebezpečí se skládá z následujících dílčích částí:

- 1) Detekce
- 2) Plánování
- 3) Provedení

Tyto podbariéry by měly být zaznamenány jako součást hodnocení závažnosti všech provozních událostí. [9]

Princip hodnocení událostí

Vyhodnocení provozních případů probíhá na základě hodnotícího dotazníku, který poskytuje objektivní údaje pro posouzení. Závažnost ATM specifických událostí je založena na použití vyhledávací tabulky obsahující veškeré možné kombinace selhání. Pravděpodobnost opakování je hodnocena na základě dotazníku. Metodika RAT popisuje jak pracovat s programem a proto odkazuje na volbu použití pracovních listů, které se liší pro jednotlivé události. Pokud není možné hodnocení použít – nebo je sporné – hodnotící kritérium by nemělo být použito, byť to ovlivní konečný výsledek.

Pro hodnocení násobných/vícečetných událostí se používají dva základní přístupy. První se provádí hodnocením každé události a hodnocení závažnosti všech událostí se zachová pro další statické zpracování. Druhým přístupem se hodnotí každé události a pro další statistické zpracování se zachovává pouze hodnocení závažnosti nejvýznamnějších událostí.

Vyhodnocovací proces

Metodika RAT neukazuje příčiny, ale poukazuje na možné příčiny, které je nezbytné dále (jinak) ohodnotit, např. v rámci nějakého diskusního panelu mezi vyšetřovateli.

Jednotlivé vyhodnocovací listy v RAT metodice Eurocontrolu jsou popsány v následující Tab. č. 5.

Počet zahrnutých letadel / Typy případů	Účel
Víc než jedno letadlo	Dvě nebo více letadel se podílejí na události ve vzduchu nebo na zemi. Příčinou je zpravidla nedodržení minimálních vzdáleností.
Letadlo - letadlo – věž	Případy, kdy dojde k události, při které jsou letadla řízena ATC. Zahrnuje situace, kdy jsou obě letadla ve vzduchu, na zemi, nebo jedno letadlo ve vzduchu a druhé na zemi. Také případ kdy pozemní prostředek je na používané vzletové/přistávací dráze.
Letadlo s pozemním prostředkem	Případy události mezi letadlem a pozemním prostředkem, vyjma případu kdy je pozemní prostředek na dráze v užívání.
Jedno letadlo	Např. nedodržení odstupu od pevné překážky.
ATM specifické případy	Technické případy kdy tyto omezí schopnost ATC poskytovat bezpečné ATM služby.

Tab. č. 5: Vyhodnocovací listy v RAT metodice [9]

Aby bylo možné správně posoudit závažnost incidentu, je třeba vyplnit dvě části:

- 1) ATM pozemní
- 2) ATM ve vzduchu (palubní)

Pokud existují důkazy, že by poskytovatel ANS mohl pravděpodobně přispět k události, musí být vyplněno pole ATM pozemní. Pokud jde o vzdušnou část ATM, doporučuje se, aby poskytovatel letových navigačních služeb posoudil reakci posádky na pokyny řídicího pracovníka a chování letadla na základě nástrojů a datových záznamů. [10]

Posuzovaná závažnost (celková ATM) má rozsah od třídy A (nejvyšší třída možné závažnosti) do třídy E (bez vlivu na bezpečnost). Představuje model semaforu, zatímco třídy A a B představují červenou zónu, kde jsou nutné okamžité akce. Třída C s vysokou pravděpodobností opakování by byla také započtena do červené zóny. Pokud byla závažnost posouzena u třídy C, ale s nižší pravděpodobností opakování, je dosaženo žluté zóny. Třída závažnosti E představuje vždy zelenou zónu. Třída závažnosti D znamená, že riziko není "určeno". Třída závažnosti D je vždy dána, pokud je k dispozici příliš málo údajů k posouzení určité kategorie závažnosti. Třída závažnosti „N“ byla zavedena vzhledem k tomu, že poskytovatelé ANS ne vždy přispěli k incidentu. Bylo tedy jejich požadavkem, aby se zavedla třída N "bez příspěvku ANS". [10]

Risk Matrix					
<input type="checkbox"/> Reliable severity scoring					
A1	B1	C1	E1	D1	N1
A2	B2	C2	E2	D2	N2
A3	B3	C3	E3	D3	N3
A4	B4	C4	E4	D4	N4
A5	B5	C5	E5	D5	N5

Risk ATM: E5
Risk ATM Ground: E5

Obr. č. 7: Výsledná matice v RAT analýze [9]

Ve výsledné matici, která je vidět na Obr. č. 7, se zobrazuje výsledek hodnocení jak rizika ATM celkového, tak rizika ATM pozemního. Může nastat případ, kdy výsledek rizik bude různý.

Schéma hodnocení rizik

Následující Tab. č. 6 pro klasifikaci rizika je aplikovaná pro následující provozní matici:

- 1) Více než jedno letadlo
- 2) ACFT – ACFT věž
- 3) ACFT s pozemním zařízením
- 4) Zapojeno 1 ACFT

				ZÁVAŽNOST				
OPAKOVATELNOST	přes 32	velmi časté	1	A1	B1	C1	E1	D1
	24 až 31	časté	2	A2	B2	C2	E2	D2
	17 až 23	občasné	3	A3	B3	C3	E3	D3
	11 až 16	vzácné	4	A4	B4	C4	E4	D4
	0 až 10	velmi vzácné	5	A5	B5	C5	E5	D5
				A	B	C	E	D
				vážné	hlavní	významné	bez vlivu na bezpečnost	nehodnoceno
				víc než 31	30 až 18	17 až 10	9 až 0	nízké RF

Tab. č. 6: Schéma provozních rizik [9]

Následující Tab. č. 7 zobrazuje klasifikaci rizika aplikovaného pro ATM specifické případy (poskytované služby ATM):

				ZÁVAŽNOST					
OPAKOVATELNOST	přes 32	velmi časté	1	AA1	A1	B1	C1	E1	D1
	24 až 31	časté	2	AA2	A2	B2	C2	E2	D2
	17 až 23	občasné	3	AA3	A3	B3	C3	E3	D3
	11 až 16	vzácné	4	AA4	A4	B4	C4	E4	D4
	0 až 10	velmi vzácné	5	AA5	A5	B5	C5	E5	D5
				AA	A	B	C	E	D
				Celková neschopnost	Vážná neschopnost	Částečná neschopnost	Schopnost poskytovat bezpečné, ale zhoršené	Žádný vliv na ATM	Nehodnoceno
				60	59 až 31	30 až 18	17 až 10	9 až 0	nízké RF

Tab. č. 7: Schéma rizik souvisejících s technickou závadou na straně ATM [9]

3.3.2 Závažnost

Klasifikace závažnosti založená na metodice RAT vychází z principu hodnocení několika kritérií a přiděleného určitého skóre ke každému kritériu v závislosti na tom, jak závažné je každé kritérium. [9] Hodnocení pomocí skóre je od 0 – 10 bodů na základě zkušeností, čím vyšší číslo, tím je událost závažnější. Hodnotitel ovšem může podle svého uvážení ručně snižovat skóre, což se využívá zejména v případě, kdy rozstup mezi letadly byl snížen ze 3 NM na 2,9 NM a riziko není tak závažné, jak by bylo vypočítáno dle RAT analýzy.

3.3.3 RAT – provozní případy

Nejdříve je hodnoceno riziko srážky z pohledu řídicího a pilota. Celkové riziko srážky je odvozeno z dosaženého narušení minimálního rozstupu v kombinaci s rychlostí sblížení. Druhým klíčovým kritériem pro posouzení závažnosti je říditelnost.

Poté se hodnotí říditelnost, která je hodnocena pouze pro ATM pozemní a kritéria jsou rozděleny do 7 bodů.

- a) **Riziko srážky** - vztahuje se k fyzickému prostoru měřenému mezi letadly, letadlo s pozemním prostředkem a jedno letadlo, dle ICAO definice kritéria vzdálenosti.

[9]

1) Separace

2) Rychlost sblížení – uvažuje se hodnota v momentě porušení rozstupu

- b) **Říditelnost** (ATM celkové = ATM pozemní) – popisuje „úroveň řízení“ řídicích letového provozu a pilotů podporovaného bezpečnostními sítěmi (Safety Nets), jak zvládli danou situaci.

1) Detekce konfliktu je hodnocena dle následujících kritérií:

- i. Detekováno – ATCo má dostatečný čas na plánování a provedení
- ii. Detekováno pozdě – dosud ještě čas na plánování a provedení (ATCo zaregistroval sám, ATCo upozorněn jiným ATCo nebo safety nets,...)
- iii. Nedetekováno – nebyl detekován před snížením minima (= žádný plán = žádné provedení)
- iv. Neaplikováno – pilot nesplnil příkaz (= plán neaplikován, provedení neaplikováno = skóre 0)

- 2) Plán – je od detekce až po narušení minimálního rozstupu - SMI (od SMI je to obnovení)
 - i. Správný – včasná a správný
 - ii. Nesprávný – opožděný nebo nevede k rychlému a vhodnému řešení = provedení nesprávné
 - iii. Žádný – konflikt detekován
 - iv. Neaplikovaný – detekce nebyla aplikována
- 3) Provedení: ATM celkové = ATM pozemní
 - i. Správné – u ATM se hodnotí provedení, včasnost a efektivita, ACFT – hodnotí se dodržení instrukcí
 - ii. Nesprávné – ATM: ani efektivní ani včas
 - iii. Žádné – nedošlo vůbec k řešení konfliktu
 - iv. Neaplikované – ATM pozemní nemá na starosti zajištění rozstupu, nebo detekce neaplikována
- 4) Palubní/Pozemní bezpečnostní síť („Safety nets“ je součástí systému A-SMGCA, který detekuje konflikty na dráze)
 - i. Pozemní bezpečnostní síť aktivována – pokud ATCO detekoval konflikt až na základě aktivace pozemní bezpečnostní sítě
 - ii. Neletecká/pozemní bezpečnostní síť spuštěna
 - iii. Neaplikováno – ATC centrum není bezpečnostní sítě vybaveno
- 5) Obnovení rozstupu nebo zlepšení situace, celkové = ATM pozemní + ATM ve vzduchu. Obnovení nastává od okamžiku porušení rozstupu, bere se v úvahu načasování a efektivita.
 - i. Správné – akce minimalizuje efekt snížení a zlepšuje situaci
 - ii. Nesprávné - reakce (ATCO, pilot) nebyla dostatečná / včasná
 - iii. Žádné - bere se v úvahu aktivace palubní sítě – TCAS RA
 - iv. Nepoužitelné - zejména v situacích se trajektorie oddalují
- 6) Vzdušná bezpečnostní síť nebo iniciativa posádky
 - i. TCAS/GPWS zapnut
 - ii. Bez varování TCAS / GPWS – s ohledem na geometrii sblížení měl být spuštěn, ale nebyl
 - iii. Nepoužitelné – ATCO vydá správnou instrukci, poté RA – pilot následuje TCAS

- iv. v případech, kdy bariéra, sleduj a zabraň, není použitelná nebo v případech kdy vzájemná poloha neumožňuje TCASu správnou funkci
- 7) Pilotova / řídicího reakce - vidí a rozhodnutí k vyhnutí – hodnotí se v ATM ve vzduchu
- i. Efektivní akce – vhodná reakce na základě vidu a vyhnutí se
 - ii. Nedostatečná
 - iii. Nesprávná [9]

3.3.4 Opakovatelnost

Opakovatelnost se používá pro hodnocení kritérií týkajících se systematických případů, nesystematických případů a okénka příležitostí, viz Obr. č.6.

Systematické případy

Jedná se o procedury, zařízení, lidské zdroje (plánování, trénink, zkoušky). Hodnotí se následující kritéria:

- 1) Design
- 2) Implementace
- 3) Nedostatky [9]

Nesystematické případy (lidský činitel)

Jedná se o ostatní podílející se faktory.

- 1) Nesystematické/lidský činitel v souvislosti s podmínkami
 - a. Pracovní podmínky
 - b. Organizační klima
 - c. Postoje a osobnost
 - d. Osobní výkonnostní limity
 - e. Psychologické a emociální ukazatele
- 2) Nesystematické / lidský činitel bez souvislosti s podmínkami
 - a. Přeslechy, přeřeknutí, chyby čtení [9]

Okénko příležitostí

Okénko příležitostí se využívá v případě, kdy dojde k mimořádné události za mimořádného pracovního vytížení. Jeho hodnocení může být následující:

- b. Normální – ATM funguje za normálních podmínek bez sníženého režimu nebo nepředvídatelných událostí
- c. Degradované - ATM funguje se sníženým rozsahem služeb v důsledku nefunkčnosti vybavení, nedostatku personálu, nebo postupy se stávají nefunkčními což poukazuje na nedostatky prvků systému.
- d. Nepředvídatelné - ATM pracuje za mimořádných podmínek v důsledku zavedených opatření (uzavření vzdušného prostoru pro hlavní vojenské cvičení, hygiena...mimořádné opatření). [9]

3.4 ERCS - EVROPSKÝ SYSTÉM KLASIFIKACE RIZIK

Evropský systém klasifikace rizik neboli ERCS je metodologie, kterou vypracovala skupina odborníků jmenována Evropskou komisí za účelem splnění požadavků nařízení (EU) č. 376/2014 k rizikovému hodnocení všech výskytů.

Proces ERCS je založený na dvou otázkách:

- 1) Jaký je nejpravděpodobnější výsledek nehody?
- 2) Pokud by byl výskyt zaznamenán, kdyby se stala nehoda, jaký typ nehody by to byl?

Důležité je, že se jedná o nehodovost a ne o to, co se skutečně stalo - ERCS metoda je navržena tak, aby řešila potenciální riziko.

3.4.1 Proces ERCS / European Risk Classification Scheme

Pomocí vyhledávací tabulky seřazené podle seznamu hlášených událostí můžeme najít nejpravděpodobnější výsledek nehod. U technických událostí obsahuje další seznam systémové selhání nejspolehlivějšího výsledku havárie založeného na použitého systému letadla.

Nejpravděpodobnější výsledky událostí a jejich scénář je popsán v Tab. č. 8.

Nejpravděpodobnější výsledek	Typ scénáře
Zranění	Pozemní handling a pozemní operace
	Údržba
	Kabina letadla
	turbulence
Kolize ve vzduchu	Provoz řízen
	Jedno nebo více letadel neřízené

Nejpravděpodobnější výsledek	Typ scénáře
Narušení prostoru letadlem (Ztráta řízení)	Příprava letu
	Faktor posádky
	Technika
	prostředí
Vyjetí z dráhy	Vyjetí při přistání
	Vyjetí při vzletu
	odbočení
Poškození na zemi	Letadlo vs. letadlo
	Letadlo vs. zařízení
	Letadlo vs. budovy (vybavení)
Kolize za letu s překážkou / terénem	Statický objekt
	Dynamický objekt
Kolize na dráze	Letadlo vs. letadlo
	Letadlo vs. zařízení
	Letadlo vs. ostatní
Kolize s terénem	Požár / exploze (letadlem / cestujícím)
Nevhodné podmínky pro přežití	Požár / exploze (technická závada)
	Přetlakování a klimatizace

Tab. č. 8: Nejpravděpodobnější výsledky událostí a jejich scénáře

Každý z těchto výsledků jsou v dalším kroku rozděleny ještě na různé scénáře, např. při výběru pravděpodobného výsledku nehody kolize na zemi se vybírá dále ze dvou scénářů a to letadlo/letadlo nebo letadlo/překážka.

Po vyhledání příslušné kategorie pravděpodobného výsledku ve výše uvedeném seznamu se poté stanoví stupeň/závažnost v závislosti na letadle, které se na výskytu podílelo a na jakýkoliv dalších konkrétních kritérií v závislosti na skutečných okolnostech výskytu. Tento krok je z velké části založen na velikosti/kapacitě letadla, skutečný počet cestujících v letadle by neměl být vzat v úvahu. Pokud se jedná o více letadel, měla by být zvolena největší letadla, která se podílela na výskytu události.

Dalším je krokem je druhá otázka jaká je pravděpodobnost toho, že výskyt dané události by mohl mít výsledek havárie. Každá bariéra má svou numerickou hodnotu.

Bariéry jsou rozděleny podle následujícího typu:

- 1) Letadla, vybavení a infrastruktura – týká se např. projektování, údržby a opravy letadel, vybavení a infrastruktury
- 2) Taktické plánování - Plánování letu je efektivní (např. předvídat počasí), aby nedošlo k výsledku nehody
- 3) Nařízení, postupy, procesy a dodržování předpisů

- 4) Situační povědomí a činnost – Lidská ostražitost pro provozní hrozby identifikuje a přijímá účinná opatření, aby se zabránilo překročení běžných provozních podmínek letadla
- 5) Výstražný systém v provozu a shoda - Výstražné systémy, které by mohly zabránit překročení běžných provozních podmínek letadla (např. Varování před pádem). Zda jsou letadla vybaveny výstražnými systémy, fungují / fungují správně a jsou dodržovány, aby se zabránilo překročení běžných provozních podmínek letadla.
- 6) Činnost pro obnovení – např. pozdní obnovení po ztrátě kontroly zabraňující srážce na dráze
- 7) Ochrany – ochrany snižující význam výsledku
- 8) Neznámé - Všechny bariéry selhaly, nejhorší výsledek nebyl realizován.

Bariérové skóre (počet bodů) je rozděleno podle efektivnosti bariér. Jedná se o hodnotu, jestli bariéra zafungovala, nebo by případně zafungovala, jak je vidět v následující Tab. č.9.

Jak zafungovala bariéra	Význam bariéry
Stopped	Zastavila výsledek nehody
Remaining known	Pravděpodobně by zabránila nehodě, kdyby byla dosažena
Remaining assumed	Přetrvávající předpoklad
Failed known	Chybná znalost
Failed assumed	Chybný předpoklad
Not applicable	Nevztahuje se

Tab. č.9: Volba efektivnosti bariéry

Ty to jednotlivé bariéry jsou ohodnoceny počtem bodů dle bariérového skóre a na konci tohoto ohodnocení vyjde finální bariérové skóre, které se zobrazí ve finální matici, zobrazenou na následujícím Obr. č. 8.

SEVERITY				CLASSIFICATION													
Potential Accident Outcome	Reference Value	Score	Points														
Extreme catastrophic accident with significant potential fatalities (100+)	1000	X	1000000	X/9	X/8	X/7	X/6	X/5	X/4	X/3	X/2	X/1					X/0
				1,00E-03	0,01	0,10	1	10	100	1 000	10 000	100 000					
Significant accident with significant potential for fatalities and injuries (19-100)	100	S	500000	S/9	S/8	S/7	S/6	S/5	S/4	S/3	S/2	S/1					S/0
				5E-04	5E-03	0,05	0,5	5	50	500	5 000	50 000					
Major accident with potential for some fatalities/life changing injuries (2-19) or major aircraft destroyed	10	M	100000	M/9	M/8	M/7	M/6	M/5	M/4	M/3	M/2	M/1					M/0
				1E-04	1E-03	0,01	0,1	1	10	100	1 000	10 000					
Single individual fatality/life changing injury or substantial damage accident	1	I	10000	I/9	I/8	I/7	I/6	I/5	I/4	I/3	I/2	I/1					I/0
				1E-05	1E-04	1E-03	0,01	0,1	1	10	100	1 000					
Minor and Serious Injury (not life changing) accidents and Minor Damage	0,01	E	1000	E/9	E/8	E/7	E/6	E/5	E/4	E/3	E/2	E/1					E/0
				1E-06	1E-05	1E-04	1E-03	0,01	0,1	1	10	100					
	0	A	0	A/0													
				Score	9	8	7	6	5	4	3	2	1				0
				Barrier Score	17-18	15-16	13-14	11-12	9-10	7-8	5-6	3-4	1-2				0
				Ref Value	1,E-09	1,E-08	1,E-07	1,E-06	1,E-05	1,E-04	1,E-03	1,E-02	1,E-01				1,E+00
LIKELIHOOD OF ACCIDENT OUTCOME																	

Obr. č. 8: Finální ERCS skóre [11]

3.5 VÝSLEDEK ANALÝZY METOD

Metodologie ARMS nedokáže odstranit veškerou subjektivitu z hodnocení rizik v letectví, ale předpokladem je, že je více objektivní než ostatní metody, které se v letecké dopravě používají. Metodologie ARMS nám umožňuje zabývat se s bezpečnostními problémy, se kterými můžeme dále pracovat. Když přesně definujeme bezpečnostní problém, lze provádět dobré hodnocení rizik bez velkého prostoru pro subjektivitu. Tato metoda se v současné době využívá na ÚCL v programu SISel.

Metoda RAT má své určité limity. V programu, který vznikl pod patronací Eurocontrolu v rámci grantového projektu jsou předdefinovány typizované události, kterými bohužel není možné, alespoň podle slov zaměstnanců ŘLP, jednoznačně stanovit závažnost a četnost události, neboť typizované události nepostihují všechny události v oblasti ATM. V případě, že se daná událost týkala pouze technických parametrů události je posouzení závažnosti události v aplikaci objektivní, nicméně v okamžiku, kdy se na události podílel lidský činitel, tak není možné zohlednit míru vlivu lidského činitele. RAT analýza vyhodnotí soubor událostí jako celek, ale neumožňuje rozlišit která z dílčích událostí bezprostředně vedla k nebezpečné nebo kritické události.

Cílem ERCS je usnadnit identifikaci vysoce rizikových oblastí týkající se leteckého systému, které byly definované za posledních 10 let. Tato metoda je v současné době

zkušebně využívána na ÚZPLN. Hodnotitel pouze v tomto případě hodnotí jak zafungovaly dané bariéry, které mají přiřazené určité skóre, ale už není možné s tím dále pracovat. V této metodě nebylo shledáno nic, co by bylo vhodné využít pro další zpracování v této diplomové práci.

4 POPIS AKTUÁLNÍCH BEZPEČNOSTNÍCH PROBLÉMŮ NA ZÁKLADĚ DAT

Popis aktuální bezpečnostních problémů byl prováděn na základě zkoumání jednotlivých událostí v systému SISel. Systém SISel je využíván na úřadě civilního letectví a využívá metodiku pro hodnocení rizik ARMS. Jedná se o hlášení spojená s leteckým provozem, zahrnující obchodní leteckou dopravu, všeobecné letectví včetně provozu SLZ a para / paraglider.

Druhy příchozích hlášení:

- 1) Povinná hlášení
 - a. Hlášení ŘLP
 - b. Hlášení ÚZPLN
 - c. Hlášení EASA Aviation Safety Reporting
 - d. Hlášení L13 / L13 PARA
- 2) Dobrovolná hlášení

Modelování událostí

Modelování vzniku a následků události probíhá na základě popisu dané události a skutečností, které k události vedly a které ji ovlivnily. Při modelování se nikdy nepoužívají domněnky a nemodeluje se to, co není součástí hlášení, tedy to o čem se jen domníváme, že mohlo k dané události vést nebo být jejím následkem. K modelování se využívá taxonomie ECCAIRS, které jsou součástí systému.

Mezi faktory se využívají vztahové roviny ve smyslu

Causes – červená linka značící vztah na úrovni příčiny, pokud je mezi dvěma faktory zvolena tato vztahová linie, znamená, že jeden faktor vznikl v důsledku toho druhého, byl jím tedy zapříčiněn

Contributes to – žlutá linka značí vztah na úrovni přispění k události, pokud je tedy mezi dvěma faktory tato vztahová linie, znamená, že jeden faktor přispěl k vzniku toho druhého

Mitigates – zelená linka značící zmírnění jednoho faktoru díky jinému, lze například využít při použití u PARA hlášení, kdy faktor využití nouzového vybavení, zmírní zdravotní následky samotné nehody.

4.1 SAFETY ISUUES - SI

V této části práce jsou popsány nejzávažnější SI, které sleduje ÚCL. V této kapitole jsou převzata data od roku 2016 až po srpen 2018. Mezi SI spadá šest rizikových oblastí z nichž nejzávažnější jsou první tři. Jako nejrizikovější je vnímáno Runway Incursion.

- 1) Runway Incursion by an Aircraft (Nepovolený vstup na RWY letadlem)
- 2) Airspace Infringement by General Aviation (události s narušením prostoru letouny všeobecného letectví, tedy s MTOM do 2 500kg)
- 3) Separation Minima Infringement Aircraft X Aircraft (snížení minima mezi letouny s hlášením TCAS RA)
- 4) Loss of Control inflight (události zahrnující ztrátu řízení letadla)
- 5) RPAS operations (události zahrnující bezpilotní prostředky)
- 6) Usage of Reserve Parachute Systems (události s nutností využití záložní padákové soupravy při para provezech).

4.1.1 Runway incursion

Událost při které dochází k neoprávněnému vstupu na vzletovou a přistávací dráhu, osobou, vozidlem nebo letadlem. Tím je vytvořeno riziko kolize mezi jednotlivými objekty. V rámci SI v databázi SISel se vyskytují případy pouze kolize mezi letadly. V systému je evidovaných 50 relevantních hlášení, z nichž dvě jsou klasifikovány jako události s indexem vyšším než 500 a představitelnými katastrofickými následky, viz. přehledná Tab. č. 10.

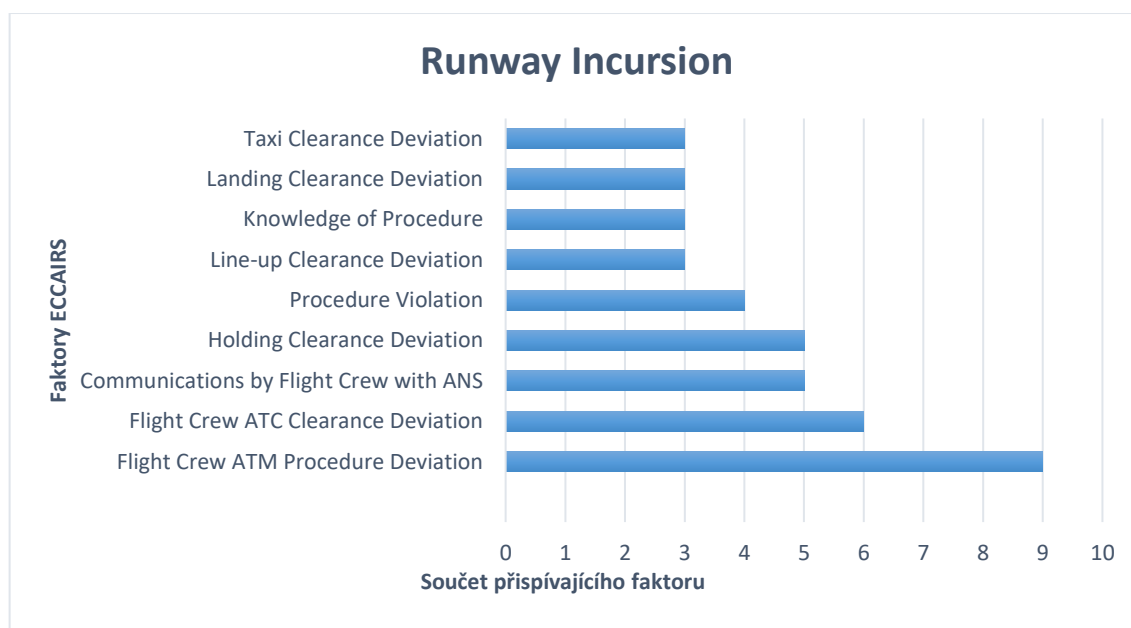
	Relevantních hlášení	Průměrná hodnota ARMS indexu	Počet hlášení s indexem nad 500
Nepovolený vstup na RWY letadlem	52	72	2

Tab. č. 10: Přehled a hodnocení rizika RI od roku 2016 – 08 / 2018 [data poskytnuta z konzultací ÚCL]

Dle analýzy faktorů bylo identifikováno několik specifických faktorů pro tento typ události, viz Tab. č. 11. a Obr. č. 9. Ve čtyřech případech došlo v důsledku RI k opakovanému vzletu.

Faktory Runway Incursion	Počet výskytů
Personnel Attention and Vigilance Events	2
Communications by Flight Crew with ANS	5
Flight Crew ATC Clearance Deviation	6
Line-up Clearance Deviation	3
ATM Departure Procedure Deviation	2
Flight Crew ATM Procedure Deviation	9
Runway Crossing Clearance Deviation	1
Procedure Violation	4
Knowledge of Procedure	3
Wrong Runway – Landing	3
Holding Clearance Deviation	5
Decision to Take-off	2
Landing Clearance Deviation	3
Prolonged Loss of Communications	2
Take-off Clearance Deviation	2
Hold Short Clearance Deviation	2
Stop Bar Crossing Deviation	2
Taxi Clearance Deviation	3
Take-off Procedures	2
Situational Awareness and Sensory Events	3
Misunderstanding	1

Tab. č. 11: Faktory Neoprávněného vstupu letadla na RWY [data poskytnuta z konzultací ÚCL]



Obr. č. 9: Faktory RI [data poskytnuta z konzultací ÚCL]

Mezi nejčastější přispívající faktory Runway Incursion vyplývající z Obr. č. 9 patří:

- 1) Odchylka letové posádky od ATM postupů - provedení vzletu bez povolení, nezastavení na stop příčce a vjetí na RWY
- 2) Odchylka letové posádky od stanovených podmínek („letové povolení“) ATC
- 3) Komunikace letové posádky s ANS - Použití nestandardní frazeologie nebo nedodržení standardní frazeologie může vést ke zmatku a nedorozumění mezi letovou posádkou a řídícími
- 4) Odchylka od místa povoleného vyčkávání – přejetí vyčkávacího místa
- 5) Narušení postupů – špatné uvolnění dráhy

Následující Tab. č.12 popisuje posloupnosti faktorů, které přispěly k Runway Incursion. Nejdříve se projevil faktor 1, který zapříčinil faktor 2 a to následně vedlo k Runway Incursion.

Faktor 1	Faktor 2	
Personnel Attention and Vigilance Events	Landing Clearance Deviation	RUNWAY INCURSION
Communications by Flight Crew with ANS	Wrong Runway – Landing	
	Personnel Attention and Vigilance Events	
Line-up Clearance Deviation	Take-off Procedures	
Flight Crew ATM Procedure Deviation	Flight Crew ATM Procedure Deviation	
Procedure Violation	Wrong Runway – Landing	
Knowledge of Procedure	Procedure Violation	
Readback Incorrect - Correct Aircraft	Flight Crew ATM Procedure Deviation	
	Procedure Violation	
Taxi Clearance Deviation	Flight Crew ATM Procedure Deviation	
Situational Awareness and Sensory Events	Flight Crew ATC Clearance Deviation	
	Procedure Violation	
	Taxi Clearance Deviation	
Misunderstanding	Line-up Clearance Deviation	

Tab. č. 12: Posloupnosti faktorů RI

4.1.2 Airspace Infringement by General Aviation – Narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM

Narušení vzdušného prostoru nastává nepovoleným vstupem letadla do prostoru aniž by bylo požádáno řídicího letového provozu pro danou oblast. Nebo může nastat situace, kdy letadlo požádá o povolení, ale nedodrží podmínky vstupu od řídicího.

V databázi je evidováno 119 relevantních hlášení zařazený mezi SI. I když zatím nejsou žádná hlášení s ARMS s indexem nad 500, přesto v důsledku vysokého počtu hlášení, je tato kategorie zařazena mezi SI, viz. přehledná Tab. č. 13.

	Relevantních hlášení	Průměrná hodnota ARMS indexu	Počet hlášení s indexem nad 500
Narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM	119	23	0

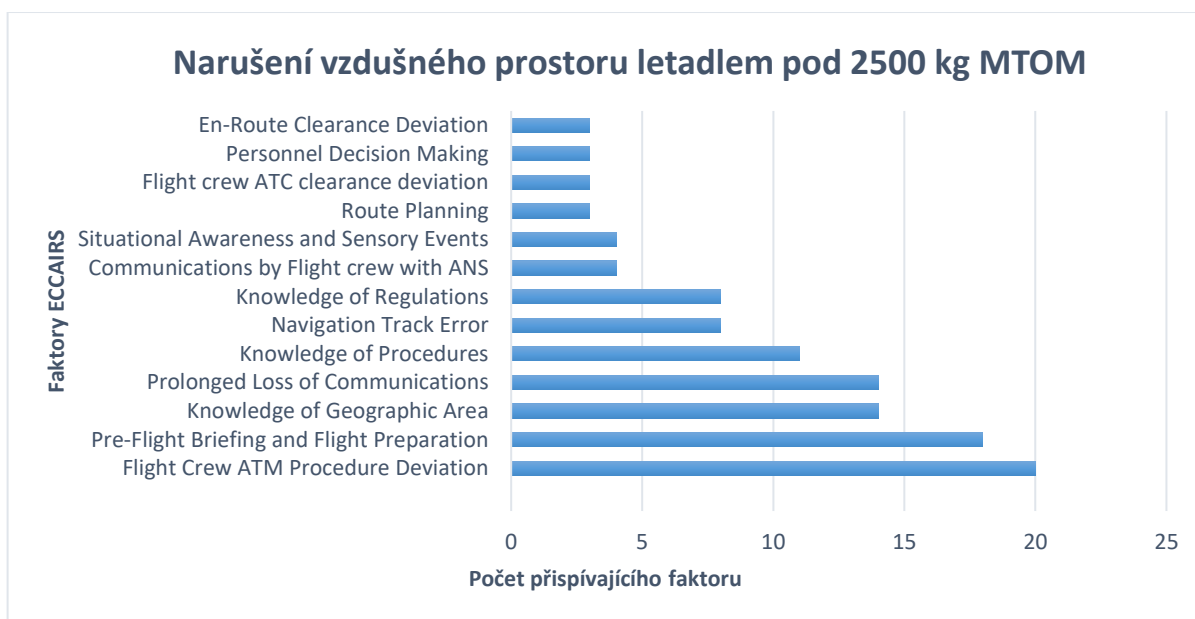
Tab. č. 13: Přehled a hodnocení rizika narušení vzdušného prostoru od roku 2016 – 08 / 2018 [data poskytnuta z konzultací ÚCL]

Následující Tab. č.14 popisuje, kolikrát daný faktor zapříčinil narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM, které bereme kritické z hlediska pro ultralighty. Zelená čísla nám ukazují, kdy správně zafungovala bariéra a zmírnila nebo přímo zabránila narušení prostoru, což v tomto případě zmírňuje komunikace letové posádky s ANS.

Faktory Airspace Infringment by General Aviation	Počet výskytů
Navigation Track Error	8
Separation Minima Infringment	1
Knowledge of Regulations	8
Flight Planning and Preparation	2
Knowledge of Geographic Area	14
Flight Crew ATM Procedure Deviation	20
Knowledge of Procedures	11
Aeronautical Knowledge	1
Pre-Flight Briefing and Flight Preparation	18
Knowledge Events	1
ATC Clearance Unsafe	1
Separation Provision	1+1
Route Planning	3
Communications by Flight crew with ANS	4+8
Geographic disorientation	1
Language Accent	1
Personnel Communication Events	1
Situational Awareness and Sensory Events	4
Procedure Violation	1
Prolonged Loss of Communications	14
Deviation – Heading	1
Flight crew ATC clearance deviation	3
ATM Clearance Wrong Heading	2

Faktory Airspace Infringment by General Aviation	Počet výskytů
Flight level / Altitude Deviation	1
Personnel attention and vigilance events	2
Ballon specific events	1
Personnel Decision Making	3
Language / Accent	2
Knowledge of Meteorological Conditions	2
loss of separation	1
En-Route Clearance Deviation	3
Flight Plan Deviation	2

Tab. č. 14: Faktory Narušení vzdušení prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM [Data poskytnuta z konzultací ÚCL]



Obr. č. 10: Faktory Narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM

Jak můžeme vidět přehledně z Obr. č. 10, nejvýznamnějšími bezpečnostními problémy v oblasti narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM jsou:

- 1) Odchylka letové posádky od ATM postupů - piloti nedodržují podmínky stanovené řídicími pro vstup do daného prostoru (maximální výška, poloha,...)
- 2) Předletová příprava a příprava letu – např. nedostatek povědomí o aktivaci vzdušného prostoru, špatná meteorologická příprava
- 3) Znalost zeměpisné oblasti – nedostatek povědomí o existenci vzdušného prostoru (zastaralé mapy, nedostatečná instruktáž ,...)
- 4) Dlouhé přerušení spojení – např. vlivem nesprávné funkčnosti komunikační technika vzduch –země, nedostatečné pochopení postupu pro získání povolení pro vstup do prostoru.
- 5) Znalost procedur

Následující Tab. č. 15 popisuje posloupnost faktorů, které přispěli k narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM v následujícím pořadí. Nejdříve se projevil faktor 1, který zapříčinil faktor 2 a to následně vedlo k narušení vzdušného prostoru.

Faktor 1	Faktor 2	Airspace Infringement by General Aviation
Readback Incorrect - Correct Aircraft	Separation Minima Infringement	
Flight Crew ATM Procedure Deviation	Navigation Track Error	
	Prolonged Loss of Communications	
Knowledge of Procedures	Navigation Track Error	
Pre-Flight Briefing and Flight Preparation	ATC Clearance Unsafe	
	Flight level / Altitude Deviation	
Communications by Flight crew with ANS	Loss of separation	
ATM Staff Clearance Deviations	Navigation Track Error	
	ATM Clearance Wrong Heading	
Flight Crew Communications Events	Navigation Track Error	
Aircraft Flight Operations	Knowledge of Regulations	
Stress	Readback Incorrect	
Personnel attention and vigilance events	Flight level / Altitude Deviation	

Tab. č. 15: Posloupnosti faktorů Narušení vzdušného prostoru

4.1.3 Separation Minima Infringement Aircraft X Aircraft (snížení minima mezi letouny s hlášením TCAS RA)

Snížení minima rozstupu mezi letouny s hlášením TCAS RA se vyskytuje vždy, když jsou porušeny specifikované minimální vzdálenosti a rychlosti sblížování v řízeném vzdušném prostoru. Jestliže nastane hlášení TCAS RA piloti jsou povinni okamžitě vyhovět všem RA a to i v případě, že RA jsou v rozporu s povolením nebo pokyny ATC. V Tab. č. 16 je přehledně vidět počet hlášení, průměrná hodnota ARMS indexu a jedna událost s ARMS indexem nad 500.

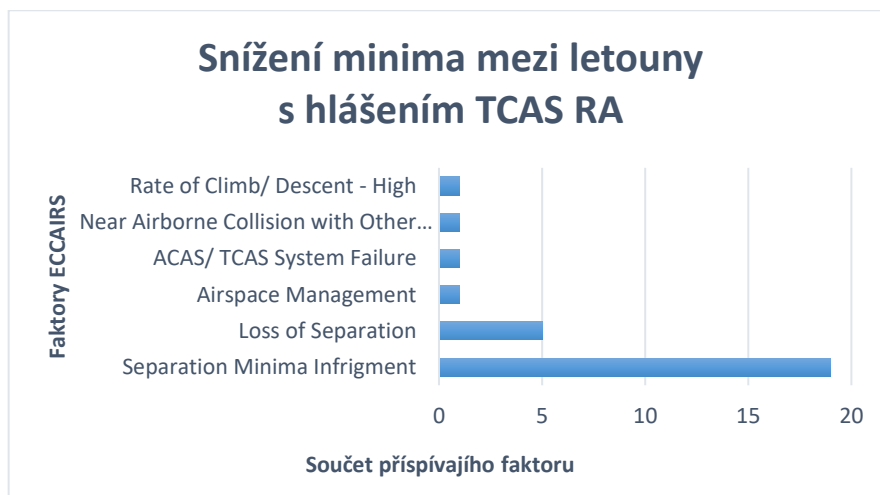
	Relevantních hlášení	Průměrná hodnota ARMS indexu	Počet hlášení s indexem nad 500
Snížení minima rozstupu letadlo X letadlo	43	56	1

Tab. č. 16: Přehled hodnocení a rizik snížení minima rozstupů mezi letouny s hlášením TCAS RA od roku 2016 – 08 / 2018 [Data poskytnuta z konzultací ÚCL]

Následující Tab. č.17 zobrazuje počet výskytu faktorů přispívající k tomuto typu události a následné zobrazení na Obr. č. 11.

Snížení minima rozstupu letadlo x letadlo - Hlášení o TCAS RA	Počet výskytů
Separation Minima Infringement	19
Loss of Separation	5
Airspace Management	1
ACAS/ TCAS System Failure	1
Near Airborne Collision with Other Aircraft	1
Rate of Climb/ Descent – High	1

Tab. č. 17: Faktory Snížení minima rozstupů mezi letouny s hlášením TCAS RA



Obr. č. 11: Faktory Snížení minima mezi letouny s hlášením TCAS RA

Narušení minimálního rozstupu je nejzávažnější faktor pro tento typ události, který poskytuje hlášení TCAS RA. Hlášení TCAS RA se vyskytuje v různých fázích letu. Jedná se o fázi vzletu, přiblížení na přistání nebo ve fázi traťového letu.

5 NÁVRH INTEGROVANÉHO POHLEDU NA HODNOCENÍ RIZIK BEZPEČNOSTNÍCH PROBLÉMŮ

Jestliže se podíváme na současné vyhodnocení rizik, které poskytuje systém SISel, nezískáme potřebné informace o faktorech vyskytujících v jednotlivých událostech. Systém poskytuje pouze informace o pěti nejčtetnějších faktorech, k čemu přispěly a co způsobily, nicméně nedokáže zobrazit faktory, které se vyskytují u bezpečnostních událostí zařazených mezi Safety Issues, viz Tab. č. 18.

Přehled TOP nejčtetnějších faktorů (ze systému SISel od roku 2016 – 08/2018)		
Faktor	Způsobil	Přispěl
Separation Minima Infringement	ACAS / TCAS RA	Airspace Infringement
Ozher ATM Procedure Deviation	Separation Minima Infringement	
Collision – Vehicle with Standing Aircraft	Damage to Aircraft	

Tab. č. 18: Výstup nejčtetnějších faktorů pro všechny typy událostí – SISel [Data získána z konzultací na ÚCL]

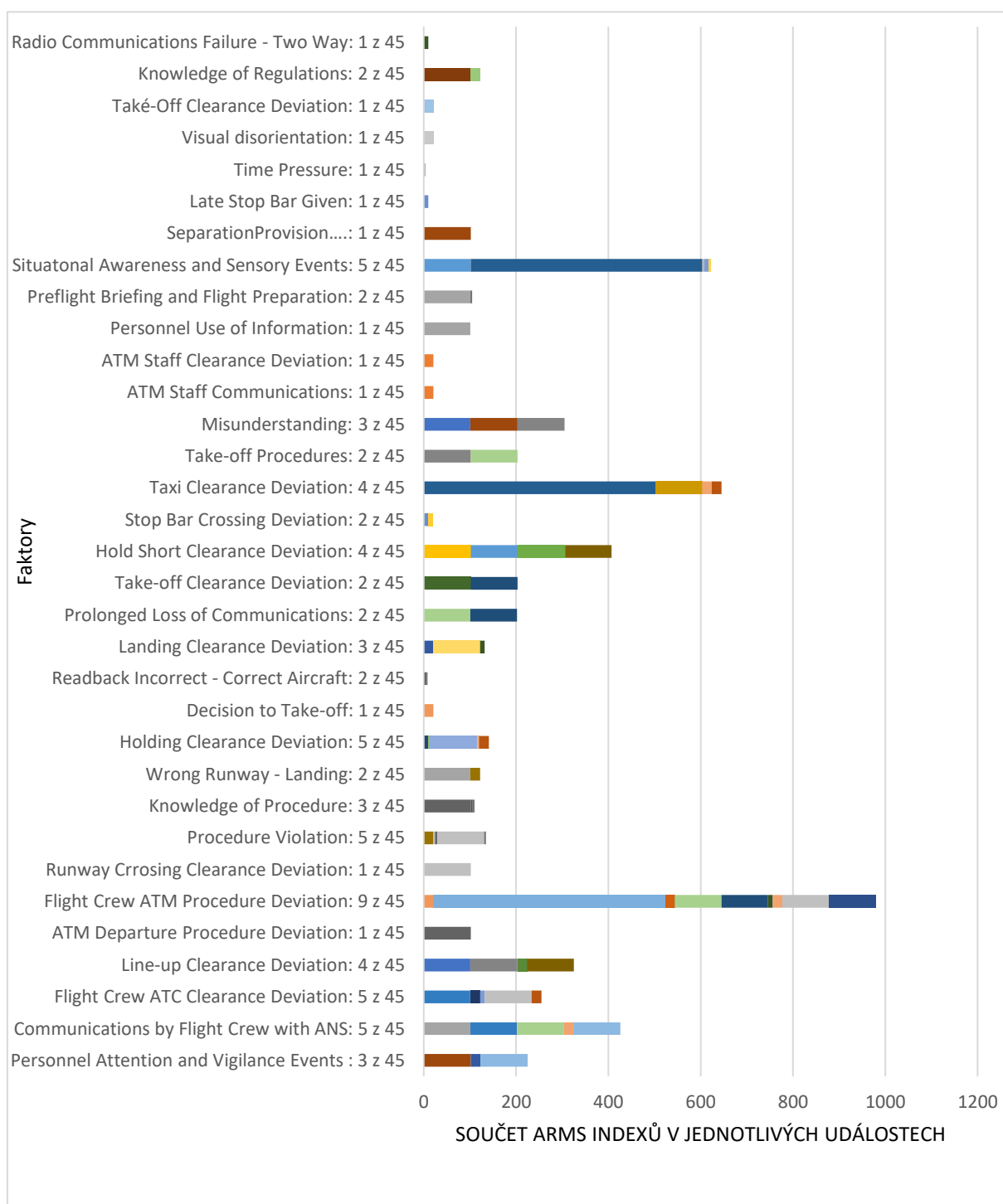
5.1 FAKTORY V ZÁVISLOSTI NA ARMS INDEXU

Jestliže si vezme každou jednotlivou událost, jsme schopni z ní získat všechny faktory, které přispěly k dané události. Každá událost je na základě ARMS metodologie ohodnocena ARMS indexem (ERC skóre), který určuje míru závažnosti dané události.

Například, přiřazením hodnoty ARMS indexu ke každému faktoru, vyskytujícího se v události a následným zobrazením faktorů v kumulativním sloupcovém grafu, lze zobrazit nejfrekventovanější a zároveň nejrizikovější faktory, podílející se na událostech ve sledovaném období, podílející se na výsledné události např. „nepovoleném vstupu na vzletovou a přistávací dráhu“ a „narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM“.

Každá barva kumulativního grafu představuje jednu událost. Délka pruhu události představuje závažnost, tzn. čím delší pruh, tím závažnější byla událost. Příklad takového grafu můžeme vidět na následujícím Obr. č.12. Pro hodnocení bezpečnosti nabývají na významu soudobé události, nikoliv události které se staly např. před deseti lety, neboť od té doby byla jistě provedena náprava a struktura událostí se tak mohla změnit. V případě většího výskytu událostí je vhodné zkrátit sledované období například z jednoho roku na čtvrtletní / pololetní.

Příklad 1: Nepovolený vstup na vzletovou a přistávací dráhu:



Obr. č. 12: Faktory RI v závislosti na ARMS indexu

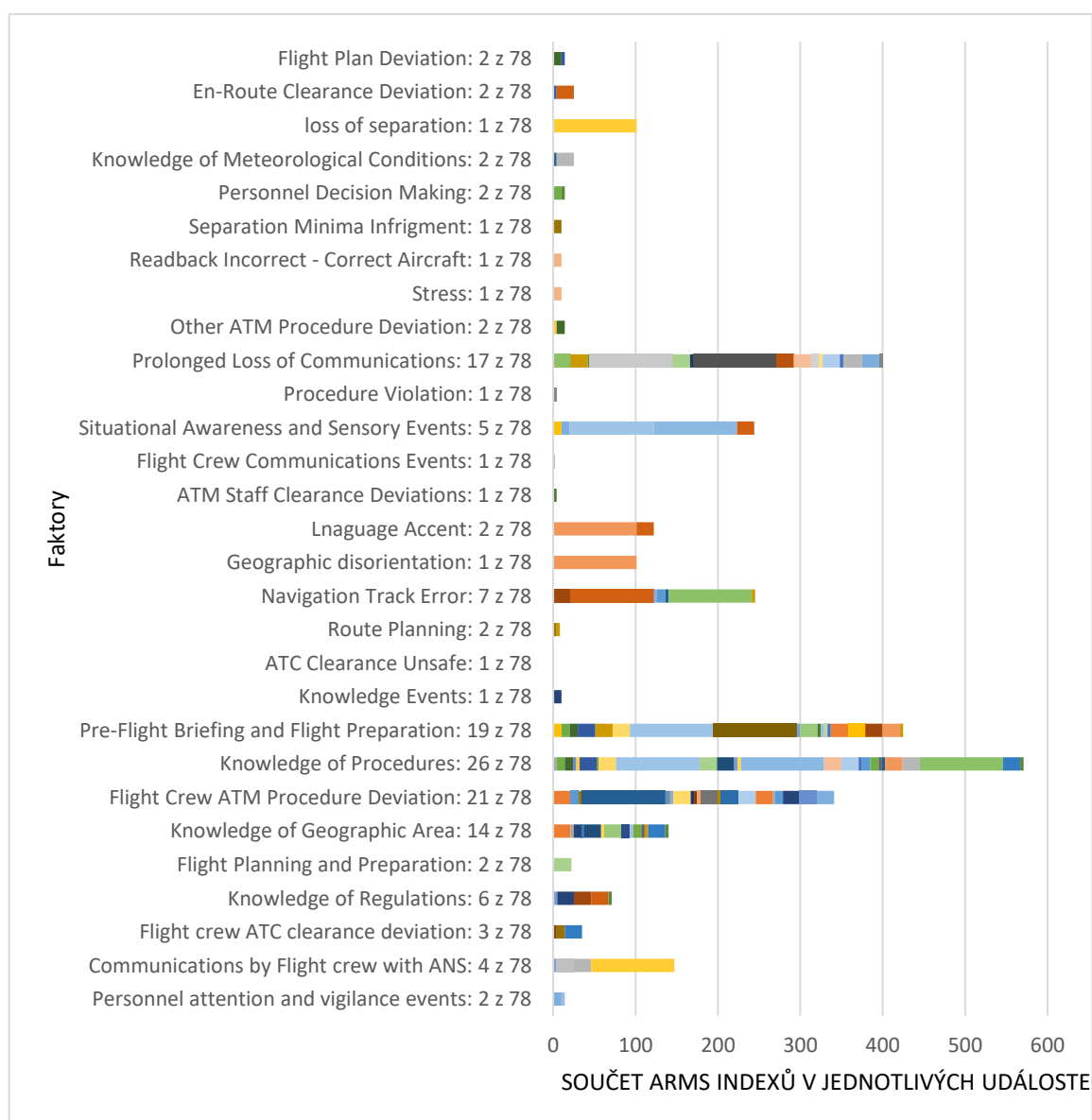
Porovnáme-li Obr. č.12 a Obr. č. 9 z předchozí kapitoly pro Runway Incursion, kde je pouze nejfrekventovanější výskyt faktorů u událostí, zjistíme že po přidání hodnoty ARMS indexu události k faktoru se pořadí významnosti faktorů podílejících se na událostech změní, viz Tab. č. 19. Například se nám zobrazí jako jeden z důležitých „

Situational Awareness and Sensory Events, který se nám vůbec neprojevil dle předchozího hodnocení.

Pořadí	Pořadí faktorů dle četnosti výskytu	Pořadí faktorů dle četnosti výskytu vynásobeného ARMS indexem události
1	Flight Crew ATM Procedures Deviation	Flight Crew ATM Procedures Deviation
2	Flight Crew ATC Clearance Deviation	Taxi Clearance Deviation
3	Communications by Flight Crew with ANS	Situational Awareness and Sensory Events
4	Holding Clearance Deviation	Communications by Flight Crew with ANS
5	Procedure Violation	Hold Short Clearance Deviation

Tab. č. 19: Porovnání výsledných faktorů u Runway Incursion

Příklad 2: Narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM



Obr. č. 13: Faktory Airspace Infringment by General Aircraft v závislosti na ARMS indexu

Porovnáním Obr. č. 13 a Obr. č. 10 z předchozí kapitoly, narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2 500 Kg MTOM, můžeme vidět, že neznalost procedur se stane nejvýznamnějším faktorem po přiřazení hodnoty ARMS indexu události k faktoru, viz Tab. č.20.

Pořadí	Pořadí faktorů dle četnosti výskytu	Pořadí faktorů dle četnosti výskytu vynásobeného ARMS indexem události
1	Flight Crew ATM Procedure Deviation	Knowledge of Procedures
2	Pre-Flight Briefing and Flight Preparation	Pre-Flight Briefing and Flight Preparation
3	Knowledge of Geographic Area	Prolonged Loss of Communications
4	Prolonged Loss of Communications	Flight Crew ATM Procedure Deviation
5	Knowledge of Procedures	Situational Awareness and Sensory Events

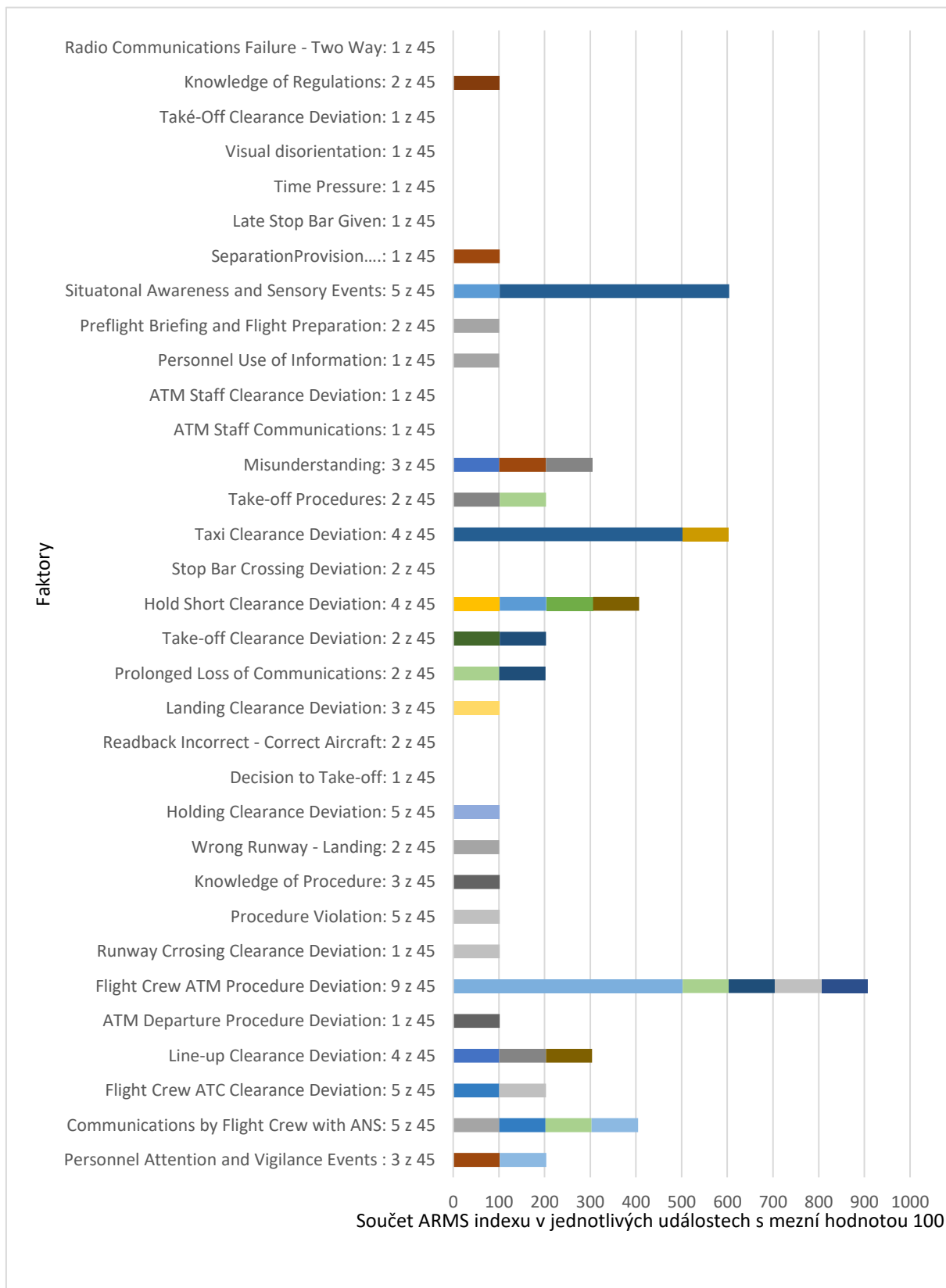
Tab. č.20: Porovnání výsledných faktorů u Airspace infringement

5.2 FAKTORY V ZÁVISLOSTI NA ARMS INDEXU S MEZNÍ HODNOTOU

Dle metodologie ARMS se rozlišují tři základní typy výstupů. Z pohledu hodnocení rizik nás zajímá snesitelná (žlutá) oblast a nepřijatelná (červená) oblast. Snesitelná oblast představuje nezbytnost dalšího přezkoumání provedení dalšího hodnocení rizik. Červená oblast vyžaduje okamžité šetření a okamžitý návrh opatření. Z tohoto důvodu je možné stanovit mez míry ARMS indexu, která zohlední pouze kritické události a naopak jsou vyřazeny faktory, které se sice mohou vyskytovat častěji, ale v přijatelné oblasti (zelená oblast).

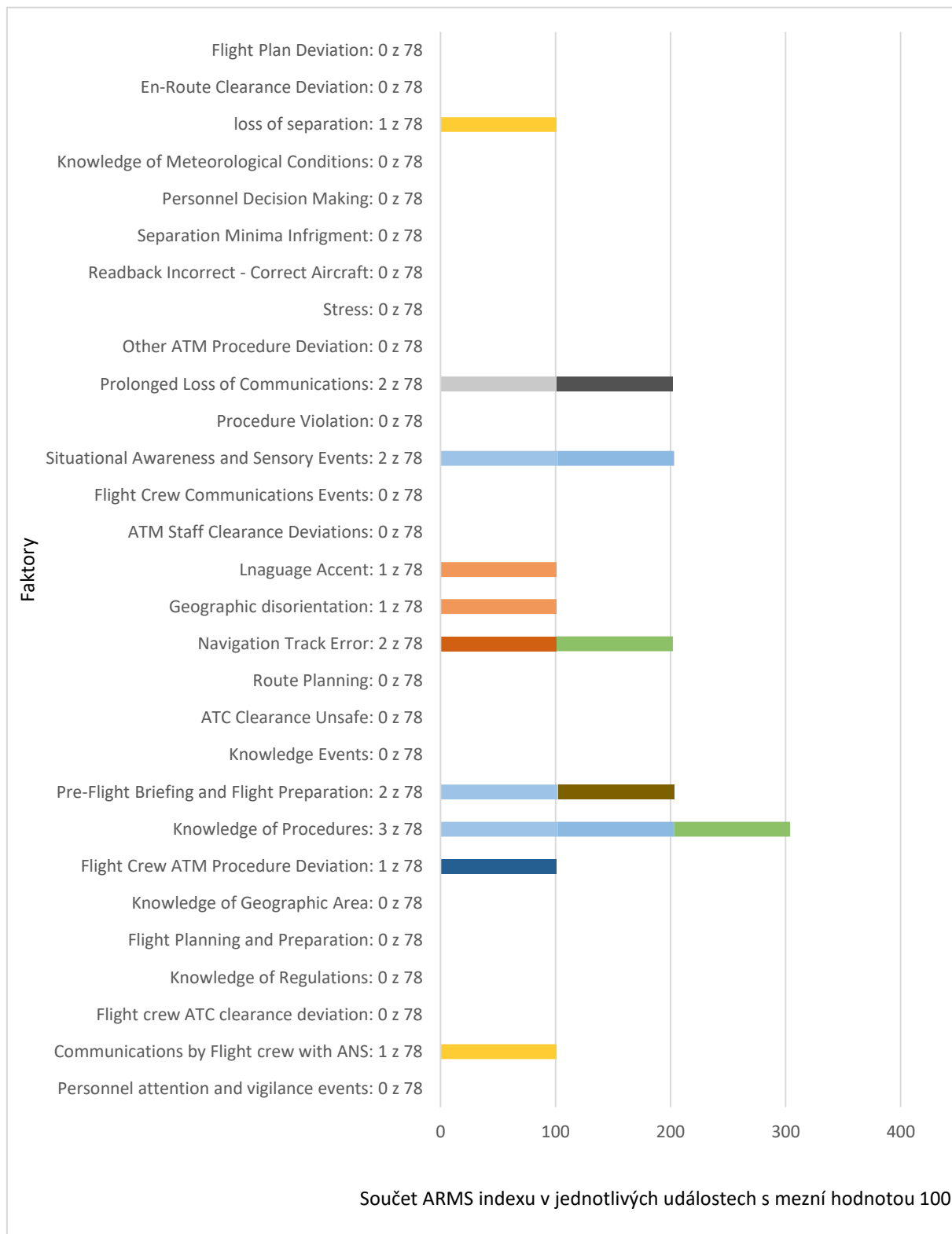
Pro příklad jsou zde uvedeny dva případy (grafy), kde byla stanovena mezní hodnota ARMS indexu události 100. V prvním případě pro RI a v druhém případě pro narušení vzdušného prostoru letadlem. Následkem aplikace mezní hodnoty, se zmenšil počet zobrazených faktorů, které však mají větší význam.

Příklad 1: Faktory nepovoleného vstupu na dráhu s mezní hodnotou ARMS index 100, viz. Obr. č. 14.



Obr. č. 14: Faktory RI v závislosti na ARMS indexu s mezní hodnotou 100

Příklad 2: Faktory narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM s mezní hodnotou 100, viz Obr. č. 15.



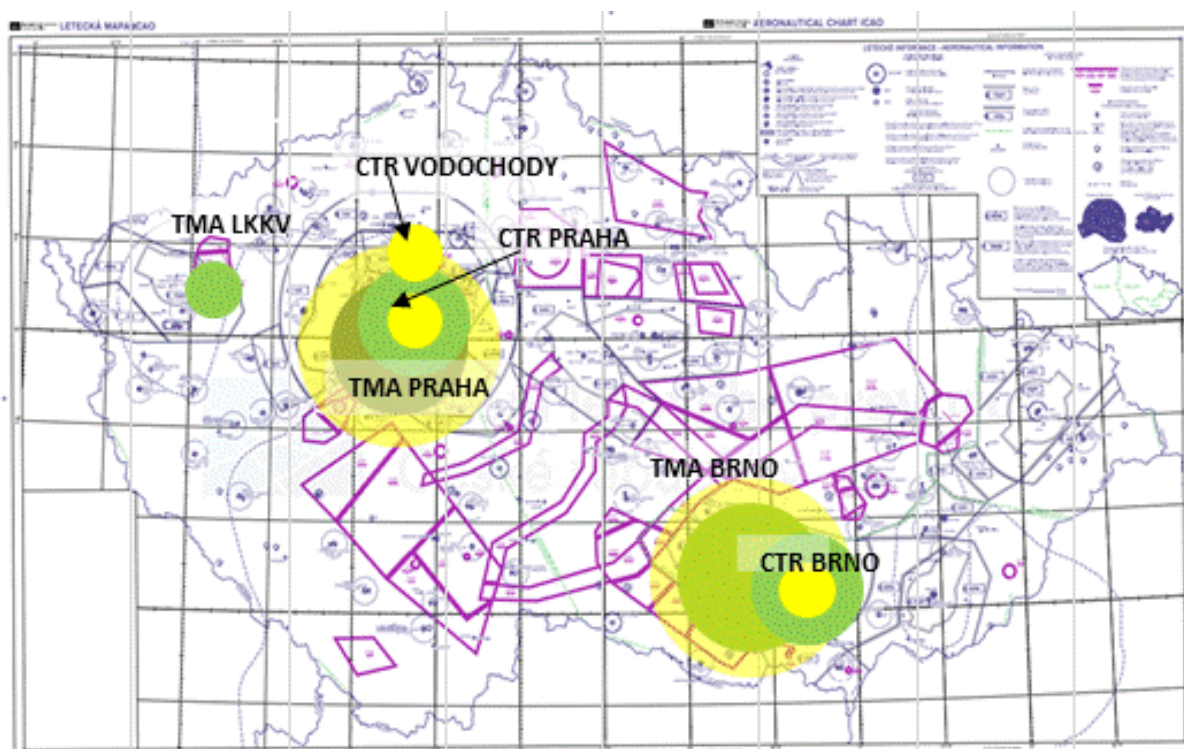
Obr. č. 15: Faktory Airspace Infringement v závislosti na ARMS indexu s mezní hodnotou 100

5.3 SLEDOVÁNÍ VÝSKYTŮ UDÁLOSTÍ V TMA A CTR V ZÁVISLOSTI NA AMRS INDEXU

Sledování výskytu událostí v TMA a CTR v České republice je získáno z dat Safety Issues - Narušení vzdušného prostoru letadlem pod 2500 kg MTOM.

Následující Obr. č. 16 představuje příklad toho, jak by se mohlo sledovat narušení vzdušného prostoru (TMA a CTR v ČR) letadlem pod 2500 kg MTOM v závislosti na počtu výskytů a barevné zobrazení dle ARMS indexu. Pro tento obrázek bylo využito pouze omezené množství dat, proto je Obr. č. 16 pouze ilustrativní.

Velikost bublin představuje četnost výskytu událostí v závislosti na ARMS indexu, tzn. čím větší bublina, tím více událostí se v daném prostoru vyskytuje. Bubliny jsou barevně rozděleny, dle závažnosti vyskytujících se událostí.



Obr. č. 16: Sledování událostí v TMA a CTR v České Republice

6 NÁVRH VHODNÝCH OPATŘENÍ PRO HODNOCENÍ RIZIK

Závěrečná část popisuje návrh opatření pro hodnocení rizik na základě analýzy současného stavu hodnocení rizik v reálném prostředí, ve kterém je využíván zejména dobrovolný systém hlášení událostí.

6.1 POUŽITÍ STROMOVÉ STRUKTURY FAKTORŮ

Pro hodnocení rizik se v současné době u různých organizací používá několik metod. ŘLP využívá svého systému TIS, jehož data je možné částečně převádět do systému TOKAI, z něhož je mimo jiné přístupná RAT analýza. Na ÚZPLN je využíván systém ERCS a ÚCL využívá systém SISel vyvinutý na ČVUT.

Každý ze systémů přistupuje k jednotlivým událostem s jinou mírou objektivitu. Systém SISel využívá faktorů definovaných v taxonomii ECCAIRS, zatímco RAT analýza pracuje s vlastními faktory. Výčet faktorů definovaných v ECCAIRS je významně širší než v případě jiných systémů (RAT, které mají zaměření pouze na doménu ATM) a umožňuje přesnější a snazší identifikaci faktorů podílejících se na události.

Podrobnější stromové řazení faktorů umožňuje ve větším detailu sledovat význam jednotlivých faktorů napříč sledovanými událostmi a to i na nižším stupni podrobností (skupiny faktorů).

6.2 ZVÝŠENÍ OBJEKTIVITY HODNOCENÍ UDÁLOSTÍ

Současný systém hodnocení událostí na ÚCL pomocí programu SISel umožňuje modelovat závislosti dílčích událostí, nicméně vyhodnocení indexu závažnosti (ARMS) je provedeno na základě zařazení události do kategorií dle účinnosti bariér a následků události.

Pomocí faktorů je popsána událost, a pomocí ARMS indexu je popsána její závažnost. Pro hodnocení bezpečnosti je v současné době využívána zejména četnost výskytu jednotlivých faktorů napříč sledovaným obdobím.

Jednotlivé faktory se mohou podílet na událostech s rozdílnými závažnostmi, hodnocenými např. pomocí ARMS. Nicméně pro určení nejvýznamnějších faktorů je vhodné využívat vedle četnosti ještě míru závažnosti jednotlivých faktorů, resp. Jejich součet napříč sledovaným obdobím.

Podobně jako je možné využít ARMS indexu, co by objektivního kritéria pro hodnocení závažnosti události, je možné využít i kritéria ERCS.

6.3 ZAHRNUTÍ ŠIRŠÍCH SOUVISLOSTÍ

Přestože analýza RAT není mezi zaměstnanci ŘLP moc oblíbená, její myšlenka je dobrá, neboť v sobě obsahuje vysvětlující faktory, které doplňují v metodě RAT příčiny události. Tyto faktory nejsou shodné s taxonomií ECCAIRS. Jedná se například o informace o osobách, které jsou ve výkonu služby. Tyto informace jsou zahrnuty v analýze události od ŘLP. Jedná se o tyto informace:

Informace o osobách

- 1) Věk – možnost vyhodnocení, která věková skupina má tendenci chybovat
- 2) Den ve službě v pořadí
- 3) Délka služby od zahájení směny
- 4) Délka služby od posledního střídání
- 5) Praxe stanovišti
- 6) Platnost kvalifikace do
- 7) Poslední průběžný výcvik
- 8) Platnost osvědčení zdravotní způsobilosti

U věku by si dalo například vyhodnocovat, která skupina má více tendenci chybovat. Praxe na stanovišti a poslední průběžný výcvik nám například může ukázat, jestli se více chybuje hned po výcviku, nebo když má těsně před skončením kvalifikace a nebyl delší dobu na opakovacím školení, může vést k větší chybovosti.

7 ZÁVĚR

Práce se zabývá bezpečnostními problémy definovanými na Úřadu civilního letectví vyplývajících z dobrovolného hlášení, hlášení příchozích od Řízení letového provozu ČR a Ústavu zjišťování příčin leteckých nehod.

Nejdříve byla provedena analýza metod pro vyhodnocování rizik, na základě kterých jsou vysvětleny postupy hodnocení jednotlivých událostí. Analýza metod vychází z dokumentů, které poskytují jednotlivé organizace (ICAO, Eurocontrol a EASA). V analýze metod je porovnávána objektivita hodnocení událostí a podle jakých kritérií jsou události hodnoceny.

Na základě dat získaných na Úřadu civilního letectví ze systému SISel, který data sbírá, byly vyhodnoceny rizikové faktory bezpečnostních problémů pro nepovolený vstup na vzletovou a přistávací dráhu, narušení minimálních rozstupů letadlem pod 2500 kg MTOM. Tyto faktory jsou následně porovnány s novým pohledem na hodnocení rizik. Výsledek tohoto porovnání ukazuje, že přidáním ARMS indexu ke každému faktoru jednotlivé události změnil pořadí nejvýznamnějších faktorů.

Práce naznačuje možnosti hodnocení rizik jednotlivých faktorů pomocí objektivizujících parametrů. V této práci bylo použito hodnocení rizik pomocí ARMS indexů, neboť ERCS indexy, které jsou k dispozici pouze k leteckým nehodám a incidentům, za které zodpovídá ÚZPLN, nebyly ke zpracovávání událostem k dispozici.

Tyto poznatky by mohly pomoci zvýšit objektivitu hodnocení jednotlivých faktorů podílejících se na událostech.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 376/2014 ze dne 3. dubna 2014 o hlášení událostí v civilním letectví, analýze těchto hlášení a navazujících opatřeních. In: . 2018. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu>
- [2] Průvodce hlášením v civilním letectví [online]. Praha: ÚZPLN [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <http://www.uzpln.cz/pruvodce-hlaseni>
- [3] Poradenský materiál nařízení (EU) Č. 376/2014 o hlášení událostí v civilním letectví, analýze těchto hlášení a navazujících opatření. ÚZPLN, 2015. Dostupné také z: <http://www.uzpln.cz>
- [4] ASRS - Aviation Safety Reporting System [online]. California: NASA Aviation Safety Reporting System, 2018 [cit. 2018-11-13]. Dostupné z: <https://asrs.arc.nasa.gov/index>.
- [5] PRACHTOVÁ, Aneta. Indikátory bezpečnosti Aeroklubu Kralupy nad Vltavou. Praha, 2015. Bakalářská práce. ČVUT Fakulta dopravní.
- [6] ARMS WORKING GROUP. The ARMS Methodology for Operational Risk Assessment in Aviation Organisations. [online] ARMS Working Group, 2010. Dostupné z: <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1141.pdf>
- [7] Moderní přístup k hodnocení provozní bezpečnosti v letectví [online]. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016 [cit. 2018-10-10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/312159458_Moderni_pristup_k_hodnoceni_provozni_bezpecnosti_v_letectvi
- [8] PAVELKOVÁ, Alexandra. Metody pro hodnocení rizik v údržbových organizacích. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT.
- [9] EUROCONTROL. Risk Analysis Tool – RAT. [online] EUROCONTROL, 2015. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/3276.pdf>
- [10] SAHLIGER, MARTINA. Risk Governance and Risk Communication in Air Traffic Management (ATM). International Journal of Performability Engineering [online]. 2015, 2015(11), 9 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: <http://paris.utdallas.edu/IJPE/Vol11/Issue06/pp.523-531%20IJPE%20606.15%20Martina%20-09.pdf>
- [11] Management Directorate And Flight Standards Directorate [online]. 2018 [cit. 2018-10-14]. Dostupný z WWW: <https://www.easa.europa.eu/search/ercs?page=1>
- [12] Risk Analysis Tool (RAT). In: <https://www.skybrary.aero> [online]. 2017 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/Risk_Analysis_Tool_\(RAT\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Risk_Analysis_Tool_(RAT))