



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Marek Pražan

**IDENTIFIKACE ZÁVAŽNÝCH RIZIK V LETOVÉM  
PROVOZU A NÁVRH NA JEJICH VYPOŘÁDÁNÍ**

Diplomová práce

**2016**



**K623 ..... Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Marek Pražan**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy**

Název tématu (česky): **Identifikace závažných rizik v letovém provozu a návrh na jejich vypořádání**

Název tématu (anglicky): Significant Risks Identification in Air Traffic and Proposal of Their Solution

### **Zásady pro vypracování**

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

- Souhrn poznatků a teoretický koncept řešení rizik v letovém provozu
- Data o vybraném vzdušném prostoru a data potřebná pro určení jeho rizik
- Metody rizikového inženýrství pro zpracování dat - identifikace, analýza, hodnocení, řízení a vypořádání rizik
- Vyhodnocení závažných rizik a plán jejich řízení
- Scénáře krizového řízení pro případ realizace vysoce závažných rizik

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucí práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: D. Procházková: Analýza a řízení rizik. ČVUT, Praha 2011; Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství. ČVUT, Praha 2011; Strategické řízení bezpečnosti území a organizace. ČVUT, Praha 2011; Ochrana osob a majetku. ČVUT, Praha 2011; Bezpečnost kritické infrastruktury. ČVUT, Praha 2012; Krizové řízení pro technické obory. ČVUT, Praha 2013

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Danuše Procházková, DrSc.**  
**RNDr. Jan Procházka, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2015**  
(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 2016**

- 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. Václav Jirovský, CSc.

vedoucí

Ústavu bezpečnostních technologií a inženýrství

  
.....  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

  
.....  
Bc. Marek Pražan  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 30. června 2016

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval vedoucím práce, doc. RNDr. Danuši Procházkové, DrSc. a RNDr. Janu Procházkovi, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce. Za podporu při mém dosavadním studiu bych rovněž velice rád poděkoval svým rodičům a přítelkyni.

## **PROHLÁŠENÍ**

Předkládám k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze, Fakultě dopravní.

Nemám závažný důvod proti užívání 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).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 21. listopadu 2016

.....

Podpis

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

**Identifikace závažných rizik v letovém provozu a návrh na jejich vypořádání**  
**Significant Risks Identification in Air Traffic and Proposal of Their Solution**

Diplomová práce

2016

Bc. Marek Pražan

**KLÍČOVÁ SLOVA**

Analýza rizik, letový provoz, hodnocení rizika, vypořádání rizika

**ABSTRAKT**

Diplomová práce „Identifikace závažných rizik v letovém provozu a návrh na jejich vypořádání“ sleduje problematiku rizik v letovém provozu založenou na konceptu integrální bezpečnosti. V první části shrnuje poznatky o identifikaci a hodnocení rizik. Na základě konkrétních dat ukazuje konkrétní rizika v letovém provozu, analyzuje a hodnotí jejich dopady. Dle porovnání současné úrovně jejich vypořádání s úrovní žádoucí navrhuje opatření pro vypořádání závažných rizik.

## **KEYWORDS**

Risk Analysis, Air Traffic, Risk Evaluation, Risk Solution

## **ABSTRACT**

The Diploma' Thesis "Significant Risks Identification in Air Traffic and Proposal of Their Solution" presents the issue of the risks in air traffic based on the integral security concept. The first part summarizes the findings about the risk identification and its evaluation. The specific data shows the particular risks in air traffic, analyses and evaluates possible effects. According to comparison of the actual and desirable level of risks solution proposes actions for significant risks solution.

# Obsah

Seznam zkratek .....	7
Úvod.....	9
1. Bezpečí lidského systému .....	10
1.1. Riziko a bezpečnost.....	12
1.2. Řízení rizik .....	13
2. Soubor poznatků o bezpečnosti letového provozu .....	17
2.1. Pravidla pohybu letadel.....	17
2.2. Pojmy .....	21
2.3. Pravidla řízení letového provozu .....	24
2.4. Postupy při řešení problémových situací .....	33
3. Data o nehodách.....	46
3.1. Nehody v historii letecké dopravy .....	46
3.2. Databáze leteckých nehod.....	47
3.3. Rozšířená databáze.....	49
4. Metody .....	50
4.1. Obecné metody zpracování dat .....	50
4.2. Metoda „What – if“ .....	51
4.3. Případová studie .....	52
4.4. Diagram rybí kosti.....	53
4.5. Rekognoskace .....	54
4.6. Plán řízení rizik .....	54
4.7. Metoda sestavení scénáře krizového řízení.....	54
5. Vyhodnocení rizik a identifikace opatření pro zmírnění vybraných rizik .....	56
5.1. Příčiny nehod na základě sestavené databáze .....	56
5.2. Příčiny dopravních nehod civilních letadel na základě rozšířené databáze .....	57

5.3.	Vyhodnocení případových studií .....	60
5.4.	Opatření na zvládnutí vybraných rizik.....	72
5.4.1.	Opatření pro zmírnění technických rizik v letovém provozu .....	73
5.4.2.	Opatření pro zmírnění provozních rizik v letovém provozu.....	74
5.4.3.	Opatření pro zmírnění bezpečnostních rizik v letovém provozu .....	75
6.	Plán řízení rizik v letovém provozu .....	77
7.	Vybrané scénáře pro krizové řízení .....	81
7.1.	Nouzové přistání na letišti.....	81
7.2.	Požár v objektu řízení letového provozu.....	84
	Závěr .....	88
	Použitá literatura .....	93
	Seznam obrázků.....	100
	Seznam tabulek .....	101



## Seznam zkratek

ACAS	Airborne Collision Avoidance System	Systém pro zabránění srážkám letadel
ACC	Area Control Centre	Oblastní středisko řízení letového provozu
AČR	Czech Army	Armáda České republiky
ANS / LNS	Air Navigation Services	Letové navigační služby
AoR	Area of Responsibility	Prostor odpovědnosti
APP	Approach Control Centre	Přibližovací středisko řízení letového provozu
ASSIST	Acknowledge, Separate, Silence, Inform, Support, Time	
ARSS	Availability, Reliability, Safety, Security	
ATC / ŘLP	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
ATCO	Air Traffic Controller	Řídící letového provozu
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management	Služba řízení toku letového provozu
ATM	Air Traffic Management	Uspořádání letového provozu
ATS / LPS	Air Traffic Services	Letové provozní služby
BMS	Building Management System	Správa budovy
CAA / ÚCL	Civil Aviation Authority	Úřad pro civilní letectví
CCP	Contingency Contact Point	Nouzové shromaždiště
CFIT	Controlled flight into terrain	Srážka s terénem při řízeném letu
CRC	Control and Reporting Centre	Středisko řízení a uvědomování
CVR	Cockpit Voice Recorder	Záznamník hovoru v pilotní kabině
ČR	Czech Republic	Česká republika
DSB	Dutch Safety Board	Nizozemský úřad pro bezpečnost v dopravě
ELT	Emergency Locator Transmitter	Systém nouzového určení polohy
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa v USA
FACON	Fighter Allocator - Coordinator	
FIR	Flight Information Region	Letová informační oblast
FL	Flight level	Letová hladina
FMP	Flow Management Position	Pracoviště řízení toku letového provozu
FT	Foot	Stopa (jednotka délky v angloamerickém měrném systému)
GND	Ground	Země
HZS	Fire Rescue Service	Hasičský záchranný sbor
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní asociace leteckých dopravců

IATCC	Integrated Air Traffic Control Centre	Integrované středisko řízení letového provozu
IC	Intercept Controller	Radarový řídicí bojového použití
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ICC	Intercept Controller – Coordinator	Radarový řídicí bojového použití zodpovědný za koordinaci
IFR	Instrument Flight Rules	Pravidla pro lety podle přístrojů
IOS	Integrated Operation Centre	Integrované operační středisko
ITS	Integrated Technical Supervision	Sál integrované technické supervize
IZS		Integrovaný záchranný systém
LoS	Loss of Separation	Ztráta rozstupu
MCC	Multi - Crew Cooperation	Výcvik součinnosti vícepilotní posádky
MUNS		Mimořádná událost a nenadálá situace
NM	Nautical mile	Námořní míle
NOTAM	Notice to Airmen	Oznámení pro letce
NTSB	National Transportation Safety Board	Americký úřad pro bezpečnost v dopravě
OPC	Operation Centre	Operační středisko
OPIS	Operation and Information Centre	Operační a informační středisko
PO		Požární ochrana
POB	Persons on board	Počet osob na palubě letadla
PSR	Primary Surveillance Radar	Primární radar
PVO	Air Force	Protivzdušná obrana
QRH	Quick Reference Handbook	Postupy pro nenadálé situace
RA	Resolution Advisory	Rada k vyhnutí (systému ACAS)
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Security	
RAT	Risk Analysis Tool	
RCC	Rescue Coordination Centre	Záchranné koordinační středisko
RI	Runway Incursion	Narušení dráhy
RWY	Runway	Vzletová a přistávací dráha
SC	Senior Controller	
SSR	Secondary Surveillance Radar	Sekundární radar
TS	Technical Operations Room	Technický sál
TWR	Tower Control Service / Tower	Letištní služba řízení letového provozu / Letištní řídicí věž
ULD	Underwater Locating Device	Podvodní lokalizační zařízení
VAA	Volcanic Ash Advisory	Informační zpráva o výskytu vulkanického popela
VAG	Volcanic Ash Graphic	Grafické znázornění VAA
VCS	Voice Communication System	Hlasový komunikační systém
VNN	Communicable Disease	Vysoce nakažlivá nemoc
VZ	Rescue Commander	Velitel zásahu
WS	Watch Supervisor	Vedoucí směny

# Úvod

Přáním lidské společnosti je žít v bezpečném prostředí a mít možnost se rozvíjet. Proto musí věnovat péči svým činnostem. Jednou z činností je letecká doprava, kterou se zabývá předložená práce.

Vzdušný prostor kolem nás je využíván mnoha různými subjekty, které mají rozdílné možnosti a požadavky. Zatímco rekreační a sportovní letci preferují volnost pohybu a co nejnižší nároky na finančně náročné přístrojové vybavení letadla, osobní obchodní letecká doprava vyžaduje nejvyšší úroveň bezpečnosti, spolehlivosti a přesnosti poskytovaných služeb.

V důsledku rozvoje mezinárodních aktivit se neustále zvyšují požadavky na propustnost vzdušného prostoru. Tím nevyhnutelně narůstají rizika spojená s letovým provozem. Ačkoliv je v letectví na bezpečnost kladen maximální důraz za všech okolností, dochází ve vzdušném prostoru k událostem, které jsou na hraně nebo i za hranou stanovených bezpečnostních limitů. Může se jednat o výskyt přírodních pohrom, selhání lidského faktoru, technických zařízení na zemi i na palubách letadel, a také systému řízení letového provozu jako takového. Posledně zmíněná skutečnost je považována za velmi zásadní v posledních cca 25 letech, a proto je jí věnována velká pozornost při vzdělávání, výcviku i praxi.

Cílem práce je identifikovat závažná rizika v letovém provozu, analyzovat je a zhodnotit jejich dopady pomocí metody „What - if“, která patří mezi tradiční metody pro identifikaci nebezpečí. Na základě porovnání současné úrovně vypořádání rizik s úrovní žádoucí, jsou navržena opatření pro vypořádání závažných rizik, a to plán řízení závažných rizik a 2 scénáře krizového řízení pro případ realizace závažných rizik.

Metodika sestavení práce se skládá z:

- shromáždění důležitých poznatků o sledovaném problému a jeho řešení,
- charakteristiky použitých dat,
- popisu metod použitých pro řešení sledovaných problémů,
- výsledků zpracování dat, jejich interpretace a návrhů opatření pro praxi.

# 1. Bezpečí lidského systému

Cílem lidí je bezpečí a rozvoj, proto budují bezpečný lidský systém. Bezpečný lidský systém se definuje jako systém, ve kterém je zajištěno pro lidi bezpečí a rozvoj na přijatelné úrovni. Bezpečí lidí narušují pohromy. Pohroma je každý škodlivý jev, který narušuje bezpečí a udržitelný rozvoj sledovaného systému a vzniká vně nebo uvnitř systému. Bezpečnost v daném smyslu je integrální pojem, který spojuje všechny atributy jednotlivých bezpečností. Je to soubor opatření a činností k zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje lidského systému, tj. k bezpečí a rozvoji chráněných zájmů. Takto chápané bezpečnosti lze dosáhnout jen na základě znalostí, kvalifikovaného monitoringu stavu lidského systému a aplikací kvalifikovaných opatření v rámci procesu řízení a praktických činností správně nastavených a uspořádaných. Nástroj, kterým se předmětný postup do praxe zavádí, se nazývá řízení bezpečnosti [1].

Na základě současného poznání mají speciální roli infrastruktury a technologie, bez jejichž funkčnosti a spolehlivosti nelze zajistit kvalitní život lidí a hlavně nelze zvládnout kritické situace a zajistit přežití lidí za kritických situací. V současné době se pro ně používají pojmy „kritická infrastruktura“ a „kritické technologie“. Z důvodu vysoké závažnosti rizik v takto chápaném lidském systému se vyvinul koncept řízení bezpečnosti, který se dle [1] soustřeďuje na:

- předvídání a řešení pohrom, které lidský systém postihují,
- modelování složitých vzájemných vazeb v lidském systému,
- integrované řízení společenských rizik (hodnoty, emoce, vnímání rizik),
- problémy chemických a biologických rizik,
- hrozby pro lidi a celou lidskou společnost.

Jen správné řízení rizik všeho druhu, které mohou poškodit chráněné zájmy, zajistí bezpečí a rozvoj systému. Technické systémy jsou důležitými poskytovateli služeb, jako jsou dodávky vody, energií, dopravy a telekomunikací a z hlediska bezpečí lidí musí zajišťovat kontinuálně dodávky kvalitních služeb a současně nesmí škodlivě působit na území, tj. lidský systém a jeho chráněné zájmy, tj. požaduje se jejich bezpečné chování. Bezpečnost technických systémů zahrnuje technickou bezpečnost a ochranu okolí. Technická bezpečnost je tak směsicí aspektů zacílených na zabezpečení a spolehlivost.

Vyjadřuje se pomocí provozní spolehlivosti technického systému, která se popisuje zkratkami RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Security) nebo nověji, když se odlišuje bezpečný a zabezpečený systém, ARSS (Availability, Reliability, Safety, Security), přičemž dle [1] platí:

**Availability** (*dostupnost*) je schopnost systému poskytovat služby, když se požadují.

**Reliability** (*spolehlivost*) je schopnost systému fungovat tak, jak je zamýšleno, tj. plnit úkoly tak, jak mu byly předepsány. Zabývá se tím, co v systému selhalo. V posledních desetiletích se používá v technologiích slovo **dependability**, čímž se odlišuje matematická spolehlivost a technická, kde jde o proměnnou veličinu.

**Safety** (*bezpečnost*) je schopnost systému fungovat tak, že ani při kritických podmínkách nepoškodí sebe a nepůsobí škodlivě na okolí.

**Security** (*zabezpečení*) je schopnost systému ochránit se před nežádoucími vnějšími a vnitřními pohromami.

Stav bezpečí jakéhokoliv technického systému je výsledkem fungování bezpečnosti, který je souborem procesů, jež mají pod kontrolou všechny faktory, které by mohly vést ke vzniku újmy. Ze systémového hlediska se bezpečnost dle [1] skládá z komponent:

- 1. Informační činnost pro podporu rozhodování**, protože stav bezpečí je výsledkem racionálního rozhodování, dobrých informací a správně provedených účinných činností. Je však třeba počítat s dopady na rozhodování o bezpečí jako jsou různá omezení (institucionální, právní, organizační), vlivy médií a veřejného mínění a dimenze politické (zájmové skupiny, ideologie) a technologické.
- 2. Zařízení podporující bezpečnost**, což jsou zařízení, technologie a organizační složky.
- 3. Lidé** jako subjekty bezpečnosti (experti a manažeři bezpečnosti), lidé jako objekty bezpečnosti (ochrana a prevence).
- 4. Procedurey** spojující lidi a strukturu.

Ze systémového pohledu jsou chráněnými zájmy i vazby a toky mezi chráněnými zájmy.

## 1.1. Riziko a bezpečnost

Výraz riziko je převzatý z anglického „risk“, které vyjadřuje „pravděpodobnost, se kterou dojde za definovaných podmínek expozice k projevu nepříznivého účinku“. V číselném vyjádření se tato pravděpodobnost může pohybovat od 0 (k poškození vůbec nedojde) do 1 (k poškození dojde ve všech případech). Riziko představuje očekávané ztráty, škody a újmy na chráněných zájmech, přepočtené na jednotku území a jednotku času. Riziko není událost, ani pravděpodobnost a riziko není ani fyzický objekt nebo fyzikální jev, nýbrž jejich vlastnost [1].

Přírodní jevy, technologie používané člověkem, velké zásahy do životního prostředí, nežádoucí jevy a konflikty v lidské společnosti, představují bezesporu určitá rizika pro člověka, jeho majetek, životní prostředí, kritickou infrastrukturu a v neposlední řadě i stát. Je známo, že vždy existuje hranice, do které je riziko přijatelné pro lidskou společnost. Za touto hranicí je dopad daného rizika na společnost tak veliký, že dané riziko již není pro ni přijatelné a je nutno lépe zajistit jeho snižování [1].

Snižování jakéhokoliv rizika je spojeno se zvyšováním nákladů, s nedostatkem znalostí, technických prostředků, apod. Proto se v praxi hledá hranice, na kterou je únosné riziko snížit tak, aby vynaložené náklady byly ještě rozumné. Tato míra rizika (určitá optimalizace) je většinou předmětem vrcholového řízení a výsledkem politického rozhodování, při kterém je z hlediska trvalého rozvoje nutné, aby se využily současné vědecké a technické poznatky a zohlednily ekonomické, sociální a další podmínky [1].

Rizika a jejich velikost si člověk uvědomuje nejvíce po nějaké katastrofické události, která má větší rozsah, když při dané události není sám postižen. Rizika pro člověka znamenají jak velké živelní či jiné pohromy, tak zdánlivě malé jevy denního života. Riziko neexistuje samo o sobě, je vždy vyjádřením vztahu mezi dvěma a více veličinami jako jsou četnost, aktiva, hrozba, zranitelnost, závažnost, dopady, důsledky, kapacity, protiopatření a možnost výskytu. Uvedené skutečnosti ukazují, že v chápání rizika pozorujeme mnoho aspektů a společné je jen to, že riziko vychází z obav z nejisté budoucnosti. Souhrnně lze říci, že riziko je možné nebezpečí (tj. možný stav vzniku újmy) pro chráněné zájmy a důraz je na slovo „možné“, kdežto samotný výraz „nebezpečí“ označuje jistou aktuální újmu pro chráněné zájmy. Riziko pro potřeby praxe je vyjádřeno souhrnem ztrát, škod a újmy na sledovaných chráněných zájmech, který se rozpočítá na určitou časovou jednotku (obvykle 1 rok) a který se obvykle pro

větší názornost vyjadřuje penězi. Protože riziko je místně specifické, musíme pro sledované místo určit dopady, které pohroma vyvolá nebo může vyvolat, tj. musíme vymezit sledované místo (např. jako kružnice o určitém poloměru) a v něm vyznačit možné ztráty, škody a újmy podle přítomnosti a množství chráněných zájmů a podle jejich zranitelnosti vůči dané pohromě [2].

Bezpečnost jako soubor opatření a činností, které provádí člověk pro zajištění svého bezpečí a rozvoje, je dynamická vlastnost systému antropogenního řízení, která se mění v prostoru a čase a jistým způsobem také územně specificky, protože závisí na systému samotném a na podmínkách, do kterých je systém zasazen. Systém trpí jak přímými dopady pohrom, tak dopady zprostředkovanými složitými sítěmi vazeb, z nichž některé se aktivují jen za určitých kritických podmínek. Některé z dopadů se projevují až s větším či menším časovým zpožděním a v důsledku různých vnitřních a přímých zpětných vazeb v systému dochází za určitých podmínek k téměř nepředvídatelným nouzovým až značně kritickým situacím [1].

Pro řízení bezpečnosti systému jsou zásadně důležité vlastnosti systému jako zranitelnost, pružná odolnost a adaptabilita ke změnám vyvolaným vnitřními i vnějšími pohromami a lidským faktorem. Zranitelnost je integrální vlastnost systému, která je příčinou toho, že systém se za určitých podmínek nechová žádoucím způsobem, protože je pozměněna, ve smyslu lidského vnímání narušena, jedna nebo více složek z následného seznamu dle [1]:

- struktura a forma složení prvků systému,
- forma, směr a intenzita vazeb systému,
- forma, směr a intenzita toků systému,
- vytvoření nových, či ztráta nebo závažná změna starých vazeb napříč systémem a jeho okolím.

## **1.2. Řízení rizik**

Každé řízení rizik směřuje ke stanovení postupu pro ovládnutí rizika. Představuje kulturu, procesy a struktury zaměřené na efektivní řízení potenciálních příležitostí a možných nežádoucích důsledků. Je to interaktivní proces, který se skládá z kroků, které při zachování plánované postupnosti umožňují trvalé zkvalitňování rozhodnutí, a tím i

následné zlepšování výsledků uskutečňovaných procesů. Řízení rizik musí být integrální činností každé řídicí praxe, bez ohledu na úroveň řízení [1].

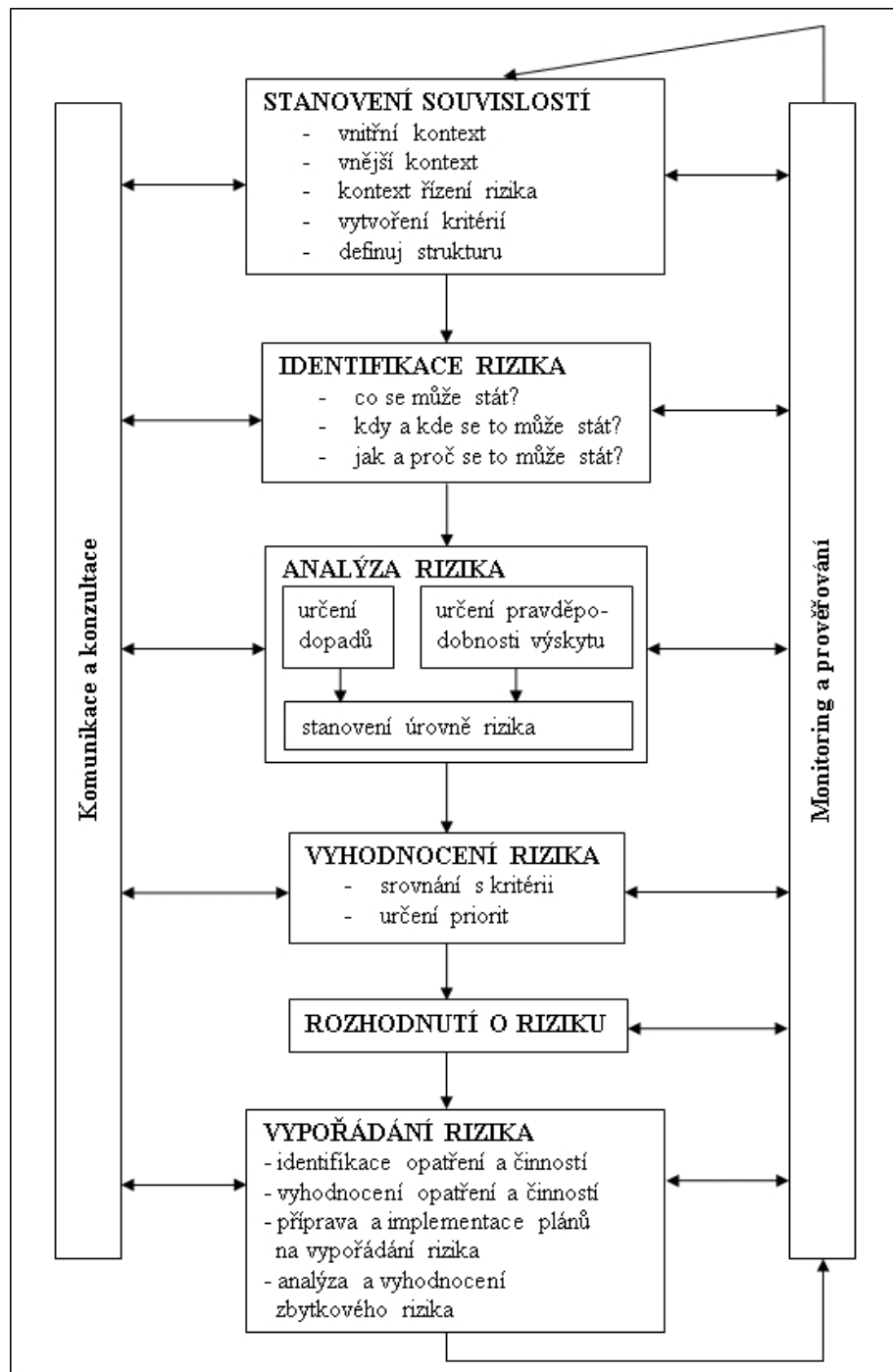
Dobré řízení a správné rozhodování je možné jen tehdy, když máme kvalitní data a umíme využít nástroje, které máme k dispozici. Data musí být validovaná, což znamená, že známe jejich velikost a přesnost a mají tak vypovídací schopnost pro řešení problémů. Základním předpokladem k tomu, abychom byly schopni včas předvídat pohromy a učinit preventivní opatření ke zmírnění následků, je získání správných a přesných dat. Zkoumáním dat a zjištěním souvislostí mezi daty získáváme důležité informace. Pokud takto získané informace dokážeme správně interpretovat v souvislostech, hovoříme o tom, že máme znalosti [3].

***Pět klíčových aktivit v rámci řízení rizika dle [1]:***

1. ***Vymezení cíle a centra zájmu:*** identifikovat kontext, určit prioritní cíle a určit oblast a centrum zájmu úkolu. Výběry jsou založeny na hodnocení zájmů a cílů. Tím stanovíme, které riziko je pro nás prioritní.
2. ***Popis:*** směřuje k objektivnímu pochopení pravděpodobnosti výskytu a velikosti dopadu (v kvalitativním nebo lépe kvantitativním vyjádření). Jedná se o vysoce odbornou činnost vyžadující hluboké znalosti a kvalitní data.
3. ***Rozhodnutí:*** vyhodnocení kvality předpovědi pokud možno jako optimum při zvážení přínosů a ztrát. Rozhodnutí, jak zmírnit a řídit riziko a implementovat opatření, reprezentuje klíčový krok v rámci řízení rizika.
4. ***Komunikace:*** projednání souboru opatření a činností s klíčovými aktéry procesu a ostatními zúčastněnými. Legislativa vyžaduje v důležitých otázkách komunikaci s veřejností, konzultace, odstranění konfliktů a stanovení partnerství.
5. ***Monitoring a poučení:*** sledování určených veličin a jejich hodnot, které charakterizují důsledky rozhodnutí a činností, a v případě zjištění významných odchylek, které mohou narušit dosažení cíle, aplikovat korekce.

Riziko je funkcí pravděpodobnosti výskytu pohromy a velikosti jejích dopadů (závažnosti následků). Proto cílem celého procesu řízení rizik je nejen identifikovat pohromu (zdroj rizika) a četnost jejího výskytu, ale jak je patrné z obrázku 1, následně je třeba riziko také ohodnotit a použít účinné kroky k jeho eliminaci nebo snížení [1].





Obrázek 1: Obvyklé schéma pro řízení rizika [1]

Z obrázku 1 vyplývá, že řízení rizika je souvislý proces směřující od identifikace k vypořádání rizika, jehož jednotlivé kroky jsou vzájemně provázány.

### ***Vypořádání rizika***

Cílem vypořádání rizika je provést opatření na snížení rizika. Cílem vyjednávání s rizikem je zajistit přijatelné bezpečí a udržitelný rozvoj území nebo jiného

sledovaného objektu. Vyjednávání s riziky vychází ze současných možností lidské společnosti a spočívá dle [1] v rozdělení rizik do kategorií:

- část rizika se sníží, tj. preventivními opatřeními se odvrátí realizace rizika;
- část rizika se zmírní, tj. preventivními opatřeními a připraveností (varovné systémy a jiná opatření nouzového a krizového řízení) se sníží nebo odvrátí nepřijatelné dopady;
- část rizika se pojistí;
- část rizika, pro kterou se připraví rezervy na odezvu a obnovu;
- část rizika, která je neřiditelná nebo příliš nákladná nebo málo častá, pro kterou se připraví plán pro nepředvídané situace (Contingency plan).

K tomu se rovněž připojuje rozdělení zvládání rizik mezi všechny zúčastněné. Rozdělení ve správném řízení se provádí tak, že se vychází z toho, že za zvládání rizik odpovídají všichni zúčastnění a že zvládání konkrétního rizika se přiděluje tomu subjektu, který je na to nejlépe připraven.

Zvládání rizik v případě, že riziko není přijatelné, spočívá dle [1] v:

- vyhnutí se riziku, tj. nezačít nebo nepokračovat v činnostech, které jsou zdrojem rizika, když to jde;
- odstranění zdrojů rizik, tj. zabránění vzniku pohrom, když to jde;
- snížení pravděpodobnosti výskytu rizika, tj. výskytu větších pohrom, když to jde;
- snížení závažnosti dopadů rizika, tj. příprava zmírňujících opatření jako jsou varovací systémy, systémy odezvy a obnovy;
- sdílení rizika, tj. rozdělení rizika mezi zúčastněné a pojišťovny;
- retence rizika.

Při výběru opatření na zvládání rizik je třeba zajistit, aby náklady na zvládnutí rizik nepřevýšily možné škody vyvolané realizací rizika. Všechny zásady a postupy dříve uvedené pro lidský systém, platí i pro každý jeho podsystém, tedy každý objekt či provoz. Jsou tedy platné i pro letový systém, respektive jeho podsystém letový provoz.

## 2. Soubor poznatků o bezpečnosti letového provozu

S růstem požadavků na leteckou přepravu je třeba v blízké budoucnosti očekávat přetížení vzdušného prostoru. Prevence lidských chyb se stane klíčovou pro bezpečnou a spolehlivou leteckou dopravu. Pro nalezení správného způsobu řízení letové bezpečnosti je třeba podniknout opatření jak v letadlech a jejich vybavení, tak v oblasti řízení letového provozu, včetně jejich pracovníků. Pro jednotlivé úseky existují různé modely řízení letové bezpečnosti.

System řízení letového provozu musí být připraven na situace, které narušují letový provoz, ať už pocházejí zevnitř nebo z jeho okolí. V krajním případě může jít o pohromy bezprostředně ohrožující velké množství lidských životů. Za všech okolností musí být uděláno maximum pro zajištění bezpečného letového provozu v daném vzdušném prostoru. Jestliže má být rizikům pro letecký provoz rozumně předcházeno, je rozhodujícím prvkem pochopení příčin a plánování řešení možných nenadálých nebezpečných situací předem. Včasné uvedení postupů pro nenadálé situace vyžaduje rozhodnou iniciativu a kvalitní, včasné a rychlé provedení správných opatření.

### 2.1. Pravidla pohybu letadel

Žádný let nesmí být zahájen, dokud není provedena letová příprava a velitel letadla se nepřesvědčil, že letoun je způsobilý k letu. Letoun musí mít zastavěna předepsaná vybavení a zařízení dostačující pro vykonání letu. Hmotnost a poloha těžiště letounu musí dovolovat bezpečné provedení letu s přihlédnutím k jeho očekávaným podmínkám. Na palubě musí být povinná dokumentace k letounu a dopravovaný náklad je nutné správně rozložit a bezpečně zajistit [4].

#### *Fyzika pohybu letadel na letišti*

Nejkritičtější fází letu je vzlet a přistání, kdy síly působící na letadlo nejsou v rovnováze. Vzletem nazýváme pohyb letadla od okamžiku startu (počátku pohybu), přes rozběh a odpoutání letadla až do získání výšky 35 stop (10,7 m). Vzlet letadla je možné dle [5] rozdělit do pěti fází:

1. **Rozjezd** po zemi, během něhož letadlo získává rychlost potřebnou k odpoutání od země  $v_{odp}$ .
2. **Odpoutání** letadla od země při rychlosti  $v_{odp}$ .
3. **Rozlet** těsně nad zemí až do získání rychlosti, kterou bude letadlo stoupat.
4. **Přechodový oblouk**, kterým letadlo přechází do stoupání, ale během něhož se rychlost prakticky nemění.
5. **Stoupání** – přímočarý ustálený let do výšky 35 stop (10,7 m).

U moderních proudových letadel, která mají dostatečný výkon motorů při vzletu, se provádí vzlet bez rozletu letadla nad zemí a po odpoutání letadla se přechází hned přechodovým obloukem do stoupání. Rychlost odpoutání  $v_{odp}$  má být co nejmenší, aby se co nejvíce zkrátil rozjezd letadla [5].

Posádka vícemotorového letadla musí před každým vzletem stanovit pro dané provozní podmínky tzv. **rychlost rozhodnutí** pro případ vysazení 1 pohonné jednotky při vzletu, která se označuje  $v_1$ . Ta je závislá na délce vzletové a přistávací dráhy (RWY), jejím stavu, sklonu, hmotnosti letadla, nadmořské výšce letiště a meteorologických podmínkách (teplotě a tlaku vzduchu, směru a síle větru). Význam této rychlosti spočívá v tom, že v případě vysazení pohonné jednotky před dosažením této rychlosti musí pilot přerušit vzlet a ubrzdít letadlo na RWY, ale po dosažení této rychlosti musí ve vzletu pokračovat. Bod na RWY, ve kterém se dosáhne rychlosti  $v_1$ , se nazývá **bod rozhodnutí** [5].

Při rozběhu působí na letadlo tyto síly dle [5]:

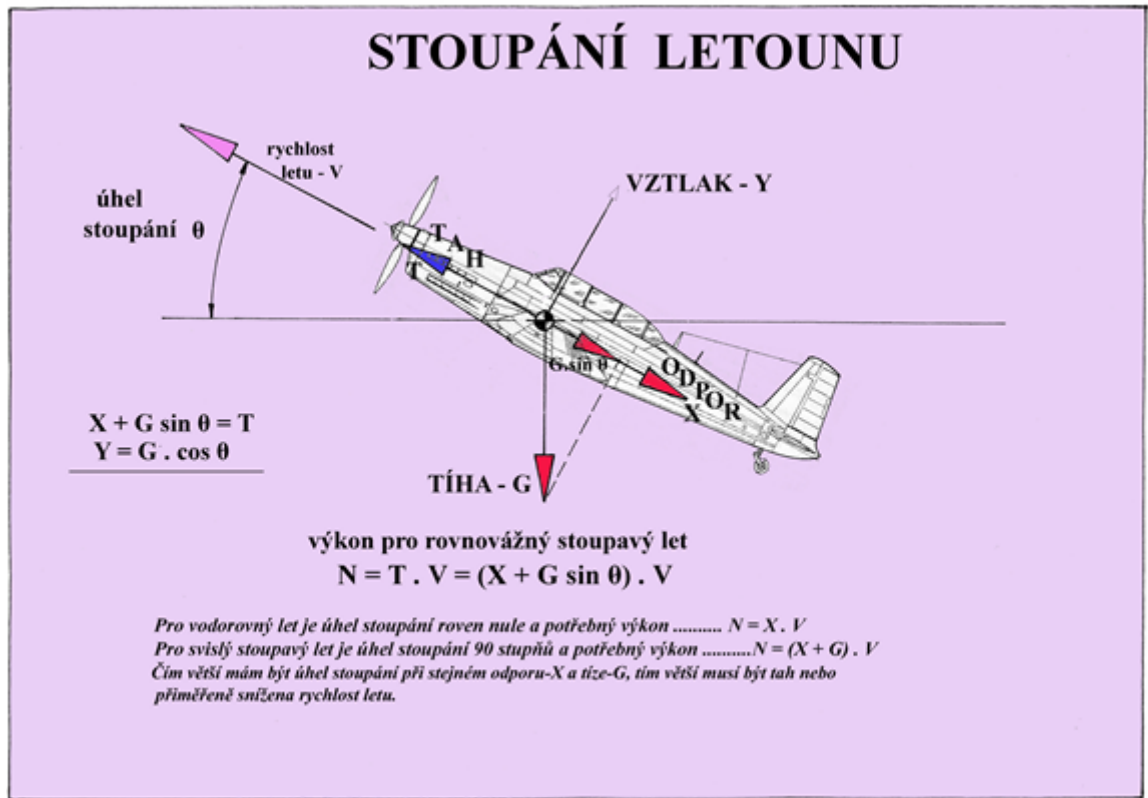
- a) hmotnost letadla  $G$ ,
- b) vztlak  $Y$ ,
- c) reakce mezi zemí a podvozkem rovnající se rozdílu hmotnosti a vztlaku ( $G - Y$ ),
- d) tah pohonné jednotky  $P$ ,
- e) odpor  $Q$ ,
- f) třecí síla na podvozku, působící proti pohybu letadla a rovnající se reakci mezi zemí a podvozkem, násobené součinitelem tření ( $G - Y$ ),  $f$ .

Síly a) až c) působí kolmo k pohybu letadla a jsou v rovnováze. Nezpůsobují tedy zrychlení letadla. Síly d) až f) působí ve směru pohybu, nejsou v rovnováze a tak

způsobují zrychlování letadla. Zrychlení při vzletu je tím větší, čím větší je přebytek výkonu pohonných jednotek [5].

### *Fyzika pohybu letadel ve vzduchu*

Ke stoupání je využito síly tahu a části vztlaku nosné plochy, jak ilustruje obrázek 2.

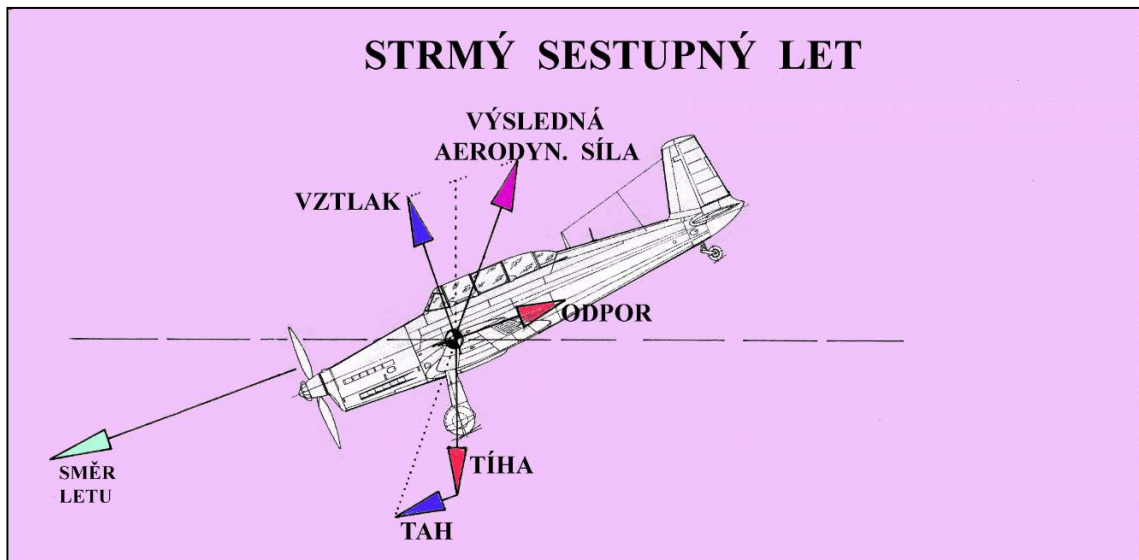


**Obrázek 2: Síly působící na letadlo během stoupání [6]**

Z obrázku 2 vyplývá, že při stoupání se jedná o překonávání odporu letounu a zároveň k jeho zvedání nějakou rychlostí. Ve směru letu jsou v rovnováze tah  $T$ , součet odporu  $X$  a složky tíhy  $G \cdot \sin \theta$  ( $\theta$  je úhel stoupání) a ve směru svislém tíha letounu  $G$  a složka vztlaku  $Y \cdot \cos \theta$ .

Při selhání motoru kdekoliv na trati, musí být letoun schopen pokračovat v letu na letišti, které mu umožní přistát, aniž letoun sestoupí pod minimální letovou nadmořskou výšku v jakémkoliv bodě. V případě letounů se třemi a více motory musí být letoun kdekoliv na trati schopen pokračovat v letu na náhradní letišti a přistát, a to v případě, že dojde k selhání kterýchkoliv dvou motorů [4].

Pokud je letadlo nuceno okamžitě zahájit strmý sestupný let, hovoříme o nouzovém klesání, který znázorňuje obrázek 3.



**Obrázek 3: Síly působící na letadlo během klesání [6]**

Z obrázku 3 vyplývá, že při strmém sestupném letu výsledná aerodynamická síla není v rovnováze jen s tíhou letounu, ale ze součtu tíhy a tahu pohonné jednotky. Při vybírání tohoto manévru mohou nastat značné potíže mnohdy končící destrukcí nosné plochy, protože násobky zatížení dosahují značných hodnot.

Po přijetí zprávy, že letadlo provádí nouzové klesání ostatním provozem, se musí ihned učinit všechna opatření k ochraně všech dotčených letadel. Stanoviště řízení letového musí okamžitě rozhlasovým vysíláním odeslat zprávu o nouzi. Předpokládá se, že letadlo, které přijme takové rozhlasové vysílání, opustí stanovené prostory a zůstane na poslechu na příslušném radiovém kmitočtu a vyčká dalších povolení od stanoviště řízení letového provozu. To navede nouzově klesající letadlo přednostně přímo do osy dráhy nejbližšího vhodného letiště a upozorní jeho záchranné složky na povahu nouze.

Za počátek přistání se považuje bod, ve kterém letadlo dosáhlo výšky 15 m a končí zastavením letadla. Průběh přistání a jeho jednotlivé fáze jsou dle [5] tyto:

1. **Klouzání** – s vysunutými vztlakovými klapkami při rychlosti  $v_{at}$ , která se rovná  $1,3 \cdot v_{min}$ .
2. **Přechodový oblouk** – pilot mírným přitažením výškového kormidla vyrovná letadlo do vodorovného letu.
3. **Výdrž** – přímočarý let těsně nad zemí, během něhož se letadlo zpomalí na přistávací rychlost, která bývá o něco vyšší než  $v_{min}$ .
4. **Dosednutí** – při dosažení přistávací rychlosti  $v_{přist}$ .

5. *Doběh letadla* po zemi až do úplného zastavení.

## 2.2. Pojmy

Letadlo je zařízení schopné vyvozovat síly nesoucí jej v atmosféře z reakcí vzduchu, které nejsou reakcemi vůči zemskému povrchu.

### *Pravidla letu*

Let letadla lze provádět buď podle pravidel pro let za vidu (VFR), nebo pravidel pro let podle přístrojů (IFR), případně jejich střídáním v různých částech tratě. Let VFR je charakteristický především nutností dodržení předepsaných podmínek pro let za viditelnosti, které jsou omezeny meteorologickými podmínkami (například dohlednost, výška základny oblačnosti, vzdálenost od oblačnosti). U letu dle pravidel IFR se předpokládá, že se pilot ihned po vzletu dostane do podmínek, které jsou horší než minima pro let za viditelnosti a není tedy schopný se díky tomu vyhnout jinému provozu. Proto je těmto letům, od stanoviště řízení letového provozu, nutné poskytovat separaci od jiných letů dle IFR, případně v určitých typech vzdušného prostoru i od letů VFR. V letecké dopravě se provádí až na výjimky pouze lety podle přístrojů. Navigační vedení letu podle přístrojů je, jak je již z názvu patrné, prováděno pomocí vyhodnocování údajů, které poskytují palubní přístroje, nebo pomocí radarového vektorování, kdy řídicí přiděluje letadlu kurz, kterým má letět. Letadla musí být vybavena vhodnými přístroji a radionavigačním vybavením odpovídajícím letěné trati. S výjimkou, kdy je to nezbytné pro vzlet nebo přistání, musí být let IFR prováděn v hladině, která není nižší než minimální letová nadmořská výška stanovená státem, jehož území je přelétáváno. Let IFR prováděný jako cestovní let v řízeném vzdušném prostoru se musí provádět v cestovních hladinách [7].

### *Provedení letu*

Dle předpisu L2 odpovídá za daný let v souladu s mezinárodními pravidly létání velitel letadla bez ohledu na to, ať už letadlo řídí či nikoli. Velitel letadla se smí odchýlit od těchto pravidel za absolutně nezbytných okolností v zájmu bezpečnosti. Odpovídá za bezpečnost všech členů posádky, cestujících a nákladu na palubě od uzavření dveří. Před zahájením letu je velitel letadla povinen seznámit se se všemi dostupnými informacemi, které se týkají zamýšleného letu. Předletová příprava musí zahrnovat pečlivé prostudování dostupných aktuálních meteorologických zpráv a předpovědí, s

uvážením požadavku na palivo a určením náhradního postupu pro případ, že nebude možné let dokončit tak, jak byl plánován. Velitel letadla musí mít s konečnou platností právo rozhodnout o provedení letu [7].

S letadlem se nesmí zacházet nedbalým nebo neopatrným způsobem, který by ohrozil život nebo majetek jiných. S výjimkou, kdy je to nezbytné pro vzlet nebo přistání, letadlo nesmí letět nad hustě zastavěnými místy (města, vesnice a jiná obydlená místa) nebo nad shromážděním osob na volném prostranství, pokud není ve výšce, která by v případě vzniklé nouze umožnila přistání bez ohrožení osob nebo majetku na povrchu země. Letadlo nesmí letět v zakázaném nebo omezeném prostoru, který byl řádně publikován, s výjimkou dodržení podmínek omezení nebo se souhlasem státu, nad jehož územím jsou tyto prostory zřízeny [7].

Let nesmí být zahájen, pokud na letišti odletu meteorologické podmínky v době použití letiště neodpovídají provozním minimům. Stejně pravidlo platí pro meteorologické předpovědi na předpokládanou dobu použití letiště určení a všech náhradních letišť. Let, který má být proveden v oblasti, v níž bylo hlášeno nebo v níž se očekává tvoření námrazy, nesmí být zahájen, není-li letoun vybaven a schválen pro let v těchto podmínkách [4].

### ***Vzdušný prostor***

Vzdušný prostor je obecně prostor nad územím daného státu do výšky, kterou lze využít pro letecký provoz. Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) definuje celkem 7 tříd vzdušného prostoru, které jsou označeny písmeny A až G. Svým charakterem je třída A nejvíce omezující a třída G naopak nejméně. Každá třída stanovuje své uživatele dle druhu letu (VFR nebo IFR). Rozstup může být v dané třídě vzdušného prostoru zajišťován všem letadlům nebo jen některé skupině určené právě druhem letu. Třídy se dále mohou lišit uplatňovaným rychlostním omezením, požadavkem na rádiové spojení nebo tím, zda lety v dané třídě podléhají letovému povolení [8].

### ***Služba řízení letového provozu***

Patří mezi letové provozní služby a je poskytována za účelem zabránění srážkám letadel a udržování rychlého a spořádaného toku letového provozu. Dělí se na tři základní části:

1. ***Oblastní služba řízení*** pro poskytování služby řízení letového provozu řízeným letům. Je zajišťována oblastním střediskem řízení (ACC).



2. **Přibližovací služba řízení** pro poskytování služby řízení letového provozu těm částem řízených letů, souvisejícím s přiletem na letiště nebo odletem z něho. Je zajišťována přibližovacím stanovištěm řízení (APP).
3. **Letištní služba řízení** pro poskytování služby řízení letového provozu letištnímu provozu. Je zajišťována letištní řídicí věží (TWR).

Aby mohlo stanoviště letových provozních služeb (ATS) poskytovat službu řízení letového provozu, musí dostávat informace o zamýšlených pohybech každého letadla nebo jejich změnách a platné informace o skutečném průběhu letu každého letadla. Z přijatých informací určuje vzájemné polohy známých letadel a vydává letová povolení a informace s cílem zabránit srážkám letadel a udržovat spořádaný tok letového provozu, se zachováním adekvátních rozstupů mezi letadly. Rozstupy rozlišujeme dvojího druhu:

1. **Vertikální rozstup** je zajišťován přidělením různých letových hladin (FL). Vertikální minimum rozstupu musí být jmenovitě nejméně 300 m (1 000 ft) až po letovou hladinu 410 (včetně) a 600 m (2 000 ft) nad touto letovou hladinou.
2. **Horizontální rozstup** je získán zajištěním podélného rozstupu, udržováním intervalů vyjádřených v čase nebo vzdáleností mezi letadly letícími na stejných, sbíhajících se nebo protisměrných tratích; nebo příčného rozstupu, udržováním letadel na rozdílných tratích nebo v zeměpisně různých místech.

Letové povolení na řízený let nebo na jeho část se musí získat vždy před jeho zahájením. Takové povolení se musí vyžádat podáním letového plánu stanovišti letových provozních služeb. Letadlo musí dodržovat platný letový plán, pokud si nevyžádá a nezíská povolení změny od příslušného stanoviště řízení letového provozu nebo pokud vzniklý stav nouze si nevynutí okamžitou reakci letadla. V takovém případě, jakmile to okolnosti dovolí, musí být příslušnému stanovišti řízení letového provozu oznámeno, jaká byla provedena opatření a že tato opatření byla vynucena stavem nouze. Pokud je to možné, musí být řízené lety vedeny po stanovených tratích ATS nebo přímo mezi navigačními zařízeními. Letadlo provádějící řízený let musí udržovat nepřetržitě poslech na příslušném hlasovém komunikačním kanálu letadlo - země a podle potřeby navázat obousměrné spojení s příslušným stanovištěm řízení letového provozu. Řízený let musí být řízen, v kterémkoliv čase, vždy jen jedním stanovištěm řízení letového provozu. Odpovědnost za řízení všech letadel v dané části

vzdušného prostoru musí mít vždy jen jedno stanoviště řízení letového provozu. Řízení jednoho letadla nebo skupiny letadel se však může delegovat jiným stanovištěm řízení letového provozu za předpokladu, že mezi všemi dotyčnými stanovišti je zajištěna koordinace [7].

### ***Odovědnost států za poskytování služby řízení letového provozu a za jimi způsobenou škodu***

Podle mezinárodního práva jsou za vytvoření a příslušné vybavení poskytovatele služeb řízení letového provozu odpovědné jednotlivé státy, které rovněž nesou primární odpovědnost za poskytování těchto služeb.

Státy mohou dle [9]:

- poskytovat služby řízení letového provozu přímo, prostřednictvím vládní agentury,
- pověřit nezávislou instituci, aby poskytovala tyto služby jejich jménem,
- delegovat tuto odpovědnost na jiný stát.

V současné době neexistuje žádný mezinárodní či regionální režim odpovědnosti pro poskytovatele služeb řízení letového provozu. Vztah mezi konkrétním poškozeným a státem zajišťujícím poskytování služby řízení letového provozu musí být tedy upraven vnitrostátními normami. Žádný stát dosud nepřijal konkrétní právní normu upravující výhradně a komplexně problematiku odpovědnosti poskytovatele za případnou škodu. K leteckým haváriím a závažným incidentům způsobeným selháním poskytovatelů letových provozních služeb nedochází často. Existuje tedy málo judikatury a aplikace v konkrétních případech [10].

## **2.3. Pravidla řízení letového provozu**

Nouzových situací může v letovém provozu nastat celá řada a základem k jejich vypořádání je správná identifikace problému. Ta není vždy úplně jednoduchá, protože pilot nemusí být schopen předat nouzovou zprávu řídicímu letového provozu. Může mu v tom bránit např. nedostatek času, ztráta radiotelefonního spojení, nefunkčnost palubního odpovídače nebo jiných přístrojů, neschopnost identifikace problému ze strany pilota, únos letadla atd. Řídicí letového provozu musí být proto schopni identifikovat riziko různými způsoby.

Výraz „nestandardní provozní stavy“ je dle [11] souhrnný název pro:

- nenadálé situace a mimořádné události;
- nouzové situace;
- neobvyklé situace s dopadem na poskytování letových navigačních služeb (LNS);
- degradační stavy.

Nenadálá situace (Contingency) znamená narušení nebo možné narušení ATS a souvisejících podpůrných služeb ve vzdušném prostoru.

Mimořádná událost (Extraordinary event) představuje škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných prací a činností vedoucích k odstranění nebo zmenšení škodlivých následků [11].

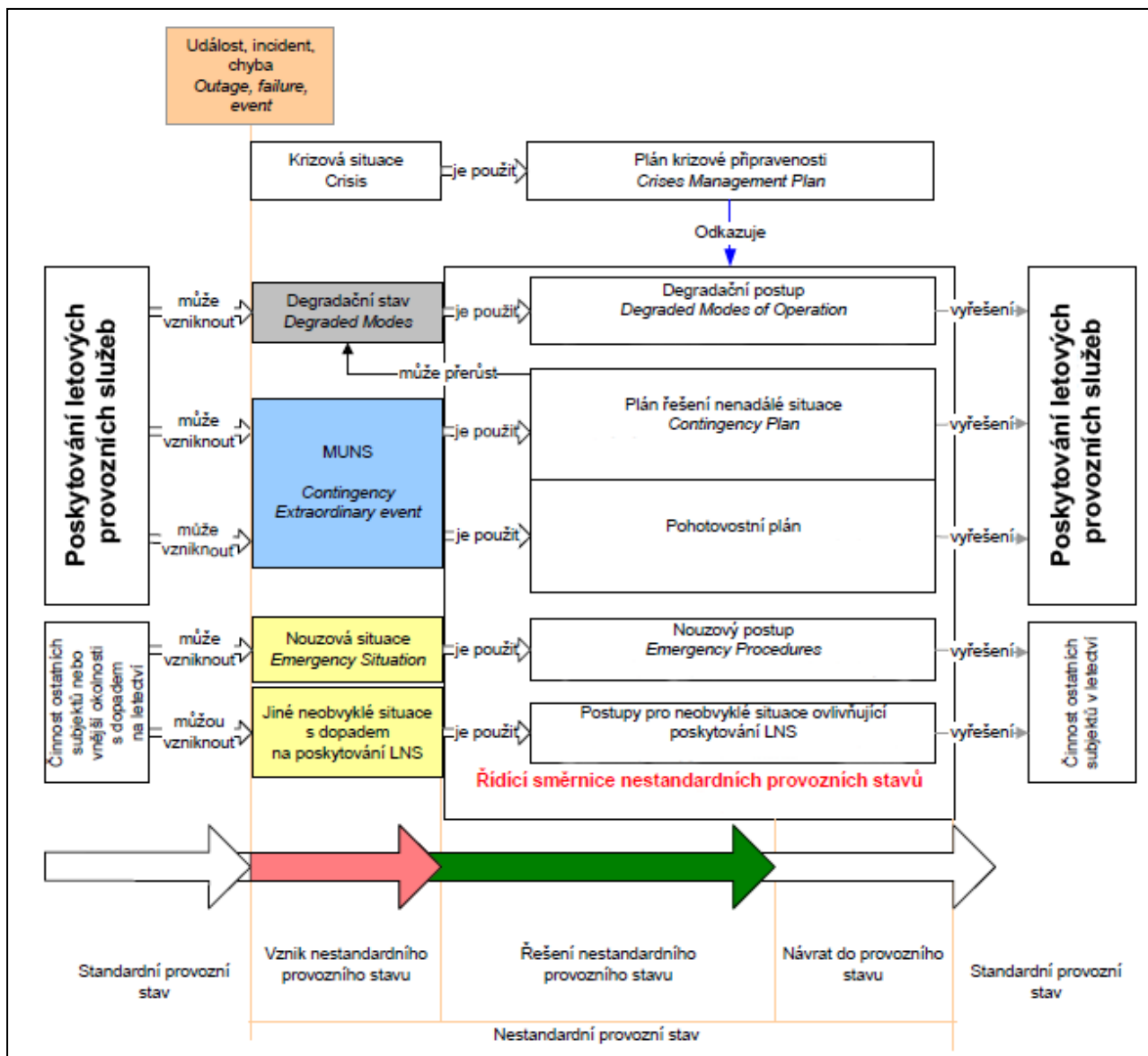
Nouzová situace (Emergency situation) je nestandardní situace mající vliv na rozsah a kvalitu poskytovaných ATS při provozu letadel [11].

Jako neobvyklé situace označujeme okolnosti mající přímý dopad na poskytování letových navigačních služeb (LNS) [11].

Degradační stav (Degraded modes) je snížená úroveň poskytovaných ATS, zapříčiněná nedostupností nebo selháním zařízení, nedostatkem personálu nebo postupů dosahuje takové úrovně, která vede k závadnosti jedné nebo více částí systému [11].

Mezi události v letovém provozu řadíme letecké nehody, vážné incidenty, incidenty a další závady nebo nesprávné funkce letadla, jeho vybavení a všech prvků systému letectví, které se používají nebo mají být použity pro účely provozu letadla nebo v souvislosti s provozem letadla nebo s poskytováním služeb uspořádání letového provozu nebo navigační pomoci letadlu.

Rozdílnost okolností, za kterých se jednotlivé nestandardní provozní stavy vyskytují, neumožňuje vždy stanovit přesné postupy, kterými je nutno se řídit. Při řešení uvedených stavů musí jednotlivá zainteresovaná stanoviště a pracoviště vždy udržovat plnou koordinaci a personál musí jednat podle svého nejlepšího úsudku. Na obrázku 4 je graficky znázorněn princip základního postupu při vzniku daného nestandardního provozního stavu a jednotlivé fáze způsobu jeho řešení.



Obrázek 4: Proces řešení nestandardních provozních stavů [11]

Z obrázku 4 vyplývá, že proces řešení konkrétního nestandardního provozního stavu je závislý na jeho povaze, ale vždy vede k co nejrychlejší obnově standardního stavu.

### Identifikace nouzové situace v letovém provozu

Letadlu, o kterém je známo nebo se předpokládá, že je v nouzi, včetně letadla, které je předmětem protiprávního činu, musí být věnována co největší pozornost, pomoc a priorita před ostatními letadly, jak to okolnosti vyžadují. Obecně lze očekávat, že se letadlo nachází ve stavu nouze, jestliže tento stav již není deklarován letovou posádkou, za následujících okolností dle [12]:

- nebylo navázáno spojení v předpokládaném čase,
- nastala ztráta spojení,

- pilot hlásí selhání systémů letadla, zajišťujících jeho schopnost letu,
- letadlo se chová způsobem naznačujícím, že by mohlo být předmětem nezákonného činu,
- pilot hlásí neobvyklé chování osob na palubě,
- pilot často mění požadavky týkající se letiště určení nebo jiné časté protichůdné požadavky,
- pilot hlásí nedostatečnou zásobu paliva,
- let neprobíhá v souladu s vydaným letovým povolením.

Stanoviště letových provozních služeb (ATS) může informaci o letadle v nouzi získat také od ostatních stanovišť ATS, uživatelů vzdušného prostoru, případně dalších subjektů. O povaze nouze letadla a její klasifikaci rozhoduje vždy pilot. Pokud letadlo vyhlásilo stav nouze, stanoviště ATS by mělo dle [13] přijmout příslušná a odpovídající následující opatření:

- provést všechny nezbytné kroky pro zjištění identifikace a typu letadla, povahy nouze, úmyslů letové posádky, polohy a hladiny letadla, pokud tyto údaje nejsou jasně oznámeny letovou posádkou nebo jinak známy;
- rozhodnout o nejvhodnější pomoci, která může být letadlu poskytnuta;
- zajistit pomoc jakéhokoli jiného stanoviště ATS nebo jiných služeb, které mohou poskytnout letadlu pomoc;
- poskytnout letové posádce jakékoli požadované informace a další závažné informace jako např. podrobnosti o vhodných letištích, minimální bezpečné nadmořské výšky, meteorologické informace;
- získat od provozovatele nebo letové posádky další závažné informace, jako např. počet osob na palubě, množství zbývajících paliva, možnou přítomnost nebezpečných materiálů na palubě a jejich druh; a
- uvědomit příslušná stanoviště ATS a úřady podle místních směrnic.

Pokud je to možné, neměly by se provádět změny kmitočtů a kódů sekundárního radaru (SSR). Tyto změny by se měly provádět za normálních okolností pouze v případě, že je možné dotyčnému letadlu poskytnout lepší službu. Instrukce k manévrování letadlu,

kteřé má poruchu motoru, by měly být omezeny na minimum. Ostatní letadla letící v blízkosti letadla v nouzi by se měla podle vhodnosti informovat [13].

Řešení nouzových situací umožňuje dočasnou aplikaci nouzového polovičního vertikálního rozstupu 150 m (500 ft) ve vzdušném prostoru, kde se uplatňuje minimum vertikálního rozstupu 300 m (1000 ft) a 300 m (1000 ft) ve vzdušném prostoru, kde se uplatňuje minimum vertikálního rozstupu 600 m (2000 ft). Posádky letadel, jichž se takový rozstup týká, musí být informovány, že je snížený rozstup aplikován a posádce letadla, které je dotčeno letadlem v nouzi, musí být předána informace o význačném provozu [12].

Stanoviště letových provozních služeb musí podle potřeby použít všech dostupných spojovacích zařízení, ve snaze navázat a udržet spojení s letadlem, které je ve stavu nouze a požadovat další zprávy o letadle [8].

Když bylo stanovištěm ATS stanoveno, že letadlo je ve stavu nouze, ostatním letadlům, o nichž se ví, že jsou v jeho blízkosti, musí být co možná nejdříve poskytnuta informace o povaze této nouze. Jestliže však stanoviště ATS ví nebo předpokládá, že některé letadlo je předmětem protiprávního činu, žádná informace o povaze nouze nesmí být předána na spojení letadlo - země do té doby, než dotyčné letadlo se samo jako první o povaze nouze nezmíní a je jistota, že taková informace nezhorší situaci [8].

### ***Radiotelefonní vysílání pro indikaci a potvrzení stavu nouze***

1. Vysílání slova **MAYDAY** (vysloveno třikrát) - letadlo je ve stavu tísně.
2. Třikrát opakovaný pilnostní signál **PAN-PAN** nebo **PAN-PAN MEDICAL**.

Jestliže letadlo není schopno pokračovat v letu v souladu s povolením stanoviště řízení letového provozu (ATC) a / nebo když není schopno dodržet požadovanou navigační výkonnost v daném vzdušném prostoru, musí obdržet změněné povolení, pokud je to možné, před zahájením jakékoliv akce. Podle vhodnosti musí být použit radiotelefonní tíšňový signál (MAYDAY) nebo pilnostní signál (PAN PAN), pokud možno třikrát opakovaný. Tíseň je stav vážného ohrožení týkající se bezpečnosti letadla nebo osob na jeho palubě vyžadující okamžitou pomoc, zatímco pilnost je stav, který nevyžaduje okamžitou pomoc, ale může se kdykoliv vyvinout v tíseň. Následná činnost ATC ve vztahu k tomuto letadlu musí být založena na úmyslech pilota a na celkové situaci letového provozu [13].

### ***Indikace nouzové situace letadla***

Nouzové situace mohou být indikovány pilotem nastavením následujících kódů sekundárního radaru (SSR):

<b>A 7700</b>	letadlo ve stavu nouze
<b>A 7600</b>	ztráta spojení
<b>A 7500</b>	únos nebo protiprávní čin

1. Význačnou změnou informace tlakové výšky z módu C odpovídače charakterizující nouzové klesání (vertikální rychlost až 8000 ft / min).
2. Ztrátou indikace kódu sekundárního radaru (SSR), případně zobrazením indikace primárního radaru (PSR).

### ***Incident***

Incident je obecně situace velmi blízká srážce letadel nebo letadla s jiným objektem. Zahrnuje zvláštní situace, kdy existuje domněnka, že jedno letadlo a jiné letadlo / terén / vozidlo / osoba / předmět jsou příliš blízko [14].

Jde o událost jinou než letecká nehoda, spojenou s provozem letadla, která ovlivňuje nebo by mohla ovlivnit bezpečnost provozu. Jedná se o chybnou činnost osob nebo nesprávnou činnost leteckých a pozemních zařízení v leteckém provozu, jeho řízení a zabezpečování, jejíž důsledky však zpravidla nevyžadují předčasné ukončení letu nebo provádění nestandardních (nouzových) postupů.

Incidenty v letovém provozu se dle [14] rozdělují podle příčin na:

- letové,
- technické,
- v řízení letového provozu,
- v zabezpečovací technice,
- jiné.

Mezi příčiny incidentů se zahrnují i nepředvídané přírodní jevy (výboje statické elektřiny, střety s ptáky apod.), pokud neohrožily bezpečnost letu do té míry, že byly hodnoceny jako vážný incident nebo letecká nehoda [14].

### ***Významný incident***

Incident, jehož okolnosti naznačují, že by došlo k nehodě, vážnému, nebo velkému incidentu, pokud by aktuální nebezpečí nebylo zvládnuto nebo pokud by se v blízkosti nacházelo jiné letadlo. Významné incidenty spojené s uspořádáním letového provozu (ATM) zahrnují zejména situace, kdy by za jiných podmínek došlo ke srážce / k situaci blízké srážce [14].

### ***Velký incident***

Incident spojený s provozem letadla, kdy mohla být snížena jeho bezpečnost, což vedlo ke skoro kolizi mezi letadly, se zemí nebo s překážkami (tj. došlo k porušení meze bezpečnosti, které nebylo důsledkem instrukcí ATC). Velké incidenty spojené s ATM zahrnují zejména situace blízké srážce letadel, situace blízké srážce letadel a překážek a situace blízké řízenému letu do terénu (CFIT) [14].

### ***Vážný incident***

Specifický druh incidentu, jehož okolnosti naznačují vysokou pravděpodobnost letecké nehody, jenž je spojený s provozem letadla. Na základě zkušeností byl postupně vypracováván a doplňován seznam typických událostí, které jsou hodnoceny jako vážný incident dle [14]. Výčet není konečný a slouží pouze jako podklad při rozhodování o stupni závažnosti té které události:

- ***nebezpečná sblížení*** vyžadující úhybný manévr k zabránění srážce nebo nebezpečné situaci, nebo situaci, ve které je úhybný manévr vhodný;
- ***srážky***, které nejsou klasifikované jako letecká nehoda;
- ***zabránění*** téměř jistému řízenému ***letu do terénu***;
- ***přerušný vzlet*** na uzavřené nebo obsazené dráze, na pojezdové nebo nepřidělené dráze;
- ***vzlet z uzavřené nebo obsazené dráhy***, z pojezdové nebo nepřidělené dráhy;
- ***přistání nebo pokusy o přistání na uzavřenou nebo obsazenou dráhu***, na pojezdovou nebo nepřidělenou dráhu;
- ***hrubá chyba v technice pilotáže*** ve snaze dosáhnout předpokládaných (vypočítaných) výkonů během vzletu nebo počátečního stoupání;



- **požár a/nebo dým v pilotním prostoru**, prostoru pro cestující, v nákladových prostorech nebo požár motoru, i když je požár uhašen hasícími prostředky;
- událost, při které posádka musí **nouzově použít kyslík**;
- **porušení konstrukce letadla nebo destrukce motoru** včetně celkových selhání turbínového motoru, při nichž dojde k protržení jeho krytu, které nejsou klasifikovány jako letecká nehoda;
- vícenásobné **chybné funkce jednoho nebo více letadlových systémů**, které vážně ohrožují let;
- **zdravotní neschopnost člena(ů) posádky** za letu;
- stavy množství zásoby paliva nebo jeho dodávky, vyžadující hlášení nouzové situace pilotem, jako je **nedostatek paliva, vyčerpání paliva, přerušování dodávky paliva do motoru** nebo neschopnost využít veškeré použitelné palivo na palubě;
- **narušení dráhy** hodnocené stupněm závažnosti A;
- **incidenty při vzletu a přistání**, jako vyjetí do stran nebo za dráhu, přistání v předpolí;
- selhání systémů, nebezpečné meteorologické jevy, let za hranicemi provozních omezení a jiné **události, které způsobily nebo mohly způsobit těžkosti při řízení letadla**;
- **selhání více než jednoho systému** tam, kde je vyžadováno zálohování, pro vedení letadla a navigaci;
- neúmyslné nebo v případě nouzového opatření záměrné **uvolnění zavěšeného nákladu nebo jiného nákladu**, který je přepravován vně letadla.

### **Letecká nehoda**

Událost spojená s provozem letadla, která se stala mezi dobou, kdy kterákoli osoba nastoupila do letadla s úmyslem vykonat let a dobou, kdy všechny předmětné osoby letadlo opustily, a při které dle [14]:

- a) některá osoba byla smrtelně nebo těžce zraněna a / nebo;
- b) letadlo bylo zničeno, nebo poškozeno a / nebo;
- c) letadlo je nezvěstné, nebo je na zcela nepřístupném místě.

### ***Evidence událostí v letovém provozu***

Základním cílem monitorování událostí v letovém provozu, je sledovat výskyt událostí dle obrázku 5 v čase (trendy), četnost jejich výskytu dle obrázku 6 a jejich geografickou distribuci ve vzdušném prostoru. Jakékoliv odchylky od běžných hodnot, například zvýšení počtu případů nedodržení rozstupu, nebo např. akumulace některého ze „safety alertů“ v určité části vzdušného prostoru, indikují problém.

	<b>ZÁVAŽNOST</b>	<b>PŘÍKLADY událostí</b>
	Letecká nehoda ( <i>Accident</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Srážka za letu mezi letadly nebo mezi letadlem a jinými předměty</li> <li>- Náráz do země včetně řízeného letu do terénu nebo srážky na zemi mezi letadly nebo mezi letadlem a jinými předměty</li> </ul>
<b>A</b>	Vážný incident ( <i>Serious incident</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- „Sblížení vyžadující manévr k vyhnutí srážce nebo nebezpečná situace nebo pokud by byl manévr k vyhnutí vhodný</li> <li>- Řízený let do terénu, který byl odvrácen v kritickém okamžiku</li> <li>- Přerušené vzlety z uzavřené nebo obsazené dráhy, vzlety z uzavřené nebo obsazené dráhy s kriticky malým rozstupem od překážek, přistání nebo pokusy o přistání na uzavřenou nebo obsazenou dráhu nebo takové incidenty při vzletech a přistáních jako např. dotyk před prahem dráhy, přejetí dráhy nebo vyjetí z dráhy“.</li> </ul>
<b>B</b>	Velký incident ( <i>Major incident</i> )	<p>Zmenšení rozstupu (rozstup větší než polovina minimálního rozstupu, např. 4 NM), které nebylo úplně pod kontrolou řízení letového provozu.</p> <p>Nedodržené bezpečnostní limity (větší než poloviční příslušného bezpečnostního limitu), situace nabyta úplně pod kontrolou řízení letového provozu.</p> <p>Manévr k vyhnutí provedený posádkou anebo pokyn řízení letového provozu umožňující snížit riziko, aniž by riziko bylo úplně odstraněno ( nebyly dodrženy bezpečnostní limity).</p>
<b>C</b>	Významný incident ( <i>Significant indident</i> )	<p>Po vizuálním kontaktu mezi dvěma letadly nebyl manévr k vyhnutí považován za nezbytný nebo byl proveden s dodržáním bezpečnostních rezerv.</p> <p>Odchylka letadla od letového povolení služby řízení letového provozu (jako např. letová hladina, trať, kurz, vzletová a přistávací dráha). Nepovolený vstup do vzdušného prostoru, nepovolený vjezd na dráhu bez jiného provozu v blízkosti (zde pokud nebyl nezbytný manévr k vyhnutí).</p>
<b>E</b>	Bez vlivu na bezpečnost ( <i>No safety effect</i> )	Události, které neměly vliv na bezpečnost.
<b>D</b>	Není určeno ( <i>Not determined</i> )	Pro stanovení vzniklého rizika nebyly k dispozici dostatečné informace nebo tyto informace byly nepřesvědčivé nebo stanovení rizika brání rozpomě údaje.

**Obrázek 5: Příklady událostí hodnocených dle závažnosti leteckých nehod a incidentů [14]**

Z obrázku 5 vyplývá, že letecké nehody a incidenty jsou hodnoceny dle závažnosti od těch, které nemají vliv na bezpečnost systému, až po letecké nehody, které jsou selháním systému. Vážný incident je specifický druh incidentu, jehož okolnosti naznačují vysokou pravděpodobnost letecké nehody, jenž je spojený s provozem letadla. Velký incident je incident spojený s provozem letadla, kdy mohla být snížena jeho bezpečnost, což vedlo ke skoro kolizi mezi letadly, se zemí nebo s překážkami. Významný incident znamená, že by došlo k nehodě, vážnému, nebo velkému incidentu, pokud by aktuální nebezpečí nebylo zvládnuto nebo pokud by se v blízkosti nacházelo jiné letadlo.

ČETNOST	DEFINICE
Nepravděpodobný ( <i>Extremely rare</i> )	Za celou dobu provozu systému se událost dosud nevyskytla.
Vzácný ( <i>Rare</i> )	V záznamech je pouze velmi málo podobných událostí při velké hustotě provozu nebo žádná při malé hustotě.
Příležitostný ( <i>Occasional</i> )	V záznamech je několik podobných událostí – k události došlo více než jednou na stejném místě.
Četný ( <i>Frequent</i> )	V záznamech je významný počet podobných událostí – významný počet událostí na stejném místě.
Velmi četný ( <i>Very frequent</i> )	V záznamech je velmi vysoký počet podobných událostí – velmi vysoký počet událostí na stejném místě.

Obrázek 6: Definice četnosti výskytu leteckých nehod a incidentů [14]

Z obrázku 6 vyplývá, že letecké nehody a incidenty jsou hodnoceny podle četnosti od nepravděpodobných, které se v systému ještě neprojevily, až po velmi četné, které se pravidelně opakují. Právě na velmi četné události je zaměřena databáze v tabulce 1.

## 2.4. Postupy při řešení problémových situací

Při řešení nouzových situací se postupuje v souladu s principy řízení lidského faktoru. Je třeba se ujistit o správném porozumění povahy nouze, tuto potvrdit a podle toho reagovat. Řízení letového provozu nesmí opomenout zajistit a udržovat rozstupy mezi letadly, uložit ticho na používaném kmitočtu, je-li to nutné, a nerušit činnost letové posádky zbytečným vysíláním. Mezi další povinnosti řídicího letového provozu patří dle [12]:

- informovat ostatní sektory / stanoviště, jichž se to týká, včetně vojenských;
- poskytnout maximální podporu letové posádce;
- ponechat letové posádce dostatek času na řešení jejich problému;
- informovat o nouzi ostatní letadla – mohla by být dotčena letadlem v nouzi nebo by mohla letadlu ve stavu nouze poskytnout pomoc;
- vyžádat informace o přítomnosti nebezpečného zboží na palubě letadla ve stavu nouze;
- vyžádat informace o počtu osob na palubě (POB) a zásobě paliva letadla ve stavu nouze.

Jsou předepsány činnosti jednotlivých složek letiště pro tyto stupně pohotovosti: letecká nehoda, plná pohotovost a místní pohotovost. Letištní hasiči spolupracují na zvládnutí situace s hasičským záchranným systémem (HZS) státu na základě rizika, které představují jednotlivé stupně pohotovosti.

#### ***Letecká nehoda (Accident)***

Všechna vozidla provozovatele a prostředky HZS vyjíždí z hasičských stanic, s úkolem co nejrychleji se dostat k místu nehody a zahájit záchranné práce. Současně s vyhlášením stupně pohotovosti letecká nehoda zastavuje letištní řídicí věž (TWR) provoz na provozní ploše (případně uvolňuje trasy pro pohyb vozidel HZS) a předává veliteli zásahu povolení ke vstupu požárních vozidel na provozní plochu s případným upřesněním omezení tak, aby posádkám vozidel HZS umožnila co nejrychlejší dosažení místa nehody [15].

#### ***Plná pohotovost (Full emergency)***

Porucha nebo stav letadla, kdy je možno očekávat nebezpečí letecké nehody. Všechna vozidla a prostředky HZS v případě nebezpečí z prodlení vyjíždí z hasičských stanic na provozní plochu, kde se jednotlivá vozidla rozmisťují podle pokynů velitele zásahu podél příslušné vzletové a přistávací dráhy (RWY). V závislosti na poloze letadla, pro kterou je tento stupeň pohotovosti vyhlášen, TWR omezuje nebo zastavuje provoz na provozní ploše a předává veliteli zásahu povolení ke vstupu na provozní plochu s případným upřesněním omezení tak, aby posádkám vozidel HZS umožnila co nejrychlejší dosažení určených pozic, podle rozhodnutí velitele zásahu [15].

### ***Místní pohotovost (Local stand – by)***

Jedná se o poruchu nebo stav letadla, kdy je nebezpečí letecké nehody málo pravděpodobné, ale nelze jej zcela vyloučit. Všechny síly a prostředky HZS vyjíždí před hasičské stanice a zaujmají postavení tak, aby případný výjezd byl co nejrychlejší a trasa co nejkratší. TWR vyhlašuje místní pohotovost prostřednictvím operačního střediska HZS. Po výjezdu požárních vozidel před hasičskou stanicí komunikuje TWR s velitelem zásahu, kterému předává upřesňující informace v závislosti na vývoji situace a požadavcích velitele letadla [15].

### ***Problémové situace v řízení letového provozu***

Systém řízení letového provozu je dnes velmi komplexní. Vyžaduje si to stále vzrůstající objem letového provozu ve vyspělých částech světa, který může pokračovat jen při zachování nejvyšší úrovně provozní bezpečnosti. Každé dopravní letadlo je předmětem řízení letového provozu po celou dobu letu v řízeném vzdušném prostoru. S tím souvisejí vysoké požadavky na technické vybavení pozemních stanovišť letových provozních služeb (ATS), letadel i vysokou kvalitu a odbornost obsluhujícího pozemního personálu. Každá z těchto složek systému řízení letového provozu obsahuje riziko.

### ***Ztráta spojení letadlo - země***

Nenadálé situace v řízení letového provozu (ATC) týkající se spojení, tj. okolnosti zabraňující řídicímu komunikovat s řízeným letadlem, mohou být způsobeny buď poruchou pozemního spojovacího zařízení, poruchou palubního zařízení, nebo nevědomým zablokováním provozního kmitočtu vysílačem letadla. Tyto události mohou mít dlouhé trvání, a proto by měla být neprodleně přijata odpovídající opatření. Kde je to možné a proveditelné, měly by takové postupy pro nenadálé situace umožňovat pověřit řízením sousední řídicí pracoviště nebo stanoviště ATC, dokud nebude možné obnovit normální provoz [13].

Jakmile je známo, že došlo ke ztrátě obousměrného spojení, musí se ověřit, zda je letadlo schopné přijímat vysílání stanoviště řízení letového provozu tím, že se letadlo požádá o provedení určitého manévru, který může být pozorován přehledovým systémem ATS, nebo, je-li to možné, požádá se o vyslání stanoveného signálu naznačujícího potvrzení [13].

Nemůže-li letadlo naznačit, že je schopné přijímat a potvrzovat vysílání, musí se dle [13] mezi letadlem, které ztratilo spojení, a ostatními letadly udržovat rozstupy založené na následujícím předpokladu:

- letí-li letadlo v meteorologických podmínkách pro let za viditelnosti, pokračuje v letu v meteorologických podmínkách pro let za viditelnosti, přistane na nejbližším vhodném letišti a ohlásí svůj přílet nejrychlejším způsobem příslušnému stanovišti řízení letového provozu;
- letí-li v meteorologických podmínkách pro let podle přístrojů, udržuje poslední přidělenou rychlost a hladinu po dobu 7 minut času, kdy je dosažena poslední přidělená hladina a poté upraví hladinu a rychlost v souladu s podaným letovým plánem. Zahájí klesání co nejbližze předpokládanému času přiblížení naposled přijatému, dokončí normální postup přístrojového přiblížení a přistane.

### ***Vypouštění paliva za letu***

Letoun musí mít na palubě dostatečnou zásobu použitelného paliva umožňující bezpečné dokončení plánovaného letu a odchýlení se od plánovaného provozu. Velitel letadla musí vyhlásit nouzový stav paliva vysláním MAYDAY MAYDAY MAYDAY PALIVO, pokud existuje na základě vypočteného množství použitelného paliva předpoklad, že množství dostupného paliva po přistání na nejbližším letišti vhodném pro bezpečné přistání může být nižší než plánovaná konečná záloha paliva [4].

Letadlo v nouzi nebo v jiných naléhavých situacích může potřebovat vypouštět palivo z důvodu snížení maximální přistávací hmotnosti, aby bylo zajištěno bezpečné přistání. Pokud letadlo letící v řízeném vzdušném prostoru požaduje vypouštění paliva, musí to letová posádka oznámit ATC. Stanoviště ATC musí pak dle [13] s letovou posádkou koordinovat následující:

- trať letu, která by pokud možno měla vést mimo města, přednostně nad vodou a mimo oblasti, kde jsou hlášeny nebo očekávány bouřky;
- hladinu letu, která by neměla být nižší než 1800 m (6000 ft); a
- trvání vypouštění paliva.

Ostatní známý provoz musí být, pokud je to proveditelné, separován od letadla vypouštějícího palivo. Po ukončení vypouštění paliva by měla být sousední stanoviště ATC a řídicí pracoviště informována, že může být obnoven normální provoz.

### ***Aktivace palubního protisrážkového systému***

Letadlo nesmí letět v takové blízkosti jiného letadla, která by vytvářela nebezpečí srážky. Je odpovědností velitele letadla provést opatření, včetně manévru pro vyhnutí se srážce, které jsou založeny na radách k vyhnutí, poskytovaných systémem pro zabránění srážkám letadel (ACAS). Pokud je letadlo předmětem řízení letového provozu, je odpovědností řídicího letového provozu, aby mu zajistil předepsaný rozstup od ostatních řízených letadel. Letadlo, které si je vědomo, že manévrovací schopnost jiného letadla je narušena, musí dát tomuto letadlu přednost. Přednost mají také letadla přistávající a obecně větší letadla dávají přednost menším. Letadla ve vzduchu mají vždy přednost před letadly pohybujícími se po provozních plochách letiště. Přibližují-li se dvě letadla čelně nebo přibližně čelně a existuje-li nebezpečí srážky, každé letadlo se musí vyhnout změnou kurzu doprava [7].

Podle studie Eurocontrol, obsahující data z 800 incidentů v evropském vzdušném prostoru za rok 2014, reagují piloti nesprávně na varování nebezpečí střetu letadel za letu, a to se stává jedním z největších rizik pro lety v Evropě. Jedna čtvrtina pilotů, kteří obdrželi počítačem generované varování o nebezpečí střetu, neprovedla předepsané odchýlení od kurzu. Reagování na takový povel, který se objevuje méně než 30 vteřin před případnou kolizí, je asi u 8 % pilotů opačný, než přikazuje palubní protisrážkový systém (ACAS) – táhnou nahoru místo pohybu dolů, jak oznamuje varování. Dalších 17 % pilotů zahájilo stoupání nebo klesání buď velmi pomalu, nebo velmi rychle. Z analýzy nejzávažnějších varování o nebezpečí srážky v roce 2014 vyplynulo, že pouze díky naprostému štěstí nedošlo u dvou případů k tragédii [16].

Když pilot hlásí radu k vyhnutí (RA) ze systému ACAS, řídicí se nesmí pokoušet upravovat průběh dráhy letu až do okamžiku, kdy pilot oznámí „MIMO KONFLIKT“. Jakmile se letadlo odchýlí od svého povolení nebo instrukce ATC v souladu s RA nebo pilot ohlásí RA, řídicí přestává mít odpovědnost za zajištění rozstupů mezi tímto letadlem a jakýmikoli jinými letadly, kterých se to v důsledku manévrování na základě RA týká. Řídicí musí dle [13] znovu převzít odpovědnost za zajišťování rozstupů všech dotyčných letadel, když:

- řídicí potvrdí hlášení letové posádky, že letadlo opět pokračuje v souladu s platným povolením; nebo

- řídicí potvrdí hlášení letové posádky, že letadlo opět pokračuje v souladu s platným povolením, a vydá náhradní povolení, které letová posádka potvrdí.

Každý případ snížení předepsaného radarového rozstupu, nebo dokonce aktivace palubního protisrážkového systému, je evidován a dále vyšetřován jako událost v letovém provozu. Přednostně jsou zpracovávány události s přímou účastí ATS, kdy je provedena rychlá analýza a jsou stanovena operativní nápravná opatření, která je nezbytné splnit pro návrat řídicího letového provozu (ATCO) do služeb v případě, že byl ze služeb vyřazen. Při stanovení operativních nápravných opatření je žádoucí vycházet z vyjádření zúčastněných ATCO k průběhu incidentu. Na základě výsledků šetření odpovědný inspektor ATS stanoví nápravná opatření. Nápravná opatření jsou stanovována individuálně s ohledem na jejich dostatečnost vzhledem k příčinám události a jejich dopadu na provozní bezpečnost. Nápravná opatření musí zohledňovat požadavek na rozšíření závěrů šetření pro poučení v rámci stanoviště nebo i pro ostatní stanoviště v případech, kdy je to přínosné.

### ***Omezení letových navigačních služeb***

Rozhodnutí o ukončení nebo omezení poskytování letových navigačních služeb (ANS) nad letovou informační oblastí (FIR) nebo její částí, je dle [12] přijato:

- po vyhlášení evakuace sálu ATS,
- když došlo k úplnému výpadku přehledové informace nebo systému pro zpracování letových dat,
- v případech kritického nedostatku personálu ATS,
- v jiných případech nenadálých situací, které si takové rozhodnutí vyžadují.

Uvedené okolnosti mohou v krajním případě vyústit až v nutnost tzv. „vyklizení oblohy“. To znamená úplné zastavení poskytování letových provozních služeb (ATS), které může, ale nemusí být spojeno s úplným uzavřením vzdušného prostoru. K tomu nemůže dojít okamžitě, ale až poté, co jsou letadla v daném vzdušném prostoru bezpečně separována. Jakmile je rozstup zajištěn, dochází k rozdělení vzdušného prostoru a příslušného letového provozu mezi okolní stanoviště ATS, která zajistí plynulé pokračování poskytování letových provozních služeb.



### ***Úplný výpadek přehledové informace***

Pokud vypadne hlavní i záložní zobrazení přehledové informace, personál řízení letového provozu vyvine, s využitím všech dostupných prostředků a informací, veškeré úsilí pro zabránění srážek letadel s cílem vyklizení vzdušného prostoru. Při déletrvajícím výpadku se na základě rozhodnutí vedoucího pracovníka přejde k „vyklizení oblohy“.

### ***Evakuace pracoviště***

Od doby rozhodnutí o nutné evakuaci pracoviště je nutno dokončit činnosti související s poskytováním letových provozních služeb co nejdříve, nejpozději však v takovou dobu, aby byli pracovníci schopni opustit objekt do 30 minut od doby vyhlášení evakuace nebo do jiného časového limitu, byl-li stanoven [12].

### ***Kritický nedostatek personálu***

Kritický nedostatek personálu může být způsoben špatným plánováním personálního obsazení směny, stávkou nebo např. plošnou otravou jídlem nebo virovou infekcí. Řídící pracovníci v uvedených případech nejprve zjišťují, zda je možné přivolat další personál. Pokud to lze, přistoupí se na dobu nezbytně nutnou k regulaci toku letového provozu, aby nedošlo ke snížení provozní bezpečnosti. Pokud žádný další personál není k dispozici, je nutné okamžitě informovat okolní stanoviště ATS a přistoupit k „vyklizení oblohy“.

### ***Útok na letadlo nebo řízení letového provozu***

Terorismus je většinou definován jako předem připravené, promyšlené použití násilí nebo hrozby násilím s cílem vyvolat strach, jehož prostřednictvím mají být splněny politické, náboženské, ideologické, finanční nebo ekonomické požadavky. Patologický terorismus je motivován zvráceným potěšením pachatele. K nejčastěji používaným metodám teroristů patří bombové útoky, střelba, únosy osob a letadel, rozesílání dopisových bomb, vydírání či hrozby násilím. S rozvojem vědy a techniky dochází ke zneužití informačních technologií, genového inženýrství, biologických a genových mutací, chemických, biologických a jaderných materiálů. Je si třeba uvědomit, že terorismus prochází neustálým vývojem.

Pokrok a modernizace systémů na palubách letadel vede k automatizaci mnoha procesů při řízení letadel. Předmětné procesy jsou však cílem tzv. kyberterorismu. K únosu

letadla tak může teoreticky dojít i bez zásahu a vědomí pilota. Na zabezpečení systémů spoléhá i řízení letového provozu, které je závislé na radarové informaci, která je přenášena v reálném čase. Pokud by došlo k jejímu ovlivnění ze strany kyberteroristů, byl by ohrožen veškerý řízený letový provoz.

### ***Protiprávní čin na palubě letadla***

Protiprávní čin je trestný čin, přestupek nebo jiný správní delikt, který může závažným způsobem ohrozit nebo narušit bezpečnost civilního letectví a který má příčinu ve vměšování do civilní letecké dopravy nebo porušení bezpečnosti civilního letectví násilným aktem proti osobám, letadlům, technickému vybavení nebo leteckým objektům. Personál letových provozních služeb musí být připraven rozpoznat jakýkoliv náznak výskytu protiprávního činu vůči letadlu. Kdykoli je známo nebo je podezření na protiprávní čin vůči letadlu nebo byla přijata hrozba bombou na palubě, stanoviště ATS musí urychleně věnovat pozornost požadavkům nebo předvídaným potřebám letadla, včetně žádostí o důležité informace vztahující se k navigačním zařízením, postupům a službám na trati letu a na jakémkoli letišti zamýšleného přistání, a musí přijmout taková opatření, která jsou nezbytná k urychlenému provedení všech částí letu. S protiprávním činem je spojená mimořádná bezpečnostní situace, při které je bezprostředně ohrožena bezpečnost letového provozu, životy, zdraví a majetek. Vyžaduje uplatnění zvláštních bezpečnostních opatření.

Pokud je přijata hrozba bombou nebo jiným výbušným zařízením na palubě letadla, musí se dle [13] dodržovat následující dodatečné postupy. Stanoviště ATS, které přijalo informaci o hrozbě, musí:

- pokud má přímé spojení s letadlem, neprodleně informovat letovou posádku o hrozbě a o dalších okolnostech týkajících se hrozby; nebo
- pokud nemá přímé spojení s letadlem, informovat letovou posádku co nejrychleji přes jiné stanoviště ATS nebo jinými způsoby.

Stanoviště ATS, které má letadlo na spojení, musí zjistit záměry letové posádky a informovat o nich ostatní stanoviště ATS, která mohou být tímto letem dotčena. Letadlu musí být poskytovány služby bez jakéhokoli zdržení a přitom musí být v maximální možné míře zajištěno, že bezpečnost jiných letadel, osob nebo pozemních zařízení nebude ohrožena. Stanoviště ATS nesmí letové posádce dávat jakékoli rady nebo návrhy k činnosti, pokud jde o výbušná zařízení [13].

Všechny letouny určené k přepravě cestujících by měly být, je-li to možné, vybaveny schválenými oddělovacími dveřmi pilotního prostoru, které jsou navrženy, aby zajistily neprůstřelnost malou palebnou zbraní a zůstaly odolné proti násilnému vniknutí neoprávněných osob. Ve všech letounech vybavených oddělovacími dveřmi pilotního prostoru musí být tyto dveře uzamykatelné a musí být poskytnuty prostředky, kterými mohou palubní průvodčí v případě podezřelé činnosti nebo porušení bezpečnosti v kabině cestujících poskytnout letové posádce diskrétní oznámení [4].

Letadlo, které je předmětem protiprávního činu, musí vyvinout úsilí, aby uvědomilo o této skutečnosti příslušné stanoviště ATS a oznámilo mu jakékoli důležité okolnosti spojené s tímto činem a jakoukoli odchylku od platného letového plánu vynucenou okolnostmi. To umožní stanovišti ATS dát tomuto letadlu přednost, a tak snížit na minimum možnost konfliktu s jinými letadly. Jestliže je letadlo vystaveno protiprávnímu činu, musí se velitel letadla pokusit přistát co nejdříve, jak je to možné, na nejbližším vhodném letišti, pokud by závažnost situace na palubě letadla nevyžadovala jiné řešení. Jestliže velitel letadla nemůže pokračovat na letišti, měl by se pokusit pokračovat v letu po přidělené trati a v přidělené cestovní hladině alespoň do té doby, dokud nebude moci uvědomit stanoviště ATS nebo dokud nebude v dosahu radaru. Jestliže se letadlo musí odchýlit od přidělené trati nebo musí opustit přidělenou cestovní hladinu, aniž by mohlo navázat spojení s ATS, měl by se pilot pokusit vysílat výstrahy všemi možnými způsoby [7].

### ***Zakročování proti civilním letadlům***

K zakročování proti civilním letadlům se přikročí pouze v krajním případě. Přikročí-li se k němu, omezí se zakročování na zjištění totožnosti letadla, pokud není nezbytné vrátit letadlo na plánovanou trať, nasměrovat je za hranice vzdušného prostoru státu, vyvést je ze zakázaného, omezeného nebo nebezpečného prostoru nebo je instruovat k přistání na určeném letišti. Vynucené vyvedení letounu, proti kterému je prováděn zásah, se označuje jako intervence. Je publikován standardní způsob manévrování letadla zakročujícího proti civilnímu letadlu, aby se vyloučilo jakékoliv nebezpečí pro letadlo, proti němuž se zakročuje. Každý stát se musí zdržet použití zbraní proti civilnímu letadlu za letu [7].

Prostor pro zakročování - vzdušný prostor, který se vymezuje kolem letadla, vůči němuž se provádí zakročování hotovostních letadel protivzdušné obrany (PVO),

zpravidla ve tvaru válce o poloměru 10 NM, se středem v poloze tohoto letadla a s vertikální hranicí 4000 ft nad letadlem a 4000 ft pod letadlem. Prostor pro zakročování se zajišťuje podél skutečné trajektorie letu po celou dobu zákroku a nesmí se v něm provádět žádný let [7].

Letadlo, proti kterému zakročuje jiné letadlo, musí okamžitě plnit instrukce zakročujícího letadla, vyhodnocovat vizuální signály a odpovídat na ně. Pokud je to možné, uvědomí příslušné stanoviště letových provozních služeb a pokusí se navázat rádiové spojení se zakročujícím letadlem na tísňovém kmitočtu 121,5 MHz a 243 MHz. Pokud je letadlo vybaveno odpovídačem sekundárního radaru, nastaví kód 7700, který označuje letadlo ve stavu nouze [7].

Pokud se provádí zákrok proti letadlu, které přistálo na letišti, povolají se zpravidla nejprve policejní vyjednávači, aby se pokusili s únosci vyjednávat a minimalizovali ztráty na životech a majetku. Dojde-li k vyhocení situace, nastupují speciální policejní a armádní jednotky, které mají za úkol nepozorovaně proniknout do letadla nebo jeho blízkosti a zneškodnit únoscce při současné minimalizaci dopadů na životy rukojmích a majetek. Na zákroku obvykle spolupracují ozbrojené složky státu, kde se nachází letiště přistání, se složkami státu provozovatele letadla, pokud jsou rozdílné. Klíčovou rolí však hraje čas.

### ***Jiné problémové situace v letovém provozu***

Kromě výše popsaných rizik existují v letovém provozu i další hrozby, které je vzhledem k jejich různorodosti obtížné systémově zařadit. Jedná se o selhání lidského faktoru, všemožné nástrahy přírody (např. srážky s ptactvem nebo geomagnetické bouře) a množí se také případy nevladatelných cestujících.

### ***Lidský faktor***

V letové posádce existuje hierarchie převzatá z armády, kdy je velitel letounu odpovědný za provedení letu a bezpečnost letadla i všech osob na palubě. Většina dopravních letadel je však konstruována jako vícepilotní, nejčastěji dvoupilotní. Mezi členy posádky jsou jasně rozdělené úkoly a pravomoci, které však mohou být postihnuty chybou lidského faktoru kteréhokoliv člena posádky. Pokud druhý člen posádky tuto chybu odhalí, musí na ni neprodleně upozornit bez ohledu na své postavení v posádce. Ačkoliv je výcviku spolupráce posádky věnována v poslední době značná pozornost, vyšetřování příčin leteckých nehod stále ukazují, že v krizových

situacích stále často převládá přílišný strach a respekt z autorit. Více než jinde je tento jev patrný u posádek společností z Dálného východu.

Únava pilotů sehrála klíčovou roli u mnoha leteckých nehod již v počátcích éry dopravního létání, tedy v minulém století. To vedlo k zavedení přísných letových norem pilotů, které jsou od té doby ostře sledovanou záležitostí. Neplatí však stejné po všechny účastníky civilního letového provozu. Doposud je dovoleno, že piloti nákladních letadel mohou létat až do 16 hodin za den, to je o 60% více než u pilotů dopravních letadel. Americký Senát proto v loňském roce navrhl legislativu, která bude stanovovat letové normy pro piloty nákladních letadel. Pozornost by se měla věnovat rovněž pozemnímu personálu, kde často není důsledně dohlíženo na dodržování povinné doby odpočinku. Únava personálu pak může mít fatální vliv na kvalitu údržby a nakládky letounu [16].

### ***Nezvladatelní cestující***

Nežádoucím trendem spojeným s rostoucí dostupností letecké dopravy a stále se zvyšujícím počtem pasažérů, je rostoucí počet nezvladatelných cestujících na palubách letadel. Tito lidé, často posilnění alkoholem či drogami, jsou hrozbou pro sebe samotné, ale i své okolí. Proto se piloti při výskytu takových osob na své palubě neváhají uchýlit k přistání na nejbližším vhodném náhradním letišti. Vysoké náklady s tím spojené jsou poté účtovány viníkům, kterým navíc hrozí právní postih.

### ***Srážka letadla s ptactvem***

Každoročně je celosvětově zaznamenáno více než 1 500 střetů letadel s ptactvem. Dochází k nim nejčastěji v okolí letišť a v malých výškách, kde je vysoká koncentrace ptáků. Letiště se snaží ptáky vyplašit pomocí vlastních dravců nebo výstražné střelby, přesto nelze ptáky v okolí letišť zcela eliminovat. Sřet s ptactvem je velmi nebezpečný pro menší letedla, u kterých může dojít k výraznému poškození konstrukce, zatímco u velkých proudových letounů představuje největší hrozbu nasátí ptactva do motorů. Zatím jedinou doporučenou obranou letounů proti střetům s ptactvem je používání výstražných světel.

### ***Geomagnetická bouře***

Při silné geomagnetické bouři mohou selhat nejpokročilejší verze systému GPS využívané pro autonomní navigaci letadel. Jejich provoz nepočítá se zátěží srovnatelnou s chaosem vyvolaným velkou sluneční bouří. Poruchy ve svrchní ionosféře by vyřadily rádiovou komunikaci a systémy GPS z činnosti na dlouhé dny.

### ***Předběžná opatření pro řešení nenadálých situací***

Z výše uvedeného výčtu rizik v letovém provozu je patrné, že musí být přijata předběžná opatření pro řešení nenadálých situací, která by měla obsahovat přípravu všeobecných plánů řešení nenadálých situací ve vztahu k obecným předvídatelným událostem, jako jsou nátlakové akce nebo pracovní nepokoje, které mají vliv na poskytování letových provozních služeb a/nebo podpůrných služeb. Mělo by dojít k vyhodnocení nebezpečí pro civilní letový provoz z důvodu vojenského konfliktu nebo protiprávního činu v civilním letectví, právě tak jako posouzení pravděpodobnosti a možných následků přírodních katastrof, nebo mimořádných událostí majících vliv na veřejné zdraví. Předběžná opatření by měla obsahovat počáteční zpracování zvláštních plánů pro řešení nenadálých situací, ve vztahu k přírodním katastrofám, mimořádným událostem majícím vliv na veřejné zdraví, vojenským konfliktům nebo aktům nezákonného vměšování v civilním letectví, které by mohly mít vliv na dostupnost vzdušných prostorů pro provoz civilních letadel a / nebo na poskytování letových provozních služeb a podpůrných služeb [8].

Tvorba důkladného plánu postupů pro řešení nenadálých situací je závislá na okolnostech, včetně použitelnosti nebo nepoužitelnosti vzdušného prostoru ovlivněného rušivými okolnostmi pro mezinárodní civilní letový provoz. Pokud se týká takového využití, může být svrchovaný vzdušný prostor použit pouze z iniciativy nebo dohodou nebo se souhlasem odpovědného úřadu daného státu. V ostatních případech musí postupy pro řešení nenadálých situací obsahovat oblévání vzdušného prostoru a tyto by měly být vytvořeny sousedícími státy [8].

Tvorba plánu pro řešení nenadálých situací předem předpokládá co možná nejvíce informací o aktuálních a náhradních tratích, navigačních schopnostech letadel a dostupnosti nebo částečné dostupnosti navigačního vedení z pozemních zařízení. Dále jsou uvedeny hlavní prvky, které jsou uvažovány dle [8] pro plánování řešení nenadálých situací:

1. Přesměrování provozu pro vyhnutí se danému vzdušnému prostoru nebo části daného vzdušného prostoru, obvykle obsahující stanovení dalších tratí nebo části tratí se souvisejícími podmínkami pro jejich použití.
2. Zavedení zjednodušené struktury tratí daného prostoru, pokud je tato k dispozici, společně se schématem přidělování letových hladin pro zajištění příčných a

vertikálních rozstupů a postup pro sousední oblastní střediska řízení k zajištění podélného rozstupu na vstupním bodu a udržování tohoto rozstupu při průletu tímto vzdušným prostorem.

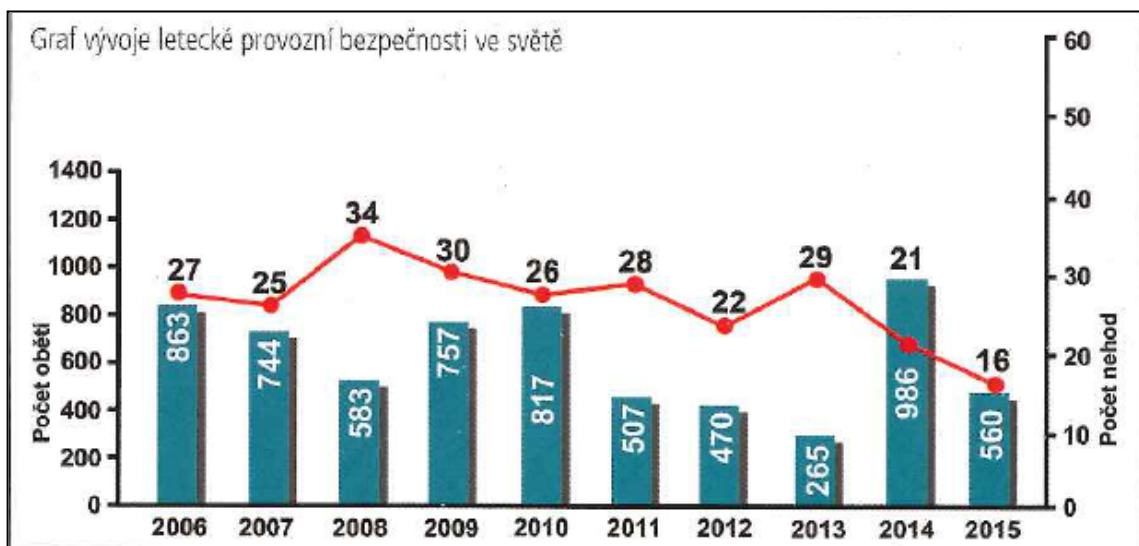
3. Zajištění a provoz dostačujícího spojení „letadlo - země“, včetně předání odpovědnosti sousedním členským státům za poskytování meteorologických informací a informací o stavu navigačních zařízení.
4. Zvláštní opatření k soustředování a rozšiřování letových a poletových hlášení z letadel.
5. Požadavek na letadla udržovat nepřetržitý poslech na zvláštním VHF kmitočtu „pilot - pilot“ ve stanovených prostorech, kde spojení „země - letadlo“ není spolehlivé nebo není možné vysílat, přednostně v anglickém jazyce, informace a výpočty o poloze na tomto kmitočtu, včetně zahájení a ukončení stoupání nebo klesání.
6. Požadavek všem letadlům ve stanovených prostorech, aby měla stále rozsvícená navigační a protisrážková světla.
7. Požadavek a postupy pro letadla udržovat zvýšené podélné rozstupy, které mohou být stanoveny mezi letadly ve stejné cestovní hladině.
8. Požadavek na stoupání a klesání dostatečně vpravo od osy specificky stanovených tratí.
9. Stanovení postupů pro řízený vstup do prostoru, kde jsou uplatňovány postupy pro řešení nenadálých situací, k zamezení jeho přetížení.
10. Požadavek, aby veškerý provoz v prostoru, kde jsou uplatňovány postupy pro řešení nenadálých situací, byl prováděn podle pravidel pro lety podle přístrojů (IFR), včetně přidělování IFR letových hladin.

### 3. Data o nehodách

Civilní leteckou dopravu ve světě v roce 2015 postihlo jen 16 fatálních nehod, což je doposud nejlepší výsledek v její historii. Při nehodách zahynulo 560 osob (jen v ČR za rok 2015 zahynulo na silnicích 660 osob), což je z hlediska statistiky pátý nejbezpečnější rok v letecké dopravě. Statistika se vztahuje na letadla s minimální kapacitou 14 cestujících. Za uvedený rok bylo provedeno asi 34 milionů letů a jedno úmrtí cestujícího při letecké nehodě připadá na asi 4 857 000 letů [16].

#### 3.1. Nehody v historii letecké dopravy

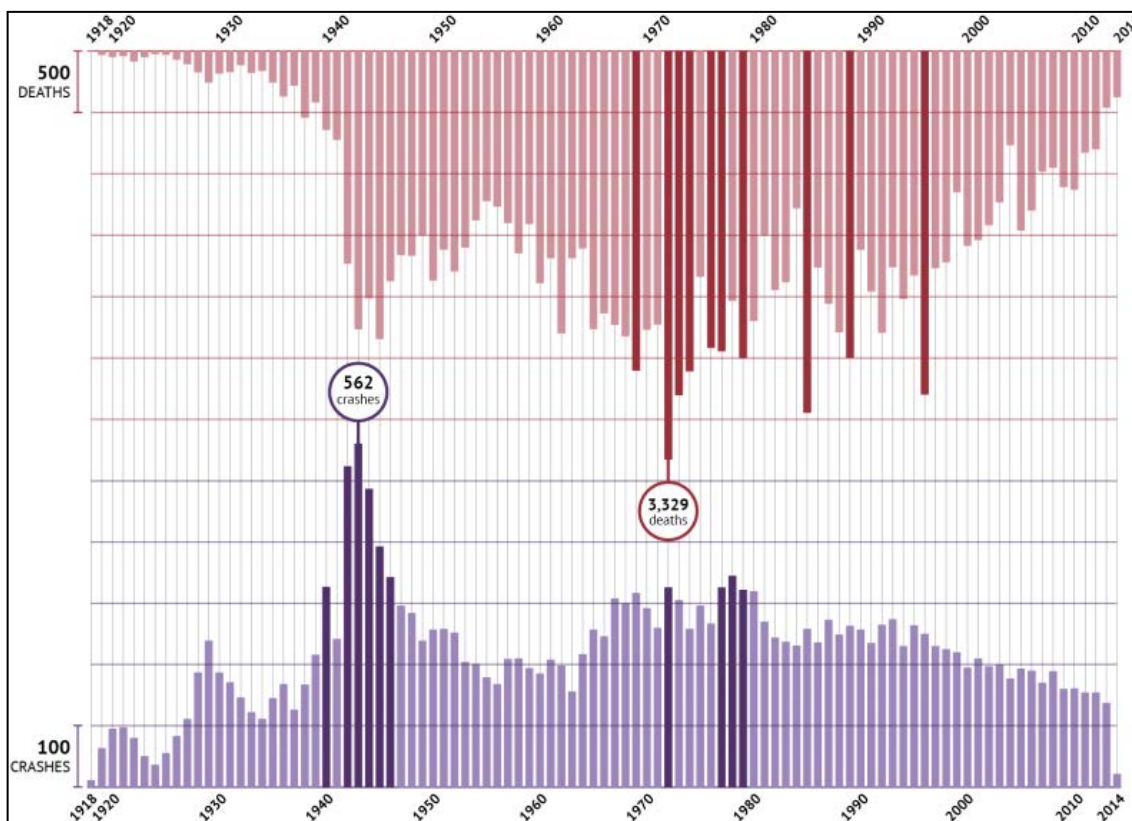
Abychom zvýšili bezpečnost letového provozu, musíme studovat letecké nehody a jejich příčiny. Letecké nehody si berou stále více životů, protože kapacita a počet letadel v provozu roste. Předmětný fakt dokládá graf na obrázku 7.



Obrázek 7: Graf vývoje letecké provozní bezpečnosti ve světě [16]

Z obrázku 7, který mapuje vývoj počtu leteckých nehod dopravních letadel ve světě a jejich obětí v poslední dekádě, vyplývá, že v roce 2015 jsme sice dosáhli nejnižšího počtu nehod, ale počet jejich obětí byl druhý nejvyšší za posledních 5 let. V dlouhodobém horizontu je sledovaný trend příznivý. Na obrázku 8 je uveden celkový počet všech leteckých nehod a jejich obětí ve světě od roku 1918. Barevně zvýrazněno je 10 let s nejvyššími počty nehod a obětí.





**Obrázek 8: Letecké nehody a incidenty ve světě v období 1918 až 03/2014 [17]**

Z obrázku 8 vyplývá, že nejhorším rokem byl z hlediska absolutního počtu nehod válečný rok 1943, kdy došlo k 562 leteckým nehodám, při nichž zemřelo 2 266 osob, samozřejmě především vojáků. Nejvíce životů si letectví vzalo v roce 1972, celkem jich bylo 3 329. Uvedená čísla, mimo jiné uvedená na obrázku 8, pocházejí od švýcarské organizace Bureau of Aircraft Accidents Archives (B3A), která byla založena v roce 1990 v Ženevě, aby shromažďovala informace o leteckých nehodách ve světě [18].

### 3.2. Databáze leteckých nehod

Pro účely práce byla vytvořena databáze 30 závažných pohrom v letovém provozu, k nimž došlo ve světě v uplynulých 20-ti letech. Jedná se o typové události z různých částí světa, k nimž dochází v letovém provozu v různých formách opakovaně. Události se týkají převážně civilních letounů s minimální kapacitou 20 cestujících, ale i 1 vojenského nákladního letounu. Databáze je uvedena jako tabulka 1.

Tabulka 1: Data báze vybraných pohrom v letovém provozu [Autor]

POŘADOVÉ ČÍSLO	HLAVNÍ PŘÍČINA	ČAS	MÍSTO	HRUBÝ POPIS UDÁLOSTI	STRUČNÝ POPIS PŘÍČIN UDÁLOSTI	ODKAZ NA ZDROJ
1	Technické	17.7.1998	Atlantický oceán u pobřeží USA	Zřícení letounu Boeing 747-400 do oceánu po explozi centrální palivové nádrže.	Vznícení směsi palivo / vzduch v nádrži, chybná konstrukce palivového systému, zářící tepla pod nádrží.	[19]
2	Ovládací letadla	6.8.1997	Ostrov Guam, nezáchranné území USA	Náraz letounu Boeing 747-300 do kopce během finálního přiblížení na přistání.	Selhání posádky při provádění nepřímého přiblížení, únava a nepřiměřený vývuk posádky, nefunkční pozemní varovný systém.	[20]
3	Technické	31.1.2000	Tichý oceán u pobřeží USA	Zřícení letounu McDonnell Douglas MD-83 do oceánu z důvodu ztráty kontroly nad vertikální polohou letounu.	Selhání vyvážení horizontálního stabilizátoru, nadměrné opotřebení materiálu, prodloužené servisní intervaly, absence záložních bezpečnostních mechanismů.	[21]
4	Rízení letového provozu	31.10.2000	Tai-Pei, Taiwan	Srážka letounu Boeing 747-400 s objekty na dráze při vzletu ze silné bouře, následný výbuch.	Stárá ze špatné vzletové dráhy, srážka s bagry provádějícími stavěbní práce, špatná viditelnost, absence pozemního radaru.	[22]
5	Rízení letového provozu	8.10.2001	Milano, Itálie	Srážka letounu McDonnell Douglas MD-87 a Cessna 550 na vzletové dráze při husté mlze.	Použití nesprávné polozovové dráhy letounem Cessna 550, nedůslednost řídicího letového provozu, nefunkčnost pozemního radaru.	[23]
6	Ovládací letadla	12.11.2001	New York, USA	Zřícení letounu Airbus A300 krátce po vzletu z důvodu vletnutí do silné turbulence v úplavu za letounem Boeing.	Chyba ve vývuku posádek, únava materiálu komóla.	[24]
7	Technické	25.5.2002	Peskadorské ostrovy, Taiwan	Rozpad letounu Boeing 747-200 při dostoupávání cestovní hladiny.	Nedůslednost při údržbě, únava materiálu.	[25]
8	Rízení letového provozu	1.7.2002	Německo	Srážka letadla Tu154 a Boeing 757-200 ve vzduchu.	Kumulace fatálních chyb na straně řízení letového provozu a rozdílné postupy posádek.	[26]
9	Technické	8.1.2003	Severní Karolína, USA	Zřícení letounu Beechcraft 1900D krátce po vzletu, letadlo převedeno do strmého stoupání, následný pád.	Posunutí těžisti letounu po vzletu, nedbalá údržba, neadekvátní postupy stanovení hmotnosti a vyvážení.	[27]
10	Ovládací letadla	24.10.2004	San Diego, USA	Letoun Learjet 35A narazil do skály krátce po vzletu.	Únava a chybný postup posádky, nesprávné letové povolení od řídicího letového provozu.	[28]
11	Technické	14.8.2005	Maraton, Řecko	Zřícení letounu Boeing 737-300 po ztrátě přetlaku v kabině a následném bezvědomí všech osob na palubě.	Neúspěšnost mechanika při údržbě, nedůslednost posádky, připínací přetlaku v poloze MANUAL (mělo být nastaveno AUTO).	[29]
12	Rízení letového provozu	29.9.2006	Brazílie	Vzdušná srážka letounu Boeing 737-800 s letounem Embraer ERJ-135BJ a následné zřícení Boeingu.	Chyba systému řízení letového provozu, přepracování a nezkoušení dispečerů, neúspěšná činnost posádky Embraeru (nefunkční odpovídá a systém TCAS).	[30]
13	Technické	17.1.2008	Londýn, Velká Británie	Nouzové přistání Boeingu 777-200 před prahem dráhy letiště určené pro pokles výkonu obou motorů na finálním úseku.	Zamrznutí tepelných výměníků palivo / olej, špatná konstrukce výměníků.	[31]
14	Jiné	4.3.2008	Oklahoma, USA	Zřícení letounu Cessna 500 krátce po startu z důvodu ztráty ovladatelnosti letounu.	Srážka s pekárnem, poškození křídla, následná ztráta ovladatelnosti.	[32]
15	Jiné	15.1.2009	New York, USA	Nasatí praktiva do motorů letounu Airbus A320, ztráta tahu motorů, nouzové přistání na řeku Hudson.	Zvýšený výskyt praktiva v okolí letiště, nedostatečný vývuk posádky v postupech přistání na vodní hladinu.	[33]
16	Ovládací letadla	1.6.2009	Atlantický oceán	Zřícení letounu Airbus A330-200 po nuceném vypnutí autopilota.	Chybný postup manuálního řízení letounu, nesprávné fungující výškoměry, nedostatečný vývuk posádky.	[34]
17	Ovládací letadla	10.4.2010	Smolensk, Rusko	Havárie letounu Tupolev Tu-154M při provádění pokusu o přistání za špatných meteorologických podmínek.	Podklesání minimální bezpečné výšky nad terémem, tlak na posádku ze strany vládních činitelů na palubě, špatné nastavení výškoměru.	[35]
18	Ovládací letadla	7.9.2011	Jaroslavl, Rusko	Havárie letounu Jakovlev 42D při provádění pokusu o vzlet, velký úhel náběhu.	Špatná spolupráce a komunikace posádky, nedostatečný vývuk, zdravotní problémy prvního důstojníka.	[36]
19	Technické	29.4.2013	Bagram, Afghánistán	Zřícení letounu Boeing 747-400 krátce po vzletu z důvodu ztráty ovladatelnosti.	Fořby nákladu z důvodu nedostatečného zajištění pozemním personálem.	[37]
20	Rízení letového provozu	29.10.2013	Vojenský prostor Libavá, ČR	Narušení omezeného vzdušného prostoru LKR3 letounem Airbus A320.	Řídicí letového provozu nezval při vyvádění letového povolení v úvalu aktivní omezený prostor.	[38]
21	Ovládací letadla	17.11.2013	Kazaň, Rusko	Havárie letounu Boeing 737-500 při provádění postupu nezdařeného přiblížení, pád na malé rychlosti.	Chyba posádky při provádění přiblížení, únava pilotů z nedodržování povinného odpočinku posádek, odebrání osvětlení letáckému dopravnímu.	[39]
22	Rízení letového provozu	6.1.2014	Německo	Snížení minima radarového rozstupů z důvodu změny volacích znaků.	Pilot zaměnil volací znak, během si řídicí letového provozu nevěštili.	[38]
23	Útok na letadlo	17.7.2014	Donětsk, Ukrajina	Zřícení letounu Boeing 777 po rozpadu ve vduchu.	Sestřelení letounu raketou systémem BUK.	[40]
24	Ovládací letadla	24.7.2014	Gossi, Mali	Zřícení letounu McDonnell Douglas MD-83 po poklesu výkonu motorů.	Pozitivní vyhodnocení situace ze strany posádky a chybná reakce, námrza na tlakových snímačích v vstupu do motoru způsobující nesprávnou indikaci.	[41]
25	Ovládací letadla	28.12.2014	Surabaya, Indonésie	Zřícení letounu A320 po „přetřesení“ letounu a následném pádu.	Chyba v manuálním řízení letounu.	[16]
26	Ovládací letadla	4.2.2015	Tai-Pei, Taiwan	Pád letadla ATR 76-600 do řeky krátce po vzletu následkem ztráty tahu obou motorů.	Chybná reakce ze strany posádky - vypnutí funkčního motoru místo vadného.	[16]
27	Útok na letadlo	24.3.2015	Barcelonnette, Francie	Různý let do terénu letounu Airbus A320 a náraz do šti hory ve francouzských Alpách.	Sebevražedný útok prvního důstojníka provedený poté, co kapitan opustil cockpit.	[42]
28	Ovládací letadla	5.8.2015	ČR / Německo	Posádka ztratila spojení s RLP ve vzdušném prostoru úřady C-RCF (PLOC).	Chybná činnost posádky při obsluze palubní radiostanice.	[38]
29	Útok na letadlo	10.8.2015	Praha, ČR	Pilot oslňen laserem během klesání na letiště Praha / Ruzyně.	Neznámý pachatel na zemi.	[38]
30	Technické	8.9.2015	Las Vegas, USA	Požár motoru B777 při vzletu, nouzové přistání na letišti odletu.	Technická závada motoru.	[16]

Pro sestavení databáze v tabulce 1 byly použity:

- oficiální zprávy o průběhu vyšetřování a závěrečné zprávy z vyšetřování leteckých nehod Amerického úřadu pro bezpečnost v dopravě (NTSB), které poskytují detailní informace o jednotlivých nehodách, analýzu dat, vyhodnocení příčin a bezpečnostní doporučení [19 – 21, 24, 27, 28, 30, 32, 33, 37];
- databáze leteckých nehod a incidentů SKYbrary, která shromažďuje oficiální údaje o nehodách, jejichž vyšetřování poukázalo na problémy leteckého systému jako celku [22, 23, 25, 26, 29, 31, 34, 35, 41];
- data odborného serveru The Aviation Herald, který se zaměřuje na události dopravních letadel s minimální kapacitou 19 cestujících, k nimž dojde za letu nebo během pojíždění po vzletové a přistávací dráze (RWY) a informuje o nich průběžně od zveřejnění až po ukončení vyšetřování [36, 39, 42];
- interní databáze událostí v letovém provozu společnosti Řízení letového provozu ČR, s.p., jejíž použití v obecné rovině bylo schváleno podnikovým ředitelem pro provozní bezpečnost [38];
- oficiální zpráva o průběhu vyšetřování a závěrečná zpráva z vyšetřování letecké nehody Boeingu 777 společnosti Malaysia Airlines, k níž došlo dne 17.7.2014 v blízkosti obce Hrabove na východě Ukrajiny [40].

### 3.3. Rozšířená databáze

Pro účely práce byla dále použita databáze Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) [43] a speciální databáze leteckých pohrom [44]. Na základě výsledků šetření nehod, které jsou uvedeny v citovaných databázích, jsou roztříděny příčiny nehod a skoro-nehod a pomocí nástroje rizikového inženýrství, tj. diagramu rybí kosti (Fishbone diagram), jsou příčiny propojeny do logických celků, které jsou dále rozvedeny k tomu, aby bylo možno navrhnout opatření ke zvýšení bezpečnosti sledovaného letového provozu.

## 4. Metody

V diplomové práci jsem použil řadu metod pro stanovení rizik v letovém provozu. Tyto metody slouží k získání informací o pohromách, identifikaci relevantních pohrom, určení jejich četností a dopadů na lidský systém. Použité metody rozdělujeme na základní a specifické. Mezi použité specifické metody patří metoda „What – if“, případová studie, diagram rybí kosti, plán řízení rizik a sestavení scénáře krizového řízení. Analýza a hodnocení rizik jsou procedury, které slouží pro potřeby řízení a tvoří podklady pro rozhodovací proces. Účelem řízení rizika, vycházejícího z hodnot rizika, je najít optimální způsob, jak nepříjemná rizika snížit na požadovanou společensky přijatelnou úroveň, případně je na dané úrovni udržet.

### 4.1. Obecné metody zpracování dat

*Metody sběru dat* jsou dle [2] techniky získávání dat, které dělíme na přímé či nepřímé pozorování. Jsou zaměřené na plánované vnímání vybraných jevů a jsou pak systematicky zaznamenávány. Pro účely předložené diplomové práce byla pro sběr dat využita analýza dokumentů. Jde o analýzu jakýchkoliv dokumentů, které nebyly vytvořeny za účelem předmětného výzkumu.

*Analýza* je dle [2] vědecká metoda založená na dekompozici celku na elementární části, je to metoda zkoumání složitějších skutečností rozkladem na jednodušší. Cílem analýzy je tedy identifikovat podstatné a nutné vlastnosti elementárních částí celku, poznat jejich podstatu a zákonitosti.

*Syntéza* je dle [2] logickým doplňkem analýzy. Je to postup poznávání nebo konstrukce systémů, jehož podstatou je myšlenkové nebo praktické spojování známých prvků v jeden celek.

*Hodnocení* rizik znamená dle [2] porovnání úrovní rizik získaných analýzou rizik s kritérii pro posuzování rizik. Je to komplexní proces kvantitativního ohodnocení četnosti výskytu nebo pravděpodobnosti výskytu pohrom, jejich dopadů a následků, zvláště s ohledem na poškození zdraví a škody na majetku a životním prostředí.

Dále byly použity další metody *matematické statistiky* a *matematické logiky*.



## 4.2. Metoda „What – if”

Metoda „What - if“, která byla použita pro analýzu a hodnocení rizik v této práci, patří mezi tradiční metody pro identifikaci nebezpečí. Jde o nejobecnější postup na hledání možných dopadů vybraných pohrom i provozních situací v daném systému. Technika „Co se stane, když...“ je přístup spontánní diskuse a hledání nápadů, ve které skupina zkušených lidí dobře obeznámených s procesem klade otázky nebo vyslovuje úvahy o možných nežádoucích událostech. Požaduje po analytikovi, aby přizpůsobil základní koncept určitému účelu [2].

Účelem analýzy „Co se stane, když...“ je identifikovat zdroje rizika, nebezpečné situace nebo určité nehodové události, které mohou způsobit nežádoucí dopady a navrhnout alternativy na snížení rizika. Ve své nejjednodušší formě se při použití této techniky vytváří seznam otázek a odpovědí. Může také vést k tabulkovému seznamu nebezpečných situací (bez nějakého řazení nebo kvantitativních dopadů odhalených možných nehodových scénářů), k seznamu jejich ochrany proti dopadům a k seznamu možných návrhů pro snížení rizika [2].

Metoda What – If analýza může mít dle [1] dvě podoby, reaktivní a preventivní.

- **Preventivní** What – If se zabývá kritickými podmínkami, které odhalila periodická predikce a navrhuje akce v různých časech.
- **Reaktivní** se uplatňuje v případě, když jsou zjištěny kritické podmínky v systému. Cílem je, aby se systém co nejrychleji dostal z těchto kritických podmínek.

Kvalifikovaný postup sledované metody se v praxi skládá z následujících kroků:

1. Definice rozsahu What – If analýzy.

Stanoví se identifikace a jasná definice hranic pro informace týkající se rizika. Hledá se trajektorie vzniku možné kritické situace pomocí uzlových bodů, kupříkladu v rozhodování.

2. Identifikace důležitých a podstatných problémů, které se mají analyzovat, a určení chráněných zájmů / aktiv a zejména problémy spojené s požadovanou úrovní bezpečnosti.

3. Generování „What - If“ otázek pro každou problémovou oblast v rámci hrozby / ohrožení / nebezpečí.

Identifikace dopadů na chráněné zájmy. Brainstormingem se vytvářejí hypotetické situace, které by se mohly projevovat nějakými dopady. Jelikož jsou otázky „What - if“ založeny na předpokladech, je vhodné předpoklady také testovat.

4. Odpovědi na „What - If“ otázky.

Odpovědi může být popis poruchy, popis následků dopadu nebo rozhodnutí.

5. Využití výsledků v rozhodování o riziku.

Každá pohroma má dopady na chráněné zájmy obecné (např. ztráta lidského života, škody na majetku, výpadek sítí a obslužnosti území apod.) a dopady specifické, které jsou buď způsobené naturelem pohromy, a nebo zranitelností daného území, která je příčinou domino efektů [2].

Při aplikaci nástroje „co se stane, když“ se pro řízení bezpečnosti používá standardní model dle [2], podle něhož se vyplňuje tabulka, která obsahuje:

1. Možné dopady na životy a zdraví lidí.
2. Možné dopady na bezpečí lidí.
3. Možné dopady na majetek.
4. Možné dopady na veřejné blaho.
5. Možné dopady na životní prostředí.
6. Možné dopady na infrastrukturu a technologie (ty se dále člení).

### **4.3. Případová studie**

Metoda případové studie se dle [2] vztahuje ke specifickému rozhodnutí, je spojena s určitými pracovními modely nebo simulacemi procesů, které probíhají v čase a území, či nějaké entitě.

Metodou případové studie se rozumí soubor analytických postupů, jejichž cílem je přispět k vysvětlení určité třídy jevů či událostí na základě analýzy jediného případu. Cílem metodologie případových studií je formulovat principy, na základě kterých může tato metoda přispět ke kauzálnímu vysvětlení. Zásadním principem je v tomto ohledu

způsob výběru případu pro analýzu. Některé případy z dané populace poskytnou lepší možnost pro kauzální usuzování než jiné případy. Případové studie nemusí sloužit pouze jako prostředek ke kauzálnímu usuzování, je proto důležité odlišit typy případových studií [45].

Typy případových studií dle [46]:

1. **Exploratorní studie** - má za cíl prozkoumat strukturu případu a vztahy, které zde působí.
2. **Deskriptivní studie** - jejím cílem je podat co nejkomplexnější popis daného jevu.
3. **Explanatorní studie** – podává vysvětlení případu rozebráním jednotlivých příčinných řetězců za užití předem stanovené teorie.
4. **Testovací studie** – důraz je kladen především na testování správnosti teorie.

V diplomové práci je použita metoda deskriptivní případové studie. Studie vychází jak z kvalitativních, tak z kvantitativních dat a je vhodným nástrojem pro podporu rozhodování a řízení.

#### 4.4. Diagram rybí kosti

Technika diagramu rybí kosti je postup pro vytvoření diagramu příčin a následků. Cílem metody je identifikovat všechny možné příčiny či zdroje problému (případně oblasti, které mají na problém vliv) a graficky je strukturovat. Nejčastěji je výsledkem skupinové diskuse různé formy nebo názoru experta, či skupiny expertů. Je vhodný pro utřídění velkého množství informací [2].

Popis diagramu rybí kosti dle [2]:

1. Ústřední problém (či následek dílčích problémů) je zachycen v kroužku na pravé straně diagramu.
2. Od tohoto problému vede přímka směrem nalevo („rybí páteř“).
3. Z páteře vybíhají větve („žebra“) pod úhlem 45°.
4. Na každé větvi jsou pojmenovány možné zdroje problému a nebo oblasti, jež mají na vývoj problému pozitivní nebo negativní vliv.
5. Každá z „kústek“ se může dále větvit na podproblémy.

6. Problémy jsou seřazeny podle své důležitosti: nejméně složité problémy jsou nejbližší páteře.

## 4.5. Rekognoskace

Rekognoskace znamená průzkum nebo zmapování objektu, území či souboru dokumentů metodou „případ od případu“ za použití obecného modelu zacíleného na zjištění jednotlivých faktů [2].

## 4.6. Plán řízení rizik

Plán řízení rizik je nástroj rizikového inženýrství [47], kterým se stanovují opatření a odpovědnosti pro případ, že dojde k realizaci závažného rizika. Konkrétní plán řízení rizik se dle [47] zpracovává ve formě tabulky, která obsahuje:

- oblast rizika (organizační, technická, finanční,...);
- popis rizika (tj. dopadů na aktiva, která vzniknou při realizaci rizika);
- ocenění rizika (stanovení pravděpodobnosti výskytu a ocenění velikosti dopadů);
- opatření na zmírnění rizika (konkrétní připravená opatření, primární odpovědnost a popř. další sekundární odpovědnost).

Navržená opatření jsou ekonomická, používá se analýza nákladů a užitku (CBA). Metoda CBA je typická tím, že hodnocení cílů variant se provádí v peněžních jednotkách, aby je bylo možno poměřovat s náklady. Teoreticky představuje nejširší formu analýz, která umožňuje zjistit, zda kladné důsledky programu vyrovnají jeho náklady [47].

## 4.7. Metoda sestavení scénáře krizového řízení

Scénář je obecně historicko - systémový model. Při jeho aplikaci v řízení je jeho úkolem popsat budoucí vývoj v jeho různých podobách závislých na učiněných rozhodnutích. Je proto orientován na proces v jeho variantní podobě, který imituje mechanismy a procesy, probíhající v systému. Jde především o určení kritické události, kritických bodů vývoje, ve kterých je nutné učinit zásadní rozhodnutí, ovlivňující další rozvoj. Důsledky těchto rozhodnutí jsou ve scénáři uvedeny jako alternativní volby mezi konečnými stavy budoucnosti [2].



Scénář řízení je nástroj, který tvoří propojený a předem připravený soubor opatření a činností, které jsou logicky propojeny způsobem, který zajišťuje vysokou efektivitu a ekonomičnost opatření (CBA) a jsou jasně zaměřené na cíle řízení. Scénář řízení v případě specifické pohromy je vlastně roven scénáři, který zpracovává organizace, která provádí odezvu [2].

Sestavení scénáře sestává dle [2] z:

1. Shromáždění prognostických informací o daném systému a jeho okolí.
2. Identifikace cílů studovaného systému.
3. Identifikace vnitřních faktorů, popř. bariér rozvoje systému.
4. Identifikace vnějších faktorů, popř. bariér rozvoje systému.
5. Identifikace variantních strategií řízení systému (je nutné vzít v úvahu stávající mechanismus řízení a jeho různé varianty, které se mohou realizovat v budoucím období; současně je nutné formulovat strategii rozvoje systému – jakým směrem je žádoucí, aby se systém rozvíjel).
6. Sestavení scénáře.
7. Interpretace scénáře.

Při všech výše uvedených krocích je třeba zvažovat: posouzení současného stavu a současných rozhodnutí z hlediska budoucího vývoje; kvalitativní faktory a strategie různých účastníků; fakt, že budoucnost je mnohorozměrná a neurčitá; fakt, že každý systém je třeba zkoumat globálně a systémově; fakt, že informace i strategie nejsou neutrální, ale tendenční; více přístupů, které se doplňují; a fakt, že existují předpojatosti strategií i lidí a zamezit jim [2].

V praxi se používá nástroj, tzv. akceschopná karta [48], která obsahuje:

- schéma sledované oblasti či objektu;
- vyhodnocení dopadů kritické události metodou „What - If“;
- matici odpovědnosti za odezvu na kritickou událost;
- postup odezvy (zahájení kroků ke svolání krizového štábu, varování, ukrytí či evakuace, provedení seskupovacích činností a opatření).

## 5. Vyhodnocení závažných rizik a identifikace opatření pro zmírnění vybraných rizik

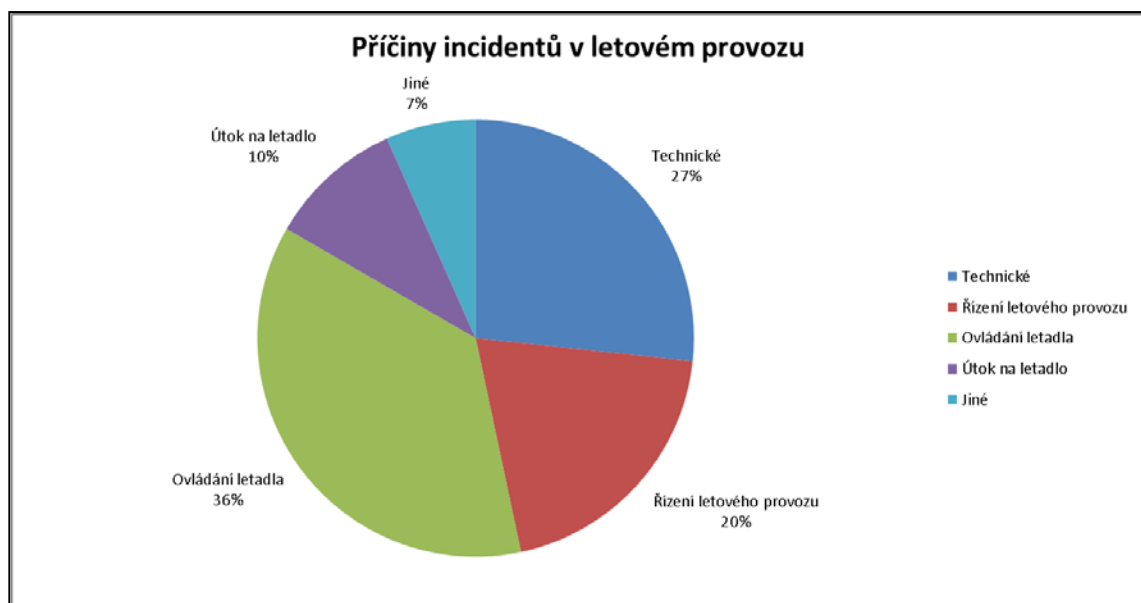
Byla vyhodnocena data v databázích a případové studie vybraných událostí v letovém provozu.

### 5.1. Příčiny nehod na základě sestavené databáze

Analýza databáze v tabulce 1 ukazuje, že zdroje závažných rizik lze rozdělit do 5 okruhů dle hlavních příčin vzniku, a to technické, řízení letového provozu, ovládání letadla, útok na letadlo a jiné:

1. **Technické** - jedná se především o konstrukční chyby, špatnou údržbu a nesprávnou nakládku letadla.
2. **Řízení letového provozu** – navedení letadla na nesprávnou RWY, nezhodování meteorologických podmínek, selhání řídicího systému, selhání personálu ATS.
3. **Ovládání letadla** – selhání posádky letadla, špatné meteorologické podmínky, selhání kritického zařízení letadla.
4. **Útok na letadlo** – bombový útok, raketový útok, laserový útok.
5. **Jiné** – srážka s ptactvem, nezvladatelní cestující, geomagnetická bouře apod.

Procentuální podíl jednotlivých hlavních příčin na pohromách je uveden na obrázku 9.



Obrázek 9: Příčiny závažných incidentů v letovém provozu [Autor]

Z obrázku 9 vyplývá, že největší podíl incidentů v letovém provozu souvisí s ovládním letadla. Na leteckých nehodách se však většinou podílí selhání většího množství faktorů, které jsou vzájemně provázány.

## **5.2. Příčiny dopravních nehod civilních letadel na základě rozšířené databáze**

Rozšíření, které vyplynulo z podrobnější databáze IATA [43] a speciální databáze leteckých pohrom [44], a databáze popsané v kapitole 3.3, ukázalo, že na základě posouzení potenciálu působení jednotlivých pohrom náležících do souboru pohrom, který označujeme All-Hazard-Approach [1], na letový provoz a z údajů v citovaných databázích jsou hlavní příčiny vzniku dopravních nehod a skoro-nehod [15] v provozu civilních letadel dle [48] následující:

### ***1. Technické – spojené s letounem:***

- konstrukční chyba letounu (chybná konstrukce a umístění palivové nádrže, chybná konstrukce výměníků, zřejmě možnosti elektrického zkratu, stabilita apod.);
- špatná údržba letounu;
- nesprávně naložený letoun;
- náhlá technická závada letounu (vysazení motoru, směrového kormidla nebo jiného důležitého zařízení, výpadek klimatizace apod.);
- nedostatek paliva;
- selhání technického vybavení řídicího systému letadla (výpadek přístroje měřícího výšku letounu, výpadek radiového spojení s letištěm apod.);
- nefunkční zálohový systém v případě potřeby.

### ***2. Technické – spojené s letištěm:***

- umístění letiště v území (moře, hory, vysoké stavby apod.);
- konstrukční chyba při stavbě letiště (příliš krátká runway, runway ve směru, ve kterém je často protivítr apod.);
- stav runway (konstrukční chyba, nepořádek na letištní ploše, špatná údržba – nerovnosti, led, sníh apod.);
- chybí pozemní radar;

- náhlá technická závada přístrojů na řídicí věži (špatná údržba, selhání technického vybavení řídicího systému na dispečerském stanovišti apod.);
- rozmístění techniky pro obsluhu letounu (tankování, vykládka a nakládka zboží, nástup a výstup lidí apod.);
- fyzické zničení letiště (válka, loupežné přepadení, teroristický útok, ...).

### **3. Řízení letového provozu – fyzické příčiny:**

- umístění letounu na nesprávnou runway;
- překážky na runway;
- nedostatečné radiové vybavení letiště;
- nedostatek znalostí a zkušeností obsluhy letiště (pracovníka navigujícího pohyb letadla po letištní ploše);
- nefunkční pozemní varovný systém udávající minimální bezpečnou nadmořskou výšku letounu nad letištěm.

### **4. Řízení letového provozu – organizační příčiny:**

- navedení letounu na nesprávnou dráhu při startu i přistání (kolize letadel, vyjetí z dráhy apod.);
- špatné zvážení meteorologických podmínek (chybné informace pro navedení letadla);
- odeslání chybných instrukcí letadlům kvůli selhání řídicího systému na řídicím pracovišti (např. v důsledku výpadku elektrického proudu, výpadku PC apod.);
- odeslání chybných instrukcí letadlu kvůli chybě nebo neznalosti dispečera;
- zmatek na řídicím pracovišti (špatné informace pilotům, zpožděné informace apod.);
- nedostatek pozemního personálu na letištní ploše (srážka letadel apod.);
- chyba pozemního personálu (při navádění letadla, úklidu letiště, údržbě letiště apod.);
- špatně rozdělené odpovědnosti na řídicím pracovišti;
- nedostatečná komunikace s piloty letadel v obslužném prostoru;
- nedostatek znalostí a zkušeností obsluhy na řídicím pracovišti;
- neexistence instrukcí pro podporu pilotů, kteří se dostanou do nenadálých nouzových až kritických situací.

### **5. Řízení letového provozu – kybernetické příčiny:**

- zkreslení údajů z monitorovací sítě (chybné instrukce pilotům a od pilotů, zmatek na řídicím pracovišti apod.);
- chybný software (nezvažuje všechny možné varianty letových situací, z čehož plynou chybné instrukce pro piloty i personál);
- nedostatečný hardware (špatné vyhodnocení dat, odeslání chybných instrukcí letadlům z důvodu selhání PC, zpoždění zpráv apod.);
- hackerský útok na řídicí centrum.

### **6. Ovládání letadla:**

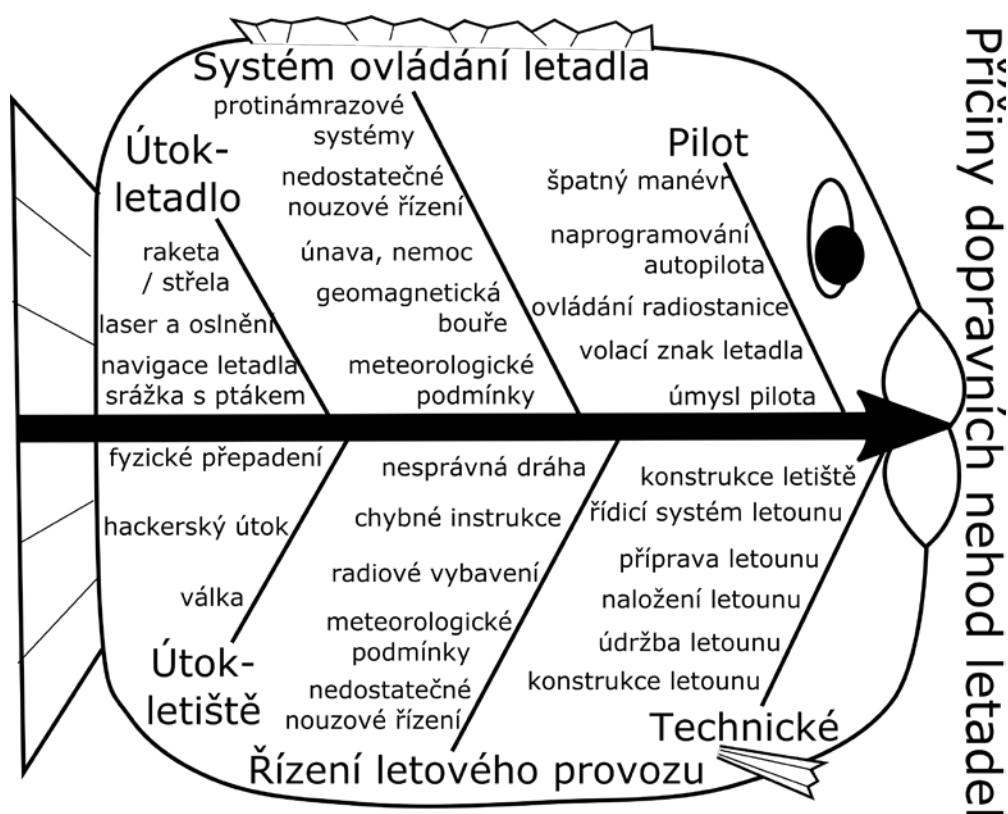
- chyba pilota při ovládání letadla (kvůli zdravotnímu stavu, únavě, chybné informaci z řízení letového provozu, selhání kritického zařízení letadla v důsledku špatné údržby, chybnému vyhodnocení situace - úhel a rychlost pro vzletnutí a přistání, náraz na plochu, vypnutí funkčního motoru místo vadného, přistání – požáry, vyjetí z dráhy, vyřazení přístrojů z činnosti v důsledku solární bouře, geomagnetické bouře apod.);
- chyba pilota při vyhodnocení meteorologických podmínek (výboj statické elektřiny, propad letadla, vývrтка apod.);
- chyba pilota při výskytu neočekávaných podmínek (kvůli nedostatečné přípravě na zvládnutí nouzových podmínek - turbulence, snížená viditelnost apod.);
- chyba pilota při přípravě stroje k letu (špatné naprogramování autopilota před letem, špatně nastavený výškoměr, mylně nastavené výchozí údaje např. u přetlakového systému apod.);
- chyba pilota při ovládání radiostanice;
- chybná spolupráce pilota a posádky;
- chyba pilota při ohlašování (použití chybného volacího znaku letadla);
- špatný úmysl pilota (změna kurzu, nereagování na pokyny z řízení letového provozu nebo doprovodných letounů apod.);
- neznalost pilota (postupy ovládání letadla při nenadálých nouzových až kritických situacích - předcházení a zvládnutí vývrtky aj.).

### **7. Útok na letadlo:**

- raketa / střela z jiného letadla či z pozemního cíle;
- zacílení laseru a oslnění pilota;

- protiprávní čin na palubě letadla;
- špatný úmysl řídicího letového provozu;
- špatný úmysl obsluhy na letišti (pracovníka navigujícího pohyb letadla po letištní ploše);
- srážka letadla s ptákem.

Diagram rybí kosti (Fishbone diagram) zobrazující základní kategorie příčin dopravních nehod civilních letadel je uveden na obrázku 10.



Obrázek 10: Roztřídění příčin dopravních nehod civilních letadel [49]

Údaje uvedené na obrázku 10 ukazují, že příčiny dopravních nehod civilních letadel jsou různorodé a že nejsou jen na straně pilota a letadla, ale i v oblasti řízení letového provozu, pozemní obsluhy a útočníků z vnějšku.

### 5.3. Vyhodnocení případových studií

Kapitola obsahuje případové studie. Z analýzy a syntézy údajů případových studií vyplývá, že v případě letecké nehody civilního dopravního nebo vojenského letadla na obydlené území, dochází ke ztrátám na životech posádky, cestujících i lidí v území. Škody jsou na majetku vlastníka letadla i veřejném a soukromém majetku v území

dopadu. Dochází ke škodám na životním prostředí v místě dopadu, narušení dopravní obslužnosti, poškození reputace dopravce (goodwill) i rozsáhlým finančním ztrátám.

### ***Havárie Boeingu 747-400 dne 29.4.2013***

Nákladní letadlo B747-400 BCF americké registrace N949CA, provozované společností National Air Cargo, se 29.4.2013 zřítilo krátce po startu z vojenské základny Bagram v Afghánistánu. Všech 7 členů posádky zahynulo a letadlo bylo zničeno nárazem a následným požárem. V nákladovém prostoru bylo na paletách umístěno 5 vojenských obrněných vozidel, z nichž 2 o hmotnosti 12 tun a 3 o hmotnosti 18 tun. Bylo to poprvé, co společnost National Air Cargo zajišťovala přepravu 5 obrněných vozidel. Letadlo okamžitě po vzletu začalo strmě stoupat a poté klesat v důsledku ztráty vzlaku. Vyšetřování amerického Úřadu pro bezpečnost v dopravě (NTSB) ukázalo, že nejméně 1 z 12-ti tunových vozidel se uvolnilo v zadní části letounu, poškodilo hydraulický systém a ovládání výškového kormidla, čímž se letoun stal neovladatelným.

Dopady havárie na chráněná aktiva jsou v tabulce 2.

**Tabulka 2: Dopady zřícení Boeingu 747-400 na chráněná aktiva [Autor]**

<b>Chráněné aktivum</b>	<b>Dopady na chráněné aktivum</b>
Životy a zdraví cestujících	let bez cestujících
Životy a zdraví posádky	smrt všech 7 členů posádky v důsledku nárazu letounu
Životy a zdraví civilistů v území	bez přítomnosti civilistů na vojenské letecké základně
bezpečí lidí	vznik paniky a chaosu na vojenské základně; ztráta jistoty v území; strach z vynaložení nadměrného úsilí a fyzické práce pro obnovu; traumata z události atd.
majetek	zničení letounu; přímé zničení nebo velké poškození budov a objektů na základně; škody na dráhovém systému letiště; škody na zasažených automobilech apod.
veřejné blaho	narušené zásobování území v důsledku uzavření letiště a vojenské základny; narušení bezpečnostní situace v území atd.

životní prostředí	rozsáhlý požár v místě nehody; poškození složek životního prostředí únikem nebezpečných látek apod.
dodávky energií (elektrina, teplo, plyn)	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
systém dodávky vody	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
kanalizační systém	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
přepravní síť	narušení obslužné komunikace na základně
kybernetická infrastruktura	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
bankovní a finanční sektor	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
nouzové služby (policie, hasiči, zdravotníci)	snížení akceschopnosti vojenské základny; mnoho požadavků na likvidační práce apod.
základní služby v území (zásobování potravinami, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby), průmysl a zemědělství	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
státní správa a samospráva	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum

Z tabulky 2 vyplývá, že zřícení Boeingu 747-400 vedlo k ochromení vojenské základny a uzavření letiště v Bagramu. Kromě zničení letounu a smrti všech členů posádky vedlo k obrovským škodám na majetku a zhoršení bezpečnostní situace v zasaženém území.

Pravděpodobnou příčinou pohybu nákladu bylo nedostatečné zajištění vozidel. Postupy společnosti National Air Cargo neobsahovaly předepsané bezpečnostní pravidla pro upevnění nákladu od výrobce letadla, společnosti Boeing. Personál nakládající letadlo nebyl certifikován Federální leteckou správou USA (FAA). Vedoucí nakládky byl vycvičen pouze dopravcem a navíc byl při nakládce letadla souvisle ve službě již 21 hodin. Inspektoři FAA neprováděli soustavný dohled nad činností společnosti National Air Cargo v Afghánistánu kvůli vládním omezením na cesty leteckých inspektorů do Afghánistánu.



Výsledkem vyšetřování bylo vydání 6-ti bezpečnostních doporučení NTSB pro FAA. Jednalo se o návod pro provozovatele zabývající se speciálním nákladem: certifikace, výcvik a hodinové limity pro personál provádějící nakládku. Doporučení se týkala rovněž výcviku a povinností inspektorů provádějících dohled nad provozovateli.

### ***Vzdušná srážka dopravních letounů nad Brazílií***

Dne 29.9.2006 se srazil Boeing 737-800 (PR-GTD) provozovaný brazilskou společností GOL Airlines of Brazil (let GOL 1907: Manaus - Brasilia Intl. - Rio de Janeiro) s menším letounem Embraer Legacy 600 (N600XL), který byl vlastněn a provozován americkou společností Excelsior of Long Island, New York (předávací let do Manausu). Oba letouny udržovaly FL 370. Brazilské řízení letového provozu ztratilo asi po hodině letu radarový kontakt s letounem Embraer, následně i rádiové spojení a po několika neúspěšných pokusech o navázání spojení dal řídicí posádce jinou frekvenci, na které se mají ohlásit, ovšem vysílání nebylo čitelné a posádka opět ztratila rádiový kontakt. Po necelých 10 minutách se letouny srazily levými křídly. Ke srážce došlo nad Amazonským pralesem cca 100 NM jihovýchodně od základny brazilského letectva Cachimbo. Boeing 737 byl zničen rozpadem ve vzduchu a nárazovými silami, nepřežil nikdo ze 154 osob na palubě. Záznamník hovoru v pilotní kabině (CVR) byl nalezen měsíc po nehodě. U letounu Embraer Legacy 600 došlo k poškození levého křídla a horizontálního stabilizátoru, posádka provedla nouzové přistání na základně Cachimbo a nikdo ze 7 osob na palubě nebyl zraněn. Vojáci na základně zabavili všem osobám na palubě cestovní pasy a začalo rozsáhlé vyšetřování události.

Dopady vzdušné srážky dopravních letadel na chráněná aktiva jsou v tabulce 3.

**Tabulka 3: Dopady vzdušné srážky dopravních letadel na chráněná aktiva [Autor]**

<b>Chráněné aktivum</b>	<b>Dopady na chráněné aktivum</b>
Životy a zdraví cestujících	úmrť všech 148 cestujících na palubě Boeingu 737 v důsledku vzdušného rozpadu a nárazu do země
Životy a zdraví posádky	úmrť všech 6 členů posádky Boeingu 737-800
Životy a zdraví civilistů v území	bez přítomnosti civilistů v zasaženém území

bezpečí lidí	ztížená možnost přepravy těl k identifikaci; rozdělení rodin; strach z vynaložení nadměrného úsilí a fyzické práce pro obnovu; traumata z události atd.
majetek	zničení letounu Boeing 737-800
veřejné blaho	neexistence dopravní sítě a jiné obslužnosti v zasaženém území
životní prostředí	zničení značné plochy tropického deštného lesa; znečištění povrchových a podzemních vod; poškození složek životního prostředí únikem nebezpečných látek apod.
dodávky energií (elektřina, teplo, plyn)	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
systém dodávky vody	kontaminace vodních zdrojů
kanalizační systém	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
přepravní síť	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
kybernetická infrastruktura	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
bankovní a finanční sektor	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
nouzové služby (policie, hasiči, zdravotníci)	velmi obtížný přístup na zasažené území; mnoho požadavků na záchranné a likvidační práce apod.
základní služby v území (zásobování potravinami, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby), průmysl a zemědělství	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
státní správa a samospráva	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum

Z tabulky 3 vyplývá, že vzdušná srážka dopravních letadel patří k nejhorším pohromám v letovém provozu a projevuje se rozsáhlými ztrátami na lidských životech a majetku. Navíc vede k obecnému strachu z létání napříč společností. Ke vzdušné srážce vede

selhání na straně řízení letového provozu i ovládní letadla, většinou v důsledku kombinace technických chyb a selhání lidského faktoru.

Vyšetřování brazilských a amerických úřadů trvající až do konce roku 2008 ukázalo, že letoun Embraer Legacy 600 neměl zapnut palubní protisrážkový systém TCAS, který by posádku včas upozornil na konfliktní provoz. Letový odpovídač byl již v minulosti z jiného letadla vyřazen jako nefunkční a po opravě byl instalován do Embraeru. Během letu nefungoval cca 50 minut, na začátku i konci letu fungoval správně, ale posádka si nebyla jistá tím, zda je systém aktivní, či nikoliv. Kapitán měl s avionikou malé zkušenosti a je možné, že odpovídač omylem vypnul. Systémy TCAS povinně instalované na palubách všech dopravních letadel spolu navzájem komunikují, proto nespustil varovnou indikaci ani funkční systém TCAS na palubě Boeingu 737.

Příčinou nehody však byla kombinace chyb, především chyba systému řízení letového provozu. Přepřacovaní a nezkušení dispečeri nechali Embraeru původně povolenou FL 370, přestože severozápadním směrem mu měli podle předpisů přidělit sudou letovou hladinu. I v podaném letovém plánu byl přechod na FL 360. Řídící letového provozu během předávání služby kolegovi dokonce chybně uvedl, že Embraer letí ve FL 360. Nedůsledná činnost posádky Embraeru při obsluze palubního odpovídače samozřejmě spolupůsobila na vzniku události, ale odpovědnost za navedení letadel do konfliktu nesli řídící letového provozu, neboť měli zajistit předepsaný rozstup letadel. Zúčastnění řídící letového provozu byli obviněni a odsouzeni pro zabití z nedbalosti.

### ***Řízený let do terénu letounu Boeing 747-300***

Dne 6.8.1997 letoun Boeing 747-300 jihokorejské letecké společnosti Korean Air (reg. HL7468) narazil do kopce Nimitz Hill, který se nachází několik kilometrů jihozápadně od mezinárodního letiště v Aganě na ostrově Guam. Tento ostrov patří do souostroví Mariany v Tichém oceánu, které spadá mezi nezačleněná území Spojených států amerických. Na palubě bylo 17 členů posádky a 237 cestujících, z nichž 228 zahynulo. Pouze 3 členové posádky a 23 cestujících z nehody vyvázlo s těžkými zraněními. Letoun byl zcela zničen nárazem do terénu a následným požárem. Let směřoval ze Soulu v Jižní Koreji na zmíněný ostrov Guam.

Dopady nárazu do terénu Boeingu 747-300 na chráněná aktiva jsou v tabulce 4.

**Tabulka 4: Dopady nárazu do terénu Boeingu 747-300 na chráněná aktiva [Autor]**

<b>Chráněné aktivum</b>	<b>Dopady na chráněné aktivum</b>
životy a zdraví cestujících	poškození zdraví; ztráty na životech; v důsledku trosek dochází ke zhoršení pohybu ve vnějším prostředí; psychická újma lidí (např. ze ztráty obydlí, blízké osoby nebo z fyzické únavy a stresu); panika, chaos apod.
životy a zdraví posádky	úmrtí nebo těžká zranění členů posádky
životy a zdraví civilistů v území	bez přítomnosti civilistů v zasaženém území
bezpečí lidí	ztížená možnost evakuace a přepravy raněných do nemocničních zařízení; vznik paniky a chaosu; rozdělení rodin; ztráta jistoty v území; strach z vynaložení nadměrného úsilí a fyzické práce pro obnovu; traumata z události; u evakuovaných lidí panuje obava z odcizení jejich majetku atd.
majetek	zničení letounu
veřejné blaho	neexistence dopravní sítě a jiné obslužnosti v zasaženém území
životní prostředí	škody na lesích, krajině; znečištění podzemních vod; poškození složek životního prostředí únikem nebezpečných látek apod.
dodávky energií (elektrina, teplo, plyn)	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
systém dodávky vody	kontaminace vodních zdrojů
kanalizační systém	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
přepravní síť	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
kybernetická infrastruktura	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
bankovní a finanční sektor	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
nouzové služby (policie,	znesnadněná činnost zdravotníků; mnoho požadavků na

hasiči, zdravotníci)	záchranné a likvidační práce apod.
základní služby v území (zásobování potravinami, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby), průmysl a zemědělství	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
státní správa a samospráva	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum

Z tabulky 4 vyplývá, že velikost pohromy letounu ve fázi konečného přiblížení je závislá na rychlosti zásahu záchranných složek. Pokud je v místě havárie přístupný terén, může rychlý příjezd záchranářů přispět ke zmírnění následků pohromy.

Vyšetřování bylo zaměřeno na výkonnost posádek, přiblížovací postupy, výcvik pilotů a řízení letového provozu. Ukázalo se, že příčinou havárie bylo kapitánovo selhání při provedení nepřesného přiblížení na letiště v Aganě a nedůsledný monitoring kapitána ze strany prvního důstojníka a palubního inženýra. Spolupůsobícími faktory byly kapitánova únava a nepřiměřený výcvik posádek společnosti Korean Air, který se pro letiště na Guamu zaměřoval pouze na vizuální přiblížení bez ohledu na meteorologické podmínky. Na nehodu měl vliv i záměrný zákaz systému varování minimální bezpečné nadmořské výšky nad terénem (MSAW) ze strany FAA na Guamu a selhání FAA při řízení tohoto systému. Bezpečnostní doporučení plynoucí z vyšetřování se týkalo lidské výkonnosti, přiblížovacích postupů a výcviku pilotů. Vyšetřování se zaměřilo i na řízení letového provozu, lidskou výkonnost dispečerů a okolnosti týkající se zákazu varovného systému MSAW na Guamu.

### ***Sestřelení letounu Boeing 777-200 nad Ukrajinou***

Dne 17.7.2014 v 15:20 LT (13:20 UTC) se zřítil Boeing 777-2H6ER (9M-MRD) společnosti Malaysia Airlines (let MH17: Amsterdam - Kuala Lumpur) v blízkosti obce Hrabove na východní Ukrajině. Letoun vzlétl z Amsterdamu ve 12:30 LT (10:30 UTC) a přelétával nad územím Ukrajiny ve FL 330, přičemž byl řízen ukrajinským řízením letového provozu. Pád letounu byl způsoben zásahem hlavice pocházející ze střeleckého systému Buk typu země - vzduch. Výbuch hlavice v těsné blízkosti kokpitu zabil všechny 3 piloty a způsobil strukturální poškození přední části letounu, který vedl až ke vzdušnému rozpadu. Nepřežil nikdo z 298 osob na palubě a vrak letounu byl rozset na

ploše 50 km<sup>2</sup>. Za sestřelením letounu může stát útok proruských separatistů, vyšetřování však nebylo dosud uzavřeno.

Dopady sestřelení Boeingu 777-200 na chráněná aktiva jsou v tabulce 5.

**Tabulka 5: Dopady sestřelení Boeingu 777-200 na chráněná aktiva [Autor]**

<b>Chráněné aktivum</b>	<b>Dopady na chráněné aktivum</b>
životy a zdraví cestujících	úmrtí všech 283 cestujících na palubě Boeingu 777 v důsledku výbuchu a vzdušného rozpadu
životy a zdraví posádky	úmrtí všech 15 členů posádky Boeingu 777-200
životy a zdraví civilistů v území	ohrožení padajícími troskami letounu na obydlené území
bezpečí lidí	vznik paniky a chaosu; rozdělení rodin; ztráta jistoty v území; strach z vynaložení nadměrného úsilí a fyzické práce pro obnovu; traumata z události atd.
majetek	zničení letounu; přímé zničení nebo velké poškození budov, objektů, silnic, železnic, mostů, plotů aj.; škody na vybavení budov; škody na automobilech apod.
veřejné blaho	škody na veřejných budovách jako jsou nemocnice a jiná sociální zařízení, školy, úřady, průmyslové objekty a snížení provozuschopnosti atd.
životní prostředí	riziko druhotných technologických nehod, požárů; zatarasení vodních koryt; znečištění povrchových a podzemních vod; poškození složek životního prostředí únikem nebezpečných látek apod.
dodávky energií (elektrina, teplo, plyn)	selhání dodávek elektřiny v důsledku narušení objektů infrastruktur a následná ztráta osvětlení, funkčnosti zabezpečovacích systémů, selhání ovládacích mechanismů závislých na elektřině z rozvodné sítě apod.
systém dodávky vody	při přerušení dodávek elektrické energie selhání dodávek pitné vody; kontaminace vodních zdrojů apod.
kanalizační systém	porušení kanalizační sítě; odstavení čističek atd.

přepavní síť	narušení dopravní obslužnosti; dopravní chaos, zácpy, havárie; nefunkčnost systémů řízení dopravy (semafory, světla v tunelech) kvůli výpadku dodávek elektřiny apod.
kybernetická infrastruktura	v důsledku přerušení dodávek elektrické energie selhání provozů řízených kybernetickými systémy; přerušení rozvodů; poruchy ústředí, serverů, uzlů, sítí, základových stanic a koncových zařízení apod.
bankovní a finanční sektor	v důsledku selhání dodávek elektrické energie a přerušení kybernetických sítí selhání bankomatů a peněžních služeb atd.
nouzové služby (policie, hasiči, zdravotníci)	selhání bezpečnostních systémů nutných pro monitorování území a z toho plynoucí omezená činnost policie; znesnadněná činnost zdravotníků; snížení akceschopnosti; mnoho požadavků na záchranné a likvidační práce apod.
základní služby v území (zásobování potravinami, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby), průmysl a zemědělství	znehodnocení zemědělské produkce, škody na dobytku; problémy se zásobováním; vznik průmyslových nehod; zastavení nebo zpomalení základních služeb jakými jsou zdravotnictví, sociální služby, zásobování a prodej potravin; poškození automobilové techniky apod.
státní správa a samospráva	přerušení komunikace s občany v postižených zónách; nemožnost plně fungovat atd.

Z tabulky 5 vyplývá, že sestřelení letounu nad obydlenu oblastí je rizikem nejen pro letoun, ale i pro civilisty v území. Vede k rozsáhlým ztrátám na lidských životech a majetku.

Ukrajina delegovala vyšetřování události na Nizozemský úřad pro bezpečnost v dopravě. Vyšetřování se zaměřilo i na politickou situaci v regionu a ukázalo se, že letecké úřady nevyhodnotily správně riziko pro civilní letadla plynoucí z válečného konfliktu na východní Ukrajině, který v dané době již zasahoval i do vzduchu. Ukrajinské úřady přitom již dříve oznámily, že ve dnech 14. a 16.7. byly v oblasti

sestřeleny 2 vojenské letouny, avšak v hladinách nižších, než jsou běžné pro civilní dopravní letadla. To mělo být dostatečným důvodem pro okamžité uzavření dané části vzdušného prostoru Ukrajiny. Ten byl však uzavřen pouze v rozsahu GND – FL 320, pro provoz ve vyšších letových hladinách žádné omezení nebylo vydáno. Mezi sestřelením prvního z vojenských letounů a sestřelením letu MH17 použilo tento vzdušný prostor 61 dopravců ze 32 zemí a 17.7., před sestřelením Boeingu, prolétlo danou oblastí 160 civilních dopravních letadel. Až poté byl vzdušný prostor nad východní Ukrajinou zcela uzavřen.

### ***Sřet letounu Airbus A320 s hejnem ptáků nad New Yorkem***

Dne 15.1.2009 došlo ke srážce letounu Airbus A320-214 společnosti US Airways (reg. N106US) s hejnem ptáků krátce po vzletu z letiště LaGuardia v New Yorku, USA. Následovalo nouzové přistání na řeku Hudson. Všech 150 cestujících a 5 členů posádky se evakovalo nouzovými východy.

Letadlo bylo na trati do Severní Karolíny a ke střetu s ptactvem došlo cca 2 minuty po vzletu, během nouzového sestupu a přistání byla vážně zraněna palubní průvodčí a 4 cestující. Ostatní vyvázli s lehkými zraněními nebo zcela bez fyzické újmy. Letadlo bylo těžce poškozeno.

Dopady nouzového přistání na užívanou vodní hladinu na chráněná aktiva jsou v tabulce 6.

**Tabulka 6: Dopady nouzového přistání na užívanou vodní hladinu na chráněná aktiva [Autor]**

<b>Chráněné aktivum</b>	<b>Dopady na chráněné aktivum</b>
životy a zdraví cestujících	4 cestující zranění
životy a zdraví posádky	zraněna palubní průvodčí
životy a zdraví civilistů v území	ohrožení osob vyskytujících se na řece
bezpečí lidí	ztížená možnost evakuace a přepravy raněných do nemocničních zařízení; vznik paniky a chaosu; traumata z události; atd.



majetek	zničení letounu; přímé zničení nebo velké poškození lodí a objektů na vodní hladině; devastace vodohospodářských děl; ztráty na chovu ryb apod.
veřejné blaho	značné finanční škody pro veřejný i privátní sektor
životní prostředí	znečištění povrchových vod; poškození přirozeného prostředí živých organismů; poškození složek životního prostředí únikem nebezpečných látek apod.
dodávky energií (elektrina, teplo, plyn)	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
systém dodávky vody	kontaminace vodního zdroje
kanalizační systém	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
přepavní síť	přerušeni lodní dopravy
kybernetická infrastruktura	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
bankovní a finanční sektor	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum
nouzové služby (policie, hasiči, zdravotníci)	znesnadněná činnost zdravotníků; pohyb záchranných jednotek v oblasti zásahu možný pouze na člunech, ve vzduchu nebo ve speciální technice; snížení akceschopnosti; mnoho požadavků na záchranné a likvidační práce apod.
základní služby v území (zásobování potravinami, likvidace odpadů, sociální služby, pohřební služby), průmysl a zemědělství	obtížná likvidace odpadů; narušení zásobování lodní dopravou a případně automobilovou / železniční po zničených mostech apod.
státní správa a samospráva	bez zjištěných dopadů na chráněné aktivum

Z tabulky 6 vyplývá, že nouzové přistání na vodní hladinu představuje přes svoji náročnost naději na zmírnění následků pohromy a záchranu lidských životů. Představuje však riziko pro osoby a objekty na vodní hladině. V případě úniku provozních kapalin

do vodního zdroje může vést ke kritickému ohrožení složek životního prostředí a dodávek vody v zasaženém území.

Na zvládnutí situace se jistě podílela rozhodnost a správný postup posádky, použití letadla vybaveného pro delší přelety přes vodní plochy, ačkoliv použití takového letadla nebylo na dané lince povinné, rychlý a správný postup posádky při evakuaci letadla, přítomnost záchranných složek v místě nehody a jejich rychlá reakce. Bezpečnostní doporučení plynoucí z vyšetřování nehody se týkaly postupu pro testování motoru na střet s ptactvem, nouzových checklistů, postupu při selhání všech motorů, přistání na vodní hladině a zásad pro přežití cestujících a posádky.

Příčinou nehody bylo nasátí velkého ptactva do obou motorů, které vyústilo v téměř úplnou ztrátu tahu. Spolupůsobící na poškození letadla během přistání byl nedostatečný výcvik posádky na přistání na vodní hladinu, problémy v udržení požadované rychlosti ve fázi konečného přiblížení plynoucí z povahy nouzové situace a nakonec neuzavření všech otvorů do letadla před přistáním způsobené nedostatkem času na dokončení všech povinných úkonů před nouzovým přistáním.

Posádka letounu byla po události oceněna prezidentem Spojených států amerických a kapitán letu napsal o události knihu, v níž mimo jiné upozornil na současné problémy letecké dopravy. Mezi ně zařadil například úspory leteckých dopravců na úkor bezpečnosti a s tím související klesající mzdy pilotů, které odrazují mnohé schopné uchazeče o toto náročné povolání.

## **5.4. Opatření na zvládnutí vybraných rizik**

Jelikož bezpečnost v letovém provozu je na prvním místě, hledají se stále opatření a činnosti vedoucí k jejímu zvýšení, a to jak v prevenci, tak v připravenosti a odezvě. Opatření jsou zaváděna do praxe legislativou mezinárodní i národní a také podnikovými předpisy. V zásadě je třeba odlišit situace ve dvou systémech, a to letový prostor, který ovládají letoví dispečeri a letadlo, které ovládá pilot, přičemž druhý systém je podsystémem letového prostoru, a proto je důležité jejich propojení.

### **5.4.1. Opatření pro snížení nebo zmírnění technických rizik v letovém provozu**

Provedená analýza dopravních nehod ukázala na nedostatky v údržbě letadel i letišť. Proto bylo provedeno kritické posouzení předpisů, které upravují kvalitu předmětných oblastí. Předpis [4] uvádí požadavky na kvalitu technických zařízení v letadlech a určuje rozdělení odpovědností mezi pilotem a technickým personálem. Předpisy [13, 50 - 52] uvádí požadavky na kvalitu technických zařízení na letišti a na dispečerském stanovišti, a určují rozdělení odpovědností mezi vedoucím letiště, vedoucím dispečerem a technickým personálem.

Poslední dopravní nehody odhalily další nedostatky, které jsou v současné době v řešení, tj. dosud nepatří do standardních provozních předpisů. Např.:

1. Je třeba vylepšit systémy nouzového určování polohy letadla (výsledek šetření zřícení letounu Airbus A330 společnosti Air France nad Atlantským oceánem [34]). To znamená, že je třeba: vybavit letouny pokročilými systémy pro určení polohy, které jsou odolné vůči selhání elektrického okruhu na palubě, a není možné je vyřadit z činnosti během letu; prodloužit nouzové vysílání signálu ULD na dobu alespoň 90-ti dnů; aktivovat nouzová lokalizační zařízení již při započetí nouzové situace, např. při nastavení nouzového kódu palubního odpovídáče nebo selhání kritických systémů letadla, nikoliv až po nárazu do překážky; a nahradit systém zápisu údajů modernější technologií s větší kapacitou, aby nedocházelo k přemazávání údajů potřebných pro vyšetřování.
2. Je třeba testovat proudové motory na střet s ptactvem při nízkém výkonu dmychadla [33], což znamená: konstruovat motory odolné vůči střetům s ptáky; a testovat motory při provoznímu režimu stoupání, nikoliv při plném výkonu.
3. Je třeba zabránit neoprávněným zásahům do řízení letadla v oblasti speciálně ovládání kormidel [24], a proto je třeba vybavit palubní systémy varováním na nebezpečné výchylky kormidel ve vysokých rychlostech.
4. Je třeba procvičit přistání na vodní hladině u vícemotorových dopravních letounů [33], tj. je třeba testovat letouny na chování na vodě bez funkčnosti všech pohonných jednotek.

## 5.4.2. Opatření pro snížení nebo zmírnění provozních rizik v letovém provozu

Provedená analýza dopravních nehod ukázala na nedostatky v oblasti řízení letového provozu. Proto bylo provedeno kritické posouzení předpisů, které upravují kvalitu předmětné oblasti. Předpis [13] uvádí postupy a požadavky pro řízení letového provozu a určuje rozdělení odpovědností mezi vedoucím letiště, vedoucím dispečerem a personálem. Předpisy [13, 51 - 54] uvádí požadavky na kvalitu technických zařízení na dispečerském stanovišti, postup pro stanovení správného rozhodnutí při mimořádných situacích a určují rozdělení odpovědností mezi vedoucím letiště, vedoucím dispečerem a technickým personálem.

Poslední dopravní nehody odhalily další nedostatky, které jsou v současné době v řešení, tj. dosud nepatří do standardních provozních předpisů. Např.:

1. Dbát na dodržování kvalitních pracovních podmínek pro piloty i personál na dispečinku. Např. dle [26] je třeba: ověřovat udržení pozornosti v situacích s minimálním provozem ve výcviku řídicích letového provozu; dbát na důsledné dodržování předpisů na pracovišti i ve chvílích, které mohou vybízet ke ztrátě koncentrace; při obsazování stanovišť dbát na to, aby řídicí pracovníci nebyli dlouhodobě vystavováni slabé zátěži, což může vést k poklesu výkonu (např. slučováním pracovních pozic v provozně slabších obdobích).
2. Zajistit výcvik chování pilotů i dispečerů při aktivaci palubních protisrážkových systémů.
3. Je třeba cvičit reakce pilotů a reakce dispečerů při kritických situacích s tím, že budou používat principy spolupráce.
4. Je třeba piloty vycvičit v manuálním řízení ve vysokých letových hladinách. Tj. dle [16, 34, 41] je třeba piloty důkladně připravit na manuální řízení letounu v teoretické i praktické rovině na letovém simulátoru.
5. Je třeba procvičit posádku letadla na zvládnutí situace, kdy dojde ke ztrátě přetlaku v kabině, tj. dle [29] je třeba zařadit pomalou ztrátu přetlaku v kabině do výcviku posádek.

6. Je třeba zajistit spolupráci vícepilotních posádek, tj. dle [20] je třeba naučit piloty asertivitě a nulové toleranci k ohrožení bezpečnosti chybou ostatních členů posádky.
7. Je třeba stanovit a procvičit povinné úkony posádky v případě nenadálých situací, tj. dle [33] je třeba: vybavit posádky nouzovými checklisty v elektronické podobě a tak je připravit pro každou fázi letu k rychlé aplikaci.

### **5.4.3. Opatření pro snížení nebo zmírnění bezpečnostních rizik v letovém provozu**

Provedená analýza dopravních nehod ukázala na nedostatky v oblasti zabezpečení letadel i letišť, a to hlavně ve spojení s lidským chováním, především úmyslným. Proto bylo provedeno kritické posouzení předpisů, které upravují kvalitu předmětné oblasti. Předpis [51] uvádí postupy a požadavky pro zabezpečení letadla vůči útoku osob nebo skupiny osob a určuje rozdělení odpovědností mezi pilotem, posádkou a pracovníky letiště. Předpis [50] uvádí postupy a požadavky pro zabezpečení letiště vůči útoku a určuje rozdělení odpovědností mezi vedoucím letiště, vedoucím bezpečnostního oddělení a personálem. Předpisy [13, 50 - 54] uvádí požadavky na kvalitu technických zařízení, pracovní postupy, postup pro stanovení správného rozhodnutí při mimořádných situacích a určují rozdělení odpovědností mezi vedoucím letiště, vedoucím dispečerem a technickým personálem.

Poslední dopravní nehody odhalily další nedostatky, které jsou v současné době v řešení, tj. dosud nepatří do standardních provozních předpisů. Např.:

1. Bezpečnostní prohlídky na letištích.
2. Dohled nad personálem. Např. dle [37] je třeba: certifikovat veškerý provozní personál příslušnou organizací v souladu s mezinárodními standardy; a důsledně dohlížet na dodržování pracovních norem u provozního personálu.
3. Přítomnost členů posádky v pilotní kabině. Např. dle [42] je třeba: zajistit přítomnost alespoň 2 osob v pilotní kabině v každém okamžiku letu; vycvičit palubní průvodčí na účinné rozpoznávání základních režimů letu, tedy stoupání, vodorovný let a klesání; a také zajistit účinnější rozpoznávání psychologických poruch pilotů na vstupních a pravidelných lékařských prohlídkách.

4. Bezletové oblasti. Např. dle [40] je třeba při hodnocení rizika: neuvažovat pouze aktuální potvrzené hrozby, ale zabývat se i potenciálním nebezpečím spojeným s určitým stupněm nejistoty; a zlepšit výměnu informací o možném riziku pro letový provoz mezi jednotlivými státy a leteckými dopravci.
5. Kyberterorismus. Je nutné: cvičit letový i pozemní personál na práci s částečně, nebo i plně nefunkčními technickými systémy vlivem narušení kybernetických propojení.
6. Nezvladatelní cestující. Dle IATA [43] je třeba, aby palubní personál letadla uměl zvládnout problémové cestující a v případě potřeby provést přistání na náhradním letišti.

## 6. Plán řízení rizik v letovém provozu

Na základě konceptu integrální bezpečnosti je třeba v letecké dopravě především sledovat rizika, která jsou spojená jak s objektem letadla, chápaným jako otevřený systém, tak s objektem letiště, chápaným jako otevřený systém, a s jejich propojením. Dále je uveden plán řízení rizik pro dva případy, a to pro zvládnutí rizik spojených s: letadlem v provozu a stanovištěm řízení letového provozu na letišti. Jelikož výzkum [49] ukázal velký podíl organizačních příčin na leteckých nehodách, budeme sledovat i je.

Plán řízení rizik spojených s provozem letadla je v tabulce 7 a sleduje oblasti rizika: organizační (ztráta orientace, chybné vyhodnocení situace, špatná spolupráce posádky, nezvladatelný cestující); technická (výpadek motoru, výpadek výškoměru, úbytek kyslíku na palubě); narušení bezpečnosti letadla z vnitřních příčin (požár v kabině, požár v zavazadlovém prostoru); narušení bezpečnosti letadla z vnějších příčin (velké propadnutí letadla, velký elektrický výboj, útok cizího letadla) a kybernetická (ztráta spojení, hackerský útok na systém řízení letadla, podivné hlášení – neobvyklá aktivace senzorů).

Plán řízení rizik spojených s provozem letiště je v tabulce 8 a sleduje oblasti rizika: organizační (neposkytnutí nebo poskytnutí nesprávné informace letadlu, umístění letadla na nesprávnou dráhu, neschopnost pomoci letadlu v nesnázích, zmatek na pracovišti z důvodu vnějšího zásahu jako je např. požár); technická (špatný stav dráhového systému letiště, špatné rozmístění techniky na letišti, nefunkční varovný systém); vnější podmínky (mlha, zaplavení / zasněžení letiště, fyzický útok na letiště nebo stanoviště řízení letového provozu) a kybernetická (ztráta spojení, hackerský útok na systém řízení letového provozu).

Tabulka 7: Plán řízení rizik pro letadlo [Autor]

Oblast rizika	Popis příčiny rizika	Pravděpodobnost výskytu a dopady rizika	Opatření na zmírnění rizika a odpovědnost
Organizační	ztráta orientace	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: použití náhradních způsobů orientace – dle reliéfu terénu a požádání o pomoc řízení letového provozu [33] Odpovědnost: pilot [33]</i>
	chybné vyhodnocení situace	<i>Pravděpodobnost: střední Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: provedení opravného manévru [20] Odpovědnost: pilot [20]</i>
	špatná spolupráce posádky	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: střední</i>	<i>Opatření: okamžité zavedení pořádku a později změna sestavy posádky [20] Odpovědnost: velitel letadla [20]</i>
	nezvladatelný cestující	<i>Pravděpodobnost: střední Dopady: střední</i>	<i>Opatření: pohovor, příkurtování k sedadlu popř. oddělení od ostatních, přistání na vhodném letišti [43] Odpovědnost: velitel letadla [43]</i>
Technická	výpadek motoru	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: střední</i>	<i>Opatření: zahájit nouzové klesání a vyslání zprávy na řízení letového provozu [16, 34, 41] Odpovědnost: pilot „letící“ [16, 34, 41]</i>
	výpadek výškoměru	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: střední</i>	<i>Opatření: použití záložních systémů určení polohy [34] Odpovědnost: pilot [34]</i>
	úbytek kyslíku na palubě	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: spuštění kyslíkových masek, vyslání zprávy na řízení letového provozu a snaha o rychlé přistání [29] Odpovědnost: pilot [29]</i>
Narušení bezpečnosti letadla z vnitřních příčin	požár v kabině	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: použití hasicích přístrojů na palubě, vyslání zprávy na řízení letového provozu a snaha o rychlé přistání [38] Odpovědnost: velitel letadla [38]</i>
	požár v zavazadlovém prostoru	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: nouzové přistání na nejbližším vhodném letišti [33] Odpovědnost: velitel letadla [33]</i>
Narušení bezpečnosti letadla z vnějších příčin	velké propadnutí letounu	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: střední</i>	<i>Opatření: opravný zásah v řízení letadla [24] Odpovědnost: pilot „letící“ [24]</i>
	velký elektrický výboj	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: okamžité převzetí manuálního řízení [38] Odpovědnost: pilot [38]</i>
	útok cizího letadla	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: nouzové přistání na nejbližším vhodném letišti [40] Odpovědnost: pilot „letící“ [40]</i>
Kybernetická	ztráta spojení	<i>Pravděpodobnost: střední Dopady: střední</i>	<i>Opatření: nastavení nouzového kódu odpovídače letadla [38] Odpovědnost: pilot „letící“ [38]</i>
	hackerský útok na systém řízení letadla	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: aplikace manuálního řízení [43] Odpovědnost: pilot „letící“ [43]</i>
	podivné hlášení – neobvyklá aktivace senzorů	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: prověření varovných systémů, vyslání zprávy na řízení letového provozu [41] Odpovědnost: velitel letadla [41]</i>



Tabulka 8: Plán řízení rizik pro letiště [Autor]

Oblast rizika	Popis příčiny rizika	Pravděpodobnost výskytu a dopady rizika	Opatření na zmírnění rizika a odpovědnost
Organizační	neposkytnutí nebo poskytnutí nesprávné informace letadlu	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: provést urychleně opravné hlášení [26] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu [26]</i>
	umístění letadla na nesprávnou dráhu	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: urychlené uvolnění dráhy a vyzvání pilota přistávajícího letadla k posečkání a opatrnosti [22] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu [22]</i>
	neschopnost pomoci letadlu v neshodách	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: okamžité odstartování nouzových opatření a činnosti nouzových služeb; později zajistit kvalitní výcvik řídicích letového provozu [26] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu; později ředitel výcviku řízení letového provozu [26]</i>
	zmatek na pracovišti z důvodu vnějšího zásahu jako je např. požár	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: přijmout opatření pro nouzový režim, tj. varovat letadla v přímém řízení a zajistit urychlený přechod na náhradní pracoviště a urychleně zahájit činnost [26] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu [26]</i>
Technická	špatný stav dráhového systému letiště	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: okamžitě uzavřít poškozené dráhy [43] Odpovědnost: ředitel letiště [43]</i>
	špatné rozmístění techniky na letišti	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: střední až vysoké</i>	<i>Opatření: provést nápravná opatření a zajistit vydání výstražných zpráv NOTAM o stavu letiště [22] Odpovědnost: provozní ředitel letiště [22]</i>
	nefunkční varovný systém	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: okamžitě provést nápravu, tj. aktivovat náhradní varovné systémy; později cvičit letový i pozemní personál na práci s nefunkčními technickými systémy [43] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu; později ředitel výcviku řízení letového provozu [43]</i>
Vnější podmínky	mlha	<i>Pravděpodobnost: střední Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: uvést v činnost všechny pozemní radary a pomocná zařízení pro orientaci na letišti [23] Odpovědnost: technický ředitel letiště [23]</i>
	zaplavení / zasněžení letiště	<i>Pravděpodobnost: nízká Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: provést okamžité uzavření letiště, varovat letadla v přímém řízení a zahájit odklízecí práce [22] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu, za odklizení ředitel údržby letiště [22]</i>
	fyzický útok na letiště nebo dispečerské stanoviště	<i>Pravděpodobnost: střední Dopady: vysoké</i>	<i>Opatření: nařídít okamžitý zásah bezpečnostních složek [43] Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu [43]</i>

<b>Kybernetická</b>	ztráta spojení	<i>Pravděpodobnost: střední</i> <i>Dopady: střední</i>	<i>Opatření: aktivovat nouzové systémy, a to včetně manuálních a mechanických prostředků s cílem pomoci letadlu; později cvičit pozemní personál na bezpečné zacházení s letadlem bez spojení [38]</i> <i>Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu; později ředitel výcviku řízení letového provozu [38]</i>
	hackerský útok na systém řízení letového provozu	<i>Pravděpodobnost: nízká</i> <i>Dopady: velmi vysoké</i>	<i>Opatření: aktivovat nouzové systémy, a to včetně manuálních a mechanických prostředků s cílem pomoci letadlu; později cvičit technický personál na okamžité odvrácení hackerského útoku [43]</i> <i>Odpovědnost: vedoucí směny na řízení letového provozu; později technický ředitel řízení letového provozu [43]</i>

Tabulka 7 i tabulka 8 ukazují, že existuje řada závažných rizik, se kterými je třeba počítat, a proto navrhuji opatření a odpovědnosti, které je třeba zohledňovat v praxi. Především tabulka 8 ukazuje rizika, na jejichž zvládnutí je třeba výcvik personálu.

Sestavování plánů řízení rizik dle logiky odhalilo několik kritických míst, např. není všeobecně známo shromaždiště pro evakuaci, není vyzkoušeno uzavření letiště apod. Tyto oblasti představují do budoucna prostor pro zlepšení.

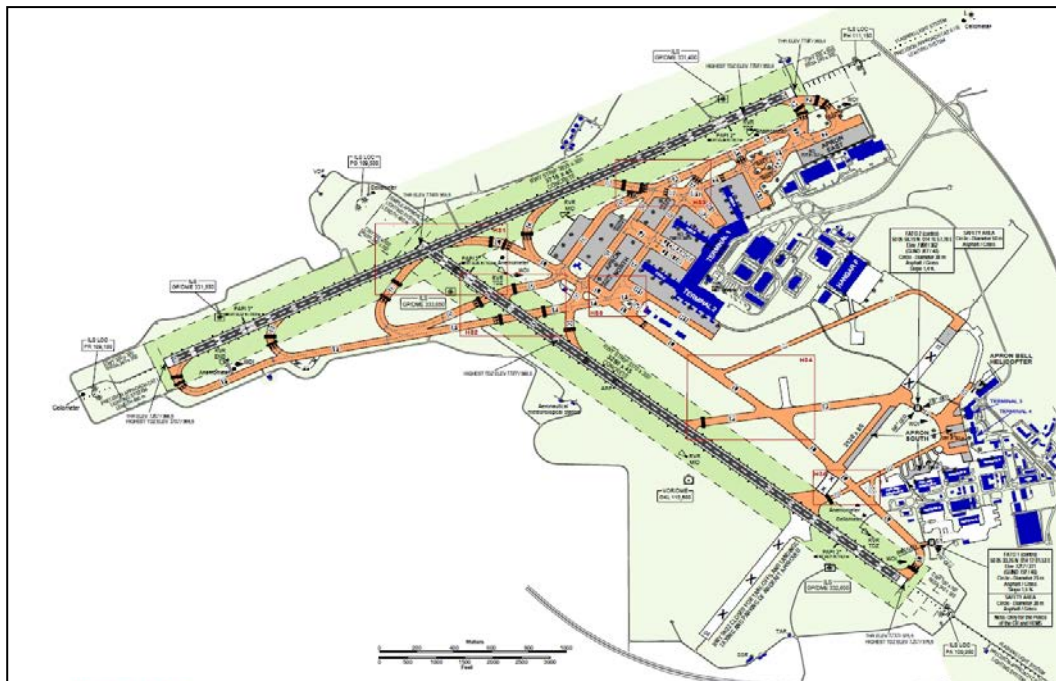
## 7. Vybrané scénáře pro krizové řízení

Na základě konceptu integrální bezpečnosti je třeba v letecké dopravě dbát nejen na prevenci, ale zároveň zajistit připravenost a schopnost odezvy na nežádoucí situace, které mohou vyvolat ztráty na lidských životech, ekonomické škody, ztrátu konkurenceschopnosti, ztrátu dopravní obslužnosti apod. Proto je třeba mít připraveny akceschopné krizové plány pro očekávané kritické situace. Dále jsou na základě analýzy dopravních nehod v předchozích kapitolách vybrány 2 kritické případy a jsou pro ně sestaveny plány odezvy, které vždy tvoří základní část akceschopného krizového plánu. Jde o: nouzové přistání dopravního letadla na letišti a požár v objektu řízení letového provozu.

### 7.1. Nouzové přistání na letišti

#### *Popis situace*

Mezinárodní letiště s nepřetržitým provozem, které je schopno odbavit až 15 mil. cestujících ročně. Jsou k dispozici 2 vzletové a přistávací dráhy (3715×45m a 3250×45m). Na letišti je poskytována služba řízení letového provozu, služba celního odbavení cestujících a nákladu a je na něm umístěna hasičská stanice. Zdravotnická záchranná služba je poskytována na vyžádání z přilehlých obcí s dojezdovým časem 10 minut. Schéma letiště je na obrázku 11.



Obrázek 11: Schéma mezinárodního letiště [53]

V čase T1 přijde žádost o povolení nouzového přistání civilního letadla plného cestujících z důvodu technické závady na letadle.

T1 + dT rozhodování na stanovišti řízení letového provozu, přistání povoleno a jsou zahájeny přípravy na pomoc, kdyby došlo k nebezpečné situaci. Postup činností:

1. **Zahájení kontinuálního monitoringu na provozní ploše letiště** - provede vedoucí směny letištní řídicí věže.
2. **Svolání krizového štábu letiště** - provede ředitel letiště. Použije text adresovaný: veliteli hasičského záchranného sboru, veliteli zdravotní záchranné služby letiště, veliteli policejních složek letiště a řediteli ŘLP.: „*Vážený kolego, dochází k nouzovému přistání civilního letadla plného cestujících, dostavte se neprodleně do krizového štábu.*”
3. Velitelé nouzových složek zajistí, aby na místo nouzového přistání byly poslány základní jednotky, aby se zabránilo časovému zpoždění odezvy, bude-li třeba, protože včasným zásahem se sníží ztráty na lidských životech i ztráty ekonomické.
4. Při letecké nehodě při nouzovém přistání zajistí vedoucí řídicí věže letiště **vyrozumění letištního personálu** telefonem nebo prostřednictvím pověřeného pracovníka, který bude zajišťovat nezbytné činnosti a provádět ochranná opatření. Text: „*Vážení kolegové, dochází k nouzovému přistání letadla + údaje v tabulce 9, zajistěte činnosti nezbytné pro zvládnutí nouzové situace dle dokumentu [54]. Postupujte dle checklistu v tabulce 10.*”

**Tabulka 9: Obsah hlášení pro vyrozumění o letecké nehodě [15]**

<b>Letecká nehoda (Accident)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Letecká nehoda</li><li>▪ Místo nehody - upřesnění vždy ve vztahu k příslušné RWY, TWY, technickým zařízením v areálu letiště nebo označením příslušného čtverce jednotné koordinační mapy letiště</li><li>▪ Typ letadla</li><li>▪ Volací znak</li><li>▪ Počet osob na palubě letadla (je-li známo)</li><li>▪ Množství LPH (je-li známo) v t (kg)</li><li>▪ Doplňující informace (charakter nehody, nebezpečný náklad, případně další upřesňující informace)</li></ul>
--

5. Varování pracovníků na letištní ploše a popř. všech osob v budovách letiště

„*Vážení kolegové, vážení cestující,*

*Dochází k nouzovému přistání velkého civilního letadla. Dbejte o své bezpečí a uposlechněte pokynů bezpečnostní složek a personálu letiště.*”

Tabulka 10: Checklist pro nouzové přistání na letišti [54]

Acknowledge	Separate	Support	Inform	Silence	Time
<b>NOUZOVÉ PŘISTÁNÍ NA LETIŠTI</b>					
<b>Vyhlas pohotovost vždy, když existuje možnost poškození letadla, nebo zranění osob!</b>					
<b>INFORMUJ</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Informuj HZS.</li><li>• Uvolni trasy pohybu HZS, nebo zastav dotčená letadla.</li><li>• Povol HZS vstup na provozní plochu.</li><li>• Informuj vedoucího směny.</li><li>• Zastav provoz v blízkosti letiště.</li><li>• Informuj záchranné koordinační středisko (RCC).</li><li>• Informuj provozovatele letadla (pokud je znám a je-li proveditelné).</li></ul>					
<b>PAMATUJ</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Před obnovením provozu na letišti je nutno ověřit spolehlivost zařízení pro přístrojové přiblížení.</li></ul>					
<b>OČEKÁVEJ</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Po dobu trvání zásahu snížení kategorie letiště pro požární a záchranné služby.</li></ul>					

#### 6. *Evakuace cestujících z letadla, jež nouzově přistálo*

- a) Letadlo nehoří - evakuaci cestujících a posádky provedou složky HZS dle stupně poškození letounu, a to buď standardní cestou pomocí pohyblivých schodů, nebo pomocí nouzových východů z letadla.
- b) Došlo k požáru - letištní HZS provádí hašení i evakuaci cestujících a posádky. S hašením v případě potřeby pomáhají přivolané jednotky HZS z okolí, které mohou pomoci jednotkám, které pracují pod vedením letištních hasičů (zásah je prováděn na základě smluv předem podepsaných a způsobem předem procvičeným).

## 7. *Obnova provozu letiště*

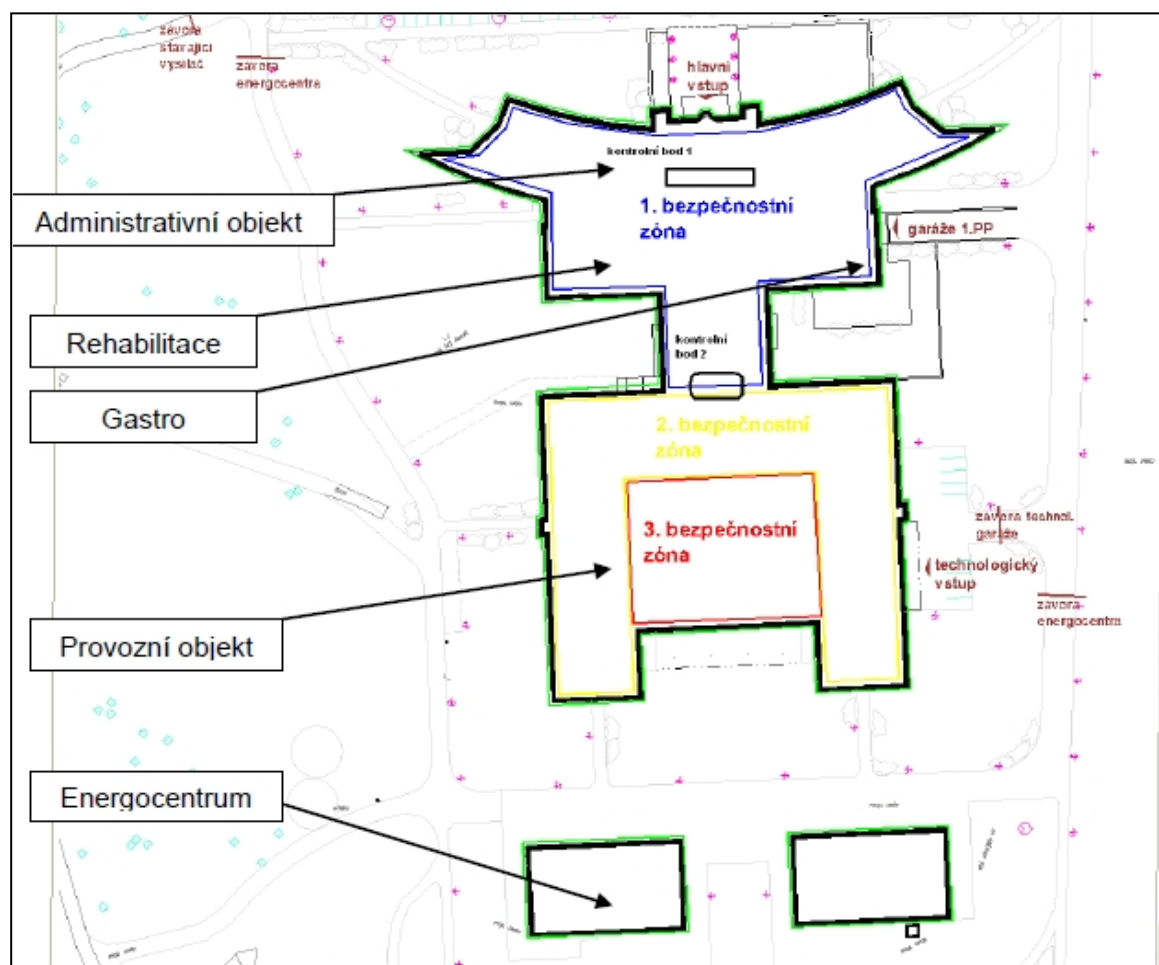
Odklizení troskek a úpravu letištní plochy provede HZS letiště [15].

Návrat letiště do normální situace zajistí pracoviště řízení letového provozu podle pokynu ředitele ŘLP [54].

### 7.2. Požár v objektu řízení letového provozu

#### *Popis situace*

Požár v provozním objektu řízení letového provozu, odkud jsou poskytovány letové provozní služby. Provozní budova řízení letového provozu je dělena do 3 bezpečnostních zón. V objektu se nachází automatické poplachové a hasící systémy, hasičská záchranná služba je k dispozici z blízkého mezinárodního letiště s dojezdovým časem 20 minut a zdravotnická záchranná služba z okolních obcí s dojezdovým časem 15 minut. Schéma objektu je na obrázku 12.



Obrázek 12: Schéma objektu řízení letového provozu [55]

V čase T1 vypukne požár v provozním objektu řízení letového provozu.

T1 + dT rozhodování na stanovišti řízení letového provozu a jsou zahájeny přípravy na vyklizení oblohy a evakuaci objektu. Postup činností:

1. **Zahájení kontinuálního monitoringu** – provede vedoucí směny na sále letových provozních služeb.
2. **Svolání krizového štábu** - provede ředitel řízení letového provozu. Použije text adresovaný: vedení řízení letového provozu, veliteli složek hasičského záchranného systému letiště, řediteli krajské záchranné služby, veliteli policejních složek přilehlé obce a starostovi přilehlé obce.: „*Vážený kolego, vypukl požár v provozní budově řízení letového provozu, dostavte se neprodleně do krizového štábu.*”
3. Velitelé nouzových složek zajistí, aby do objektu ŘLP byly poslány základní jednotky, aby se zabránilo časovému zpoždění odezvy, bude-li třeba, protože včasným zásahem se sníží ztráty na lidských životech i ztráty ekonomické.
4. Při vypuknutí požáru zajistí požární rozhlas **vyrozumění osob v objektu ŘLP** s výjimkou personálu na sále letových provozních služeb. Text: „*Vážený kolego, v objektu je vyhlášena evakuace. Žádáme zaměstnance pracující v objektu, aby se dostavili na místo evakuace a vyčkali dalších pokynů.*”
5. **Varování řídicích letového provozu a provozního personálu** na sále letových provozních služeb provede vedoucí směny. Použije text: „*Vážený kolego, v objektu je vyhlášena evakuace z důvodu požáru. Okamžitě zahajte postup pro nouzové vyklizení oblohy, aby mohla být zahájena evakuace stanoviště.*”

Od doby rozhodnutí o nutné evakuaci stanoviště je nutno dokončit činnosti související s poskytováním letových provozních služeb co nejdříve, nejpozději však v takovou dobu, aby byli pracovníci schopni opustit objekt do 30 minut od doby vyhlášení evakuace nebo do jiného časového limitu, byl-li stanoven. Tento postup je nazýván vyklizením oblohy, jehož jednotlivé kroky jsou uvedeny v tabulce 11.



Tabulka 11: Postup pro nouzové vyklízení oblohy [12]

<b>VYKLÍZENÍ OBLOHY</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V PŘÍPADECH NENADÁLÝCH SITUACÍ, KTERÉ SI TAKOVÉ ROZHODNUTÍ VYŽÁDAJÍ</li> </ul>	
<b>INFORMUJ</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Všechna pracoviště řízení letového provozu.</li> <li>• Zastav odlety z hlavních a blízkých letišť.</li> <li>• Okolní stanoviště a požádej o:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ pomoc</li> <li>○ omezení vstupujícího provozu.</li> </ul> </li> <li>• Vedoucího směny.</li> </ul>	
<b>VEDOUcí SMĚNY</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informuje všechny řídicí sektory o vzniklé situaci.</li> <li>• Vypomáhá na jednotlivých pracovních místech podle potřeby.</li> </ul>	
<b>PŘEDÁNÍ LETADEL</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Po koordinaci řídicí letového provozu předá letadla v nekonfliktních letových hladinách na sousední stanoviště.</li> <li>• Po předání řízení posledního letadla řídicí letového provozu vypomáhá podle pokynů vedoucího směny na jiných sektorech.</li> </ul>	
<b>KOORDINACE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinuje se předání letadel v nekonfliktních letových hladinách na sousední stanoviště.</li> </ul>	

## 6. Evakuace osob

- a) Osoby nacházející se mimo sál letových provozních služeb opustí objekt řízení letového provozu okamžitě po vyhlášení evakuace rozhlasem některou z nechráněných únikových cest a soustředí se na evakuační místo před objektem.
- b) Osoby nacházející se na sále letových provozních služeb, včetně těch, které nemají přímou účast na „vyklízení oblohy”, vyčkají na pokyn vedoucího směny, aby zahájili evakuaci chráněnou únikovou cestou. Ta by měla poskytnout bezpečnou únikovou cestu z objektu po dobu několika desítek minut. V celém objektu jsou instalovány informační tabulky s vyznačením směru na místo evakuace osob. Postup evakuace osob je popsán v tabulce 12.



Tabulka 12: Checklist pro evakuaci objektu ŘLP [12]

<b>EVAKUACE OBJEKTU ŘLP</b>	
<b>OZNÁMENÍ O EVAKUACI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mimo sál letových provozních služeb proběhne oznámení o evakuaci požárním rozhlasem, na sále letových provozních služeb jej zajistí vedoucí směny.</li></ul>
<b>POHYB OSOB</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Personál využije k evakuaci:<ul style="list-style-type: none"><li><b>Nechráněnou únikovou cestu</b> - pokud se nachází mimo sál letových provozních služeb.</li><li><b>Chráněnou únikovou cestu</b> - pokud se nachází na sále letových provozních služeb.</li></ul></li></ul>
<b>PROVOZ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Vedoucí směny rozhodne o vhodných opatřeních:<ul style="list-style-type: none"><li>Regulace toku.</li><li>Uzavření vzdušného prostoru.</li></ul></li></ul>

#### 7. *Přechod na záložní pracoviště*

V případě, že výpadek pracoviště řízení letového provozu bude delší než 30 minut [12], tak službu převezme záložní pracoviště řízení letového provozu na letištní řídicí věži nejbližšího mezinárodního letiště. Toto pracoviště shromažďuje dotazy a předává ostatním služebnám známé informace do doby, než dojde k obnovení služeb z normálního pracoviště [12].

#### 8. *Přechod ze záložního pracoviště do obnoveného normálního pracoviště*

Za urychlené odstranění škod v zájmu obnovení poskytování letových provozních služeb z běžného pracoviště odpovídá provozovatel objektu řízení letového provozu [56]. Doba odstranění závisí na rozsahu poškození objektu. Návrat do objektu je z důvodu bezpečnosti poskytovaných služeb možný až po zkušebním provozu [56].

#### 9. *Obnova provozu ve vzdušném prostoru z normálního pracoviště*

V rámci zkušebního provozu obnoveného objektu budou letové provozní služby poskytovány částečně ze záložního a částečně z běžného pracoviště [56]. Po přechodu na obnovené normální pracoviště zůstane záložní pracoviště v pohotovostním provozu po nezbytně nutnou dobu [56].

## Závěr

V roce 2015 bylo celosvětově přepraveno okolo 3,7 mld. cestujících, což je asi polovina světové populace, a provedeno cca 34 milionů letů. V porovnání s uvedenými čísly je 16 fatálních nehod dopravních letadel a 560 zmařených lidských životů ve stejném roce příznivým výsledkem vypovídajícím o dobré úrovni bezpečí v civilní letecké dopravě, zejména v porovnání s ostatními druhy dopravy. Nízký počet nehod je výsledkem trvalého úsilí v dané oblasti, jak ze strany mezinárodních leteckých organizací (např. ICAO, IATA,...), tak i ze strany národních leteckých úřadů.

Méně příznivý je fakt, že příčiny leteckých nehod se neustále opakují, a to v dlouhodobém časovém horizontu. Rizika v letovém provozu totiž přetrvávají a přibývají nová. Pro účely diplomové práce bylo vybráno 30 závažných událostí v letovém provozu, k nimž došlo v uplynulých 20 - ti letech a na základě závěrečných zpráv z jejich vyšetřování byla identifikována a analyzována rizika s nimi spojená. Po doplnění faktů z další sestavené databáze leteckých nehod byly zdroje rizik rozděleny do 5 okruhů, jmenovitě technické, řízení letového provozu, ovládání letadla, útok na letadlo a jiné. Pro vyhodnocení dopadů těchto pohrom na chráněná aktiva byla použita analýza, syntéza, hodnocení, metoda „What – If“, případová studie, diagram rybí kosti a rekognoskace.

Na základě vyhodnocení dat a dopadů pohrom na chráněná aktiva byla navržena opatření na zvýšení bezpečnosti systému letového provozu v oblasti technické, provozní a bezpečnostní.

Návrhy opatření pro zvýšení bezpečnosti letového provozu v technické oblasti jsou cíleny na:

- **systemy nouzového určování polohy letadla** – technicky vyspělejší a odolnější systémy pro nouzové určení polohy letounu kdekoliv na světě, včasná aktivace a prodloužení doby činnosti z 30 na 90 dnů;
- **záznam letových dat** – nahrazení zastaralé technologie zápisu na magnetické pásky modernější technologií s větší kapacitou, aby nedocházelo k přemazávání údajů;

- **testování proudových motorů na střet s ptactvem** – úprava výkonu dmychadla během testování, aby více odpovídalo reálné praxi;
- **ovládání kormidel** – vybavit palubní systémy varováním na nebezpečné výchylky směrového a výškového kormidla ve vysokých rychlostech;
- **přistání na vodní hladině** – zařadit do certifikačních testů letadel přistání na vodní hladině bez funkčních pohonných jednotek.

Návrhy opatření pro zvýšení bezpečnosti letového provozu v provozní oblasti jsou cíleny na:

- **řízení letového provozu** – důsledně dohlížet na dodržování režimu práce, bezpečnostních přestávek a pracovního volna, důsledným slučováním a rozdělováním pracovních pozic zajistit, aby řídicí letového provozu nebyli dlouhodobě vystavováni příliš vysoké, ale ani nízké provozní zátěži;
- **způsob ovládání letadla** – nenahrazovat příliš praktické letové hodiny létáním na simulátoru, jak umožňují osnovy, aby se vytvořily elementární pilotní návyky v reálném prostředí;
- **manuální řízení ve vysokých letových hladinách** – důkladně piloty vycvičit na techniku manuální pilotáže ve vysokých letových hladinách při poruše palubních přístrojů;
- **spolupráci vícepilotních posádek** – vytvoření menších pracovních skupin ve velkých aerolinkách, aby se piloti osobně poznali a dokázali lépe komunikovat v krizových situacích;
- **povinné úkony posádky v případě nenadálých situací** – připravit nouzové checklisty pro situace s kritickým nedostatkem času a poskytnout je pilotům elektronicky.

Návrhy opatření pro zvýšení bezpečnosti letového provozu v oblasti provozní bezpečnosti jsou cíleny na:

- **bezpečnostní prohlídky na letištích** – zaměřit se na menší letiště vyhledávané zejména nízkonákladovými aeroliniemi a věnovat jim náležitou pozornost;
- **dohled nad personálem** – zajistit trvalý dohled nad zdravotní a profesní způsobilostí veškerého provozního personálu ve všech částech světa;

- **přítomnost členů posádky v pilotní kabině** – zajistit trvalou přítomnost alespoň 2 členů posádky v pilotní kabině a neupouštět od psychologického prověřování pilotů;
- **bezletové oblasti** – zlepšit výměnu informací o nebezpečných oblastech mezi jednotlivými státy a leteckými provozovateli;
- **kyberterorismus** - cvičit letový i pozemní personál na práci s částečně, nebo i plně nefunkčními technickými systémy vlivem narušení kybernetických propojení;
- **cestující** – zvládnout problémové cestující a v případě potřeby provést přistání na náhradním letišti.

Je třeba reagovat na stále nové zdroje rizika a z každé havárie či nehody si vzít poučení tak, jak to učí inženýrství rizik. Některá rizika nelze odstranit, lze pouze zmírňovat jejich následky. Některá rizika v letovém provozu lze řešit jedinečně proaktivně, snahou je však aplikovat preventivní řešení na co nejvyšší počet případů. Jak ukazují šetření leteckých nehod a incidentů, rizika v letovém provozu nejsou izolovaná, nýbrž provázaná. Na selhání systému se většinou podílí selhání více prvků leteckého systému. Proto je potřeba vytvářet komplexní plány pro řešení nenadálých situací v letovém provozu, které by rozdělovaly činnosti a odpovědnost mezi jednotlivé zúčastněné subjekty.

V práci jsou vytvořeny 2 konkrétní nástroje, a to plán řízení rizik a scénáře krizového řízení.

Plán řízení rizik je vytvořen pro dva případy, a to pro zvládnutí rizik spojených s letadlem v provozu a stanovištěm řízení letového provozu na letišti. Plány obsahují oblast rizika, popis příčiny rizika, pravděpodobnost výskytu, dopady rizika, opatření na zmírnění rizika a odpovědnost. Oblasti rizik spojených s letadlem v provozu jsou:

- **organizační** (ztráta orientace, chybné vyhodnocení situace, špatná spolupráce posádky, nezvladatelný cestující);
- **technická** (výpadek motoru, výpadek výškoměru, úbytek kyslíku na palubě);
- **narušení bezpečnosti letadla z vnitřních příčin** (požár v kabině, požár v zavazadlovém prostoru);

- **narušení bezpečnosti letadla z vnějších příčin** (velké propadnutí letadla, velký elektrický výboj, útok cizího letadla);
- **kybernetická** (ztráta spojení, hackerský útok na systém řízení letadla, podivné hlášení – neobvyklá aktivace senzorů).

Oblasti rizik spojených s provozem letiště jsou:

- **organizační** (neposkytnutí nebo poskytnutí nesprávné informace letadlu, umístění letadla na nesprávnou dráhu, neschopnost pomoci letadlu v nesnázích, zmatek na pracovišti z důvodu vnějšího zásahu jako je např. požár);
- **technická** (špatný stav dráhového systému letiště, špatné rozmístění techniky na letišti, nefunkční varovný systém);
- **vnější podmínky** (mlha, zaplavení / zasněžení letiště, fyzický útok na letiště nebo stanoviště řízení letového provozu);
- **kybernetická** (ztráta spojení, hackerský útok na systém řízení letového provozu).

V práci jsou obsaženy scénáře krizového řízení pro případ realizace vysoce závažných rizik v letovém provozu, konkrétně nouzové přistání dopravního letadla na letišti a požár v provozním objektu řízení letového provozu. Pro krizové řízení jsou klíčové jednoznačné a stručné postupy popsány v checklistech. Jejich podoba vychází z nauky o krizovém řízení a zkušeností z provozu.

Scénář krizového řízení pro nouzové přistání dopravního letadla na letišti obsahuje:

- **popis situace** (mezinárodní letiště s nepřetržitým provozem);
- **zahájení kontinuálního monitoringu na provozní ploše letiště** (provede vedoucí směny letištní řídicí věže);
- **svolání krizového štábu letiště** (provede ředitel letiště);
- **vyrozumění letištního personálu** (telefonem nebo prostřednictvím pověřeného pracovníka);
- **varování pracovníků na letištní ploše a popř. všech osob v budovách letiště;**
- **evakuace cestujících z letadla, jež nouzově přistálo;**
- **obnova provozu letiště.**

Scénář krizového řízení pro požár v provozním objektu řízení letového provozu obsahuje:

- ***popis situace*** (objekt, odkud jsou poskytovány letové provozní služby);
- ***zahájení kontinuálního monitoringu na provozní ploše letiště*** (provede vedoucí směny na sále letových provozních služeb);
- ***svolání krizového štábu*** (provede ředitel řízení letového provozu);
- ***vyrozumění osob v objektu ŘLP*** (prostřednictvím požárního rozhlasu);
- ***varování řídicích letového provozu a provozního personálu;***
- ***evakuace osob*** (ze sálu letových provozních služeb i mimo něj);
- ***přechod na záložní pracoviště;***
- ***přechod ze záložního pracoviště do obnoveného normálního pracoviště;***
- ***obnova provozu ve vzdušném prostoru z normálního pracoviště.***

Sestavování krizových scénářů dle logiky odhalilo několik kritických míst, např. není cvičeno svolání krizového štábu, není vyzkoušen přechod na nouzové (náhradní) pracoviště apod. Tyto oblasti představují do budoucna prostor pro zlepšení.

## Použitá literatura

- [1] PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Analýza a řízení rizik*. Praha: ČVUT, 2011. ISBN 978-80-01-04841-2.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. Praha: ČVUT, 2011. ISBN 978-80-01-04842-9.
- [3] PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Přednášky k předmětu Management a analýza rizik*. Praha: ČVUT, 2015.
- [4] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Provoz letadel*. In: L6/I [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2014 [cit. 2015-10-14]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [5] KRISTEK, Jaroslav. *Letadla a principy letu*. Učební text pro řídící letového provozu, ŘLP ČR, s.p., Sekce letecká škola, 2009.
- [6] LNĚNIČKA, Jaroslav. *Akademie letectví* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-02-20]. Dostupný z: <http://www.airspace.cz/akademie/rocnik/2010/03/sily.php>
- [7] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Pravidla létání*. In: L2 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2014 [cit. 2015-10-12]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [8] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Letové provozní služby*. In: L11 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2014 [cit. 2015-10-14]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [9] KLÍMA, Richard. *Právní režim vzdušného prostoru se zřetelem na postavení poskytovatelů služeb řízení letového provozu*. Rigorózní práce, Masarykova Univerzita v Brně, Právnická fakulta, 2007.

- [10] HELEBRANT, Vojtěch. *Právní aspekty řízení mezinárodního letového provozu s důrazem na vymezení rozsahu odpovědnosti jednotlivých subjektů*. Diplomová práce, Západočeská univerzita v Plzni, Právnická fakulta, 2013.
- [11] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Řídící směrnice nestandardních provozních stavů v ŘLP ČR, s.p.*. Jeneč, 2014.
- [12] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Plán řešení nestandardních provozních stavů na ACC Praha*. Jeneč, 2015.
- [13] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Postupy pro letové navigační služby – Uspořádání letového provozu*. In: L4444 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2012 [cit. 2015-10-15]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [14] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Předpis o odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů*. In: L13 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2013 [cit. 2016-02-17]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [15] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Vyhlašování stupňů pohotovosti na LKPR a pravidla spolupráce TWR a HZS LP*. Jeneč, 2014.
- [16] MIKA, Ladislav. *Letecká provozní bezpečnost ve světě v roce 2015. Letectví + kosmonautika*. 2016, roč. 92, č. 2, s. 50-52. ISSN 0024-1156.
- [17] INTERNATIONAL BUSINESS TIMES. *How Many Planes Crash Every Year, And How Many People Die In Plane Crashes?* [online]. 2014-03-10 [cit. 2016-03-26]. Dostupný z: <http://www.ibtimes.com/how-many-planes-crash-every-year-how-many-people-die-plane-crashes-chart-1560554>
- [18] BUREAU OF AIRCRAFT ACCIDENTS ARCHIVES. *General Statistics* [online]. 2016 [cit. 2016-03-26]. Dostupný z: <http://www.baaa-acro.com/general-statistics/>



- [19] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *In-flight Breakup Over the Atlantic Ocean Trans World Airlines Flight 800, Boeing 747-141, N93119* [online]. 2000 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z:  
<http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0003.aspx>
- [20] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Controlled Flight Into Terrain, Korean Air Flight 801, Boeing 747-300, HL7468* [online]. 2000 [cit. 2016-03-24]. Dostupný z:  
<http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0001.aspx>
- [21] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Loss of Control and Impact with Pacific Ocean, Alaska Airlines Flight 261, McDonnell Douglas MD-83, N963AS, about 2.7 miles north of Anacapa Island, California* [online]. 2002 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z:  
<http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0201.aspx>
- [22] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *B744, Taipei Taiwan, 2000* [online]. 2002 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z:  
[http://www.skybrary.aero/index.php/B744,\\_Taipei\\_Taiwan,\\_2000](http://www.skybrary.aero/index.php/B744,_Taipei_Taiwan,_2000)
- [23] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *MD87 / C525, Milan Linate, 2001* [online]. 2004 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z:  
[http://www.skybrary.aero/index.php/MD87/\\_C525,\\_Milan\\_Linate,\\_2001](http://www.skybrary.aero/index.php/MD87/_C525,_Milan_Linate,_2001)
- [24] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *In-Flight Separation of Vertical Stabilizer American Airlines Flight 587, Airbus Industrie A300-605R, N14053* [online]. 2004 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z:  
<http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0404.aspx>
- [25] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *B742, en-route, Penghu Island Taiwan, 2002* [online]. 2002 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z:  
[http://www.skybrary.aero/index.php/B742,\\_enroute,\\_Penghu\\_Island\\_Taiwan,\\_2002](http://www.skybrary.aero/index.php/B742,_enroute,_Penghu_Island_Taiwan,_2002)

- [26] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *T154 / B752, en-route, Uberlingen Germany, 2002* [online]. 2004 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: [http://www.skybrary.aero/index.php/T154/\\_B752,\\_enroute,\\_Uberlingen\\_Germany,\\_2002](http://www.skybrary.aero/index.php/T154/_B752,_enroute,_Uberlingen_Germany,_2002)
- [27] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Loss of Pitch Control During Takeoff Air Midwest Flight 5481, Raytheon (Beechcraft) 1900D, N233YV* [online]. 2004 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: <http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0401.aspx>
- [28] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Controlled Flight Into Terrain, Learjet 35A, N30DK* [online]. 2006 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: <http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAB0605.aspx>
- [29] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *B733, en-route, Grammatiko Greece, 2005* [online]. 2005 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: [http://www.skybrary.aero/index.php/B733,\\_enroute,\\_Grammatiko\\_Greece,\\_2005](http://www.skybrary.aero/index.php/B733,_enroute,_Grammatiko_Greece,_2005)
- [30] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Midair Collision over Amazon Jungle* [online]. 2008 [cit. 2016-03-24]. Dostupný z: [http://www.nts.gov/safety/safety-recs/RecLetters/A07\\_35\\_37.pdf](http://www.nts.gov/safety/safety-recs/RecLetters/A07_35_37.pdf)
- [31] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *B772, London Heathrow UK, 2008* [online]. 2010 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: [http://www.skybrary.aero/index.php/B772,\\_London\\_Heathrow\\_UK,\\_2008](http://www.skybrary.aero/index.php/B772,_London_Heathrow_UK,_2008)
- [32] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Crash of Cessna 500, N113SH, Following an In-Flight Collision with Large Birds* [online]. 2009 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: <http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0905.aspx>

- [33] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Loss of Thrust in Both Engines, US Airways Flight 1549 Airbus Industrie A320-214, N106US* [online]. 2010 [cit. 2016-03-25]. Dostupný z: <http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR1003.aspx>
- [34] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *A332, en-route, Atlantic Ocean, 2009* [online]. 2012 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: [http://www.skybrary.aero/index.php/A332,\\_en-route,\\_Atlantic\\_Ocean,\\_2009](http://www.skybrary.aero/index.php/A332,_en-route,_Atlantic_Ocean,_2009)
- [35] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *T154, vicinity Smolensk Russian Federation, 2010* [online]. 2011 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: [http://www.skybrary.aero/index.php/T154,\\_vicinity\\_Smolensk\\_Russian\\_Federation,\\_2010](http://www.skybrary.aero/index.php/T154,_vicinity_Smolensk_Russian_Federation,_2010)
- [36] THE AVIATION HERALD. *Crash: Yak Service YK42 at Yaroslavl on Sep 7th 2011, failed to climb on takeoff* [online]. 2012 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: <http://avherald.com/h?article=4428da13/0014&opt=7168>
- [37] NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *Steep Climb and Uncontrolled Descent During Takeoff* [online]. 2015 [cit. 2016-03-24]. Dostupný z: [http://www.nts.gov/investigations/Pages/2013\\_Bagram.aspx](http://www.nts.gov/investigations/Pages/2013_Bagram.aspx)
- [38] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Interní databáze událostí v letovém provozu*. Jeneč, 2016.
- [39] THE AVIATION HERALD. *Crash: Tatarstan B735 at Kazan on Nov 17th 2013, crashed on go-around* [online]. 2015 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: <http://avherald.com/h?article=46b9ecbc>
- [40] DUTCH SAFETY BOARD. *Investigation crash MH17, 17 July 2014 Donetsk* [online]. 2015 [cit. 2016-03-25]. Dostupný z: <http://www.onderzoeksraad.nl/en/onderzoek/2049/investigation-crash-mh17-17-july-2014>

- [41] SKYBRARY AVIATION SAFETY. *MD83 En route south east of Gossi, Mali 2014* [online]. 2014 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: [http://www.skybrary.aero/index.php/MD83\\_En\\_route\\_south\\_east\\_of\\_Gossi,\\_Mali\\_2014](http://www.skybrary.aero/index.php/MD83_En_route_south_east_of_Gossi,_Mali_2014)
- [42] THE AVIATION HERALD. *Crash: Germanwings A320 near Barcelonnette on Mar 24th 2015, first officer alone in cockpit, initiated rapid descent, aircraft impacted terrain* [online]. 2015 [cit. 2016-04-21]. Dostupný z: <http://avherald.com/h?article=483a5651>
- [43] IATA: <http://www.iata.org/>
- [44] [www.airdisaster.com](http://www.airdisaster.com)
- [45] KOUBA, Karel. *Metody příčinného vysvětlení v kvalitativním politologickém výzkumu*. Disertační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2011.
- [46] YIN, Robert K.. *Case study research: design and methods*. Los Angeles: Sage, 2009. ISBN 978-1-4129-6099-1.
- [47] PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Plány řízení rizik usnadňují řízení podniků zacílené na rozvoj*. In: *Rizika podnikových procesů 2014*. Tištěný - ISBN: 978-80-7414-766-1. Elektronický – ISBN: 978-80-7414-767-8. Ústí n. L: UJEP 2014,73-80.
- [48] PROCHÁZKA, Jan a Dana PROCHÁZKOVÁ. *Akceschopný krizový plán pro bezpečnostní a zdravotní rizika*. In: *Ochrana obyvatelstva*. ISBN: 978-80-87727-11-9. Praha: ČVUT 2015, 100-116.
- [49] PROCHÁZKA, Jan, Marek PRAŽAN a Dana PROCHÁZKOVÁ. *Příčiny organizačních havárií v civilním leteckém provozu*. In: *Sborník příspěvků konference Young Transportation Engineers Conference 2016*. ISBN: 978-80-01-06016-2. Praha: ČVUT 2016, 10p.

- [50] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Letiště*. In: L14 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2016 [cit. 2016-11-02]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [51] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. *Ochrana mezinárodního civilního letectví před protiprávními činy*. In: L17 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2016 [cit. 2016-11-02]. Dostupný z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [52] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Provozní manuál ATS*. Jeneč, 2015.
- [53] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Letecká informační příručka*. Jeneč, 2016.
- [54] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Plán řešení nestandardních provozních stavů na TWR Ruzyně*. Jeneč, 2014.
- [55] ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, s.p. *Provozní řád IATCC Praha*. Jeneč, 2012.
- [56] EUROCONTROL. *Guidelines for Contingency Planning of Air Navigation Services* [online]. 2009 [cit. 2016-11-17]. Dostupný z: <http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/article/content/documents/nm/safety/safety-guidelines-contingency-planning-ans-2009.pdf>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Obvyklé schéma pro řízení rizika [1].....	15
Obrázek 2: Síly působící na letadlo během stoupání [6] .....	19
Obrázek 3: Síly působící na letadlo během klesání [6] .....	20
Obrázek 4: Proces řešení nestandardních provozních stavů [11] .....	26
Obrázek 5: Příklady událostí hodnocených dle závažnosti nehod a incidentů [14] .....	32
Obrázek 6: Definice četnosti výskytu leteckých nehod a incidentů [14] .....	33
Obrázek 7: Graf vývoje letecké provozní bezpečnosti ve světě [16] .....	46
Obrázek 8: Letecké nehody a incidenty ve světě v období 1918 až 03/2014 [17] .....	47
Obrázek 9: Příčiny závažných incidentů v letovém provozu [Autor] .....	56
Obrázek 10: Roztřídění příčin dopravních nehod civilních letadel [49] .....	60
Obrázek 11: Schéma mezinárodního letiště [53].....	81
Obrázek 12: Schéma objektu řízení letového provozu [55] .....	84

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Databáze vybraných pohrom v letovém provozu [Autor] .....	48
Tabulka 2: Dopady zřícení Boeingu 747-400 na chráněná aktiva [Autor].....	61
Tabulka 3: Dopady vzdušné srážky dopravních letadel na chráněná aktiva [Autor] .....	63
Tabulka 4: Dopady nárazu do terénu Boeingu 747-300 na chráněná aktiva [Autor].....	66
Tabulka 5: Dopady sestřelení Boeingu 777-200 na chráněná aktiva [Autor].....	68
Tabulka 6: Dopady nouzového přistání na vodní hladinu na chráněná aktiva [Autor] ..	70
Tabulka 7: Plán řízení rizik pro letadlo [Autor] .....	78
Tabulka 8: Plán řízení rizik pro letiště [Autor].....	79
Tabulka 9: Obsah hlášení pro vyrozumění o letecké nehodě [15].....	82
Tabulka 10: Checklist pro nouzové přistání na letišti [54].....	83
Tabulka 11: Postup pro nouzové vyklížení oblohy [12].....	86
Tabulka 12: Checklist pro evakuaci objektu ŘLP [12].....	87