



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta dopravní

Bc. Dita Dudová

Posouzení bezpečnosti přístrojových přiblížení

Diplomová práce

**2015**



**K621** ..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Dita Dudová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Posouzení bezpečnosti přístrojových přiblížení**

Název tématu (anglicky): Instrument Approach Safety Assessment

### **Zásady pro vypracování**

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

- Úvod
- Základní rozdělení jednotlivých typů přiblížení a jejich bezpečnostních charakteristik daných zkušenostmi z provozu
- Společné charakteristiky nebezpečí a rizik pro jednotlivé typy přiblížení
- Expertní posouzení a ověření klíčových charakteristik přiblížení vedoucích ke vzniku rizik
- Shrnutí a doporučení
- Závěr

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce

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

Seznam odborné literatury: Vladimír Soldán: Letové postupy a provoz letadel  
Letecký předpis L 8168  
Flight Safety Foundation - www.flightsafety.org  
Analyzing aviation safety: Problems, challenges, opportunities

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jakub Kraus**  
**Ing. Peter Vittek**

Datum zadání diplomové práce:

**31. července 2014**

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

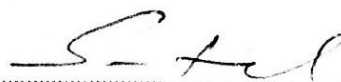
Datum odevzdání diplomové práce:

**31. května 2015**

- 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. Daniel Hanus, CSc.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....  
Bc. Dita Dudová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....31. července 2014

## Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Jakubu Krausovi za odborné vedení, trpělivost a poskytování věcných rad při zpracovávání mé práce.

Děkuji také své rodině a Bc. Václavu Kroutilovi za podporu během celého mého studia.

## Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

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).

V Praze dne

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

## Posouzení bezpečnosti přístrojových přiblížení

diplomová práce

Dita Dudová

### Abstrakt

Tato práce má za cíl posoudit bezpečnost přiblížení podle přístrojů. Základním zdrojem dat pro řešení této problematiky jsou letecké nehody a incidenty, které jsou v práci podrobně analyzovány. Výsledky analýzy, podpořené výpověďmi zkušených pilotů, poskytují názorný přehled rizik a nebezpečí, hrozících při provádění přístrojových přiblížení. Na základě zjištěných údajů jsou vytvořena řešení, která vedou k eliminaci těchto hrozeb a přispívají tak ke zvýšení bezpečnosti provozu.

### Klíčová slova

Přiblížení podle přístrojů, letecké nehody, letecké incidenty, zhodnocení rizik, návrh řešení

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

## Instrument Approach Safety Assessment

Master's Thesis

Dita Dudová

### Abstract

The objective of this paper is to assess safety of instrument approaches. In the process of dealing with this issue, aviation accidents and incidents serve as a fundamental source of information and this information is minutely analyzed in the work. The outcome of the analysis, supported by reports of experienced pilots, provides us with an illustrative overview of the risks and hazards associated with instrument approaches. Based on the discovered data, appropriate solutions which lead to minimizing the threats and contributing to enhance safety are established.

### Key words

Instrument approach procedures, aviation accidents, aviation incidents, risk assessment, solution proposal

# Obsah

Seznam použitých zkratk:	8
1 Úvod	11
2 Základní rozdělení jednotlivých typů přiblížení a jejich bezpečnostních charakteristik daných zkušenostmi z provozu	13
2.1 Fáze přiblížení	16
2.1.1 Příletová trať	16
2.1.2 Počáteční přiblížení	17
2.1.3 Střední přiblížení	19
2.1.4 Konečné přiblížení	20
2.1.5 Nezdařené přiblížení	20
2.2 Typy přístrojových přiblížení	21
2.2.1 Přesné přiblížení	22
2.2.2 Přiblížení s vertikálním vedením	24
2.2.3 Nepřesné přístrojové přiblížení	25
2.2.4 Přiblížení okruhem	27
2.2.5 Vizuální přiblížení	28
3. Společné charakteristiky nebezpečí a rizik pro jednotlivé typy přiblížení	29
3.1 Metodika analýzy nehod a incidentů	30
3.2 Příčiny nehod a incidentů	31
3.2.1 Prostředí	32
3.2.2 Posádka	34
3.3 Faktory přispívající ke vzniku nehod a incidentů	36
3.3.1 Kritéria stabilizovaného přiblížení	39
3.4 Následky nehod a incidentů	40
3.4.1 Vymezení pojmů letecká nehoda a letecký incident	40

3.5	Nebezpečí a rizika jednotlivých druhů přiblížení .....	42
3.5.1	Nebezpečí a rizika přiblížení ILS.....	42
3.5.2	Nebezpečí a rizika přiblížení VOR/DME .....	44
3.5.3	Nebezpečí a rizika přiblížení NDB/DME .....	47
3.5.4	Nebezpečí a rizika přiblížení RNAV(GNSS) .....	49
3.5.5	Nebezpečí a rizika přiblížení okruhem.....	51
4	Expertní posouzení a ověření klíčových charakteristik přiblížení vedoucích ke vzniku rizik .....	54
4.1	Všeobecné chyby pilotů a rizika spojené s přiblíženími podle přístrojů .....	54
4.2	Chyby a rizika spojené s přesným přiblížením ILS .....	55
4.3	Chyby a rizika spojené s nepřesnými přístrojovými přiblíženími .....	56
4.3.1	Přiblížení VOR/DME.....	57
4.3.2	Přiblížení NDB/DME.....	58
4.3.3	Přiblížení RNAV (GNSS) .....	59
4.4	Chyby a rizika spojené s přiblížením okruhem.....	60
5	Shrnutí a doporučení.....	62
5.1	Proč jsou nepřesná přístrojová přiblížení rizikovější než přiblížení přesná .....	62
5.2	Rizikovitost nepřesných přístrojových přiblížení .....	63
5.3	Rizikovitost přiblížení okruhem.....	65
5.4	Návrh řešení pro eliminaci konkrétních rizik .....	66
5.5	Všeobecná doporučení .....	71
5.5.1	Postupy .....	71
5.5.2	Vybavení .....	72
5.5.3	Výcvik .....	72
	Závěr.....	74
	Použité zdroje .....	76
	Literatura.....	76



Internetové zdroje .....	76
Seznam obrázků.....	79
Seznam tabulek.....	80
Seznam příloh.....	80
Přílohy .....	81

## Seznam použitých zkratk:

AAIB	Air Accidents Investigation Branch	Úřad pro vyšetřování leteckých nehod
ADF	Automatic Direction Finder	Automatický radiokompas
AIP	Aeronautical Information Publication	Letecká informační příručka
APV	Approach Procedure with Vertical guidance	Přiblížení s vertikálním vedením
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Automatická informační služba koncové řízené oblasti
ATSB	Australian Transport Safety Bureau	Australský úřad pro bezpečnost dopravy
CDFA	Continuous Descent Final Approach	Technika přiblížení stálým klesáním
CDI	Course Deviation Indicator	Indikátor odchylky od trati
CFIT	Controlled Flight Into Terrain	Řízený let do terénu
CRM	Crew Resource Management	Optimalizace činnosti letové posádky
CVR	Cockpit Voice Recorder	Zapisovač zvuků v kokpitu
DA/H	Decision altitude/height	Nadmořská výška/výška rozhodnutí
DME	Distance Measuring Equipment	Měřič vzdálenosti
EGPWS	Enhanced GPWS	Rozšířený GPWS
FAF	Final Approach Fix	Fix konečného přiblížení
FAP	Final Approach Point	Bod konečného přiblížení
FDR	Flight Data Recorder	Zapisovač letových dat
Ft	Feet	Stopa
GA	Go-around	Opakování postupu
GBAS	Ground Based Augmentation System	System s pozemním rozšířením
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální navigační satelitní systém
GP	Glide Path	Sestupový radiomaják
GPS	Global Positioning System	Globální polohovací systém
GPWS	Ground Proximity Warning System	System varování před blízkostí země
HL	Height Loss	Ztráta výšky
HSI	Horizontal Situational Indicator	Indikátor horizontální situace
IAF	Initial Approach Fix	Fix počátečního přiblížení
IAS	Indicated Airspeed	Indikovaná vzdušná rychlost

IF	Intermediate Fix	Fix středního přiblížení
IFR	Instrument Flight Rules	Let podle přístrojů
ILS	Instrument Landing System	Přesný přibližovací systém
IMC	Instrument meteorological conditions	Meteorologické podmínky pro let podle přístrojů
ISA	International Standard Atmosphere	Mezinárodní standardní atmosféra
LLZ	Localizer	Kurzový radiomaják
LNAV	Lateral Navigation	Směrová navigace
LOFT	Line Oriented Flight Training	Letově orientovaný výcvik
LPV	Localizer Performance with Vertical guidance	Výkonnost shodná s LLZ s vertikálním vedením
LVP	Low Visibility Procedures	Postupy za nízké dohlednosti
MAP	Missed Approach Procedure	Postup nezdařeného přiblížení
MAPt	Missed Approach Procedure	Point Bod nezdařeného přiblížení
MDA/H	Minimum Descend Altitude/Height	Minimální nadmořská výška/výška pro klesání
MLS	Microwave Landing System	Mikrovlnný přistávací systém
MOC	Minimum Obstacle Clearance	Minimální výška nad překážkou
NDB	Non Directional Beacon	Nesměrový maják
NM	Nautical Mile	Námořní míle
NOTAM	Notice To Airmen	Informační zpráva pro piloty
NPA	Non-Precision Approach	Nepřesné přiblížení
NTSB	National Transportation Safety Board	Národní úřad pro bezpečnost
OBS	Omni Bearing Selector	Selektor radiálu
OCA/H	Obstacle Clearance Altitude/Height	Bezpečná nadmořská výška/výška nad překážkami
PAR	Precision Approach Radar	Přesný přibližovací radar
RMI	Radio Magnetic Indicator	Indikátor RMI
RNAV	Area Navigation	Prostorová navigace
RNP	Required Navigation Performance	Požadovaná navigační výkonnost
RVR	Runway Visual Range	Dráhová dohlednost
ŘLP	-	Řízení letového provozu
SBAS	Satellite - Based Augmentation System	Systém s družicovým rozšířením
SOC	Start of Climb	Počátek klesání
SOP	Standard Operating Procedures	Standardní provozní postupy
SRE	Surveillance Radar Equipment	Přehledový radar

SRM	Single-pilot Resource Management	Optimalizace činnosti jednočlenné posádky
STAR	Standard Instrument Arrival Route	Standardní přístrojová příletová trať
TAWS	Terrain Avoidance and Warning System	Systém varování před terénem
TOD	Top Of Descent	Bod začátku klesání
$V_{at}$	Speed Above Threshold	Rychlost nad prahem dráhy
VFR	Visual Flight Rules	Let za vidu
VMC	Visual Meteorological Conditions	Meteorologické podmínky pro let za vidu
VNAV	Vertical Navigation	Vertikální navigace
VOR	VHF Omni-directional Radio Range	Všesměrový maják
$V_{REF}$	Reference Landing Speed	Referenční rychlost
$V_{so}$	Stall Speed	Pádová rychlost v přistávací konfiguraci

# 1 Úvod

There are two critical points in every aerial flight - its beginning and its end.

— *Alexander Graham Bell, 1906*

Je všeobecně známé, že nejkritičtějšími fázemi letu jsou vzlet a přistání. Rozsáhlé statistiky potvrzují, že největší počet leteckých nehod nastává v konečné fázi letu, kterou je konečné přiblížení a přistání. Tento fakt není překvapivý z několika prostých důvodů. Letadlo se přibližuje k zemi, čímž se snižuje rozestup od překážek a přirozeně se tak zvyšuje riziko střetu, ať už s překážkou, terénem nebo vodní hladinou. Letadlo, pohybující se navíc poměrně nízkou rychlostí, je celkově náchylnější na chyby pilotáže či nejrůznější vlivy počasí, jako je např. stříh větru, microburst a jiné nebezpečné fenomény. Pokud dojde v konečné fázi letu k mechanické závadě nebo jinému problému na palubě letounu, piloti mají jen velmi omezený čas na řešení takovéto situace. Posádka bývá navíc výrazněji pracovním vytížená ve srovnání s ostatními fázemi letu, jelikož musí v poměrně krátkém časovém úseku vykonat mnoho úkonů. Sklesat z cestovní hladiny do výšky přiblížení, provést přiblížení na přistání a zároveň připravit letadlo do přistávací konfigurace. Nakonec pak samozřejmě bezpečně přistát.

Zmíněné faktory mohou být ještě umocněny celkově nepříznivým stavem počasí, zejména sníženou dohledností, která v určitých případech úplně znemožňuje přistání. Hornatý či kopcovitý terén obklopující letiště nebo i únava posádky po provedeném letu může být dalším negativním aspektem. Celková rizikovost konečné fáze letu závisí také z velké části na samotném druhu prováděného přiblížení. Posouzení závažnosti této skutečnosti je předmětem této diplomové práce.

Současný vývoj letecké dopravy jde ruku v ruce se zvyšováním její efektivity. Cílem celého procesu je dosažení kontinuity a co největší hospodárnosti letů, za současného zvyšování bezpečnosti provozu. Pokud by totiž s rozvojem letecké dopravy nebyla zvyšována její bezpečnost a celková nehodovost by zůstávala stejná, mohlo by v lidském povědomí dojít k poklesu důvěry k tomuto druhu transportu. Nejdříve pravděpodobně u jednotlivých aerolinek, a posléze pak v leteckém průmyslu jako celku.

K pozvednutí bezpečnosti a efektivity v letecké dopravě bezpochyby přispívá neustálá modernizace letadlové techniky – zvyšování výkonnosti a kapacity letadel, zdokonalování letadlových systémů a avioniky, vývoj navigačních technologií a s tím i snaha snižovat

závislost letecké dopravy na počasí, zlepšování dostupnosti informací a samozřejmě také zkvalitňování služeb řízení letového provozu. V tomto celku je však stále základním a dá se říci, že i nejdůležitějším článkem letová posádka a její výkonnost. I tato složka musí procházet neustálým vývojem. Lidská selhání jsou známým faktorem podílejícím se na mnohých leteckých neštěstích. Proto je důležité o těchto selháních vědět a poučit se z chyb druhých, protože jak se říká, život je moc krátký na to, abychom stihli udělat všechny chyby sami.

Ve snaze rozšířit povědomí o častých selháních a rizicích spojených s leteckým provozem, konkrétně tedy s přiblížením podle přístrojů, bylo zvoleno toto téma diplomové práce. Práce si klade za cíl nalézt a zhodnotit možná nebezpečí a rizika přiblížení, a následně pak poskytnout vhodná doporučení, která by vedla k eliminaci těchto rizik a současnému zvýšení bezpečnosti celé fáze přiblížení. K posouzení rizikových faktorů bude provedena analýza leteckých nehod a incidentů spojených s přiblíženími podle přístrojů. Fakta zjištěná analýzou budou dále ověřována formou dotazování zkušených pilotů a získané závěry budou použity pro vytvoření návrhu případných řešení.

## **2 Základní rozdělení jednotlivých typů přiblížení a jejich bezpečnostních charakteristik daných zkušenostmi z provozu**

Není možné si v současné době nepovšimnout celosvětového dramatického rozvoje letecké dopravy. Společně s tím jde také neustálý vývoj nových modernějších technologií, které mají do leteckého průmyslu přinášet nejen ekonomické a environmentální benefity, ale zejména zvyšovat bezpečnosti létání. Jak letadla, tak i pozemní navigační zařízení nebo družicové technologie, procházejí stálou modernizací. V této kapitole budou popsány jednotlivé druhy přístrojových přiblížení. Ať už se jedná o tradiční, po mnoho desítek let používaná přiblížení, nebo ta novější, uvedená do provozu nedávno nebo teprve zaváděná v současné době. Pro následnou analýzu budou použita pouze nejpoužívanější konvenční přiblížení, jelikož u novodobých přiblížení není k dispozici dostatek údajů o leteckých nehodách či incidentech. Tento teoretický úvod do problematiky přiblížení podle přístrojů je nezbytný pro hlubší porozumění celého problému.

Postupy podle přístrojů popisuje letecký předpis L8168 – Provoz letadel – Letové postupy. V České republice je konstrukcí letových postupů pověřen Úřad pro civilní letectví. Tyto postupy pak následně přebírá Letecká informační služba ŘLP ČR a publikuje je ve veřejně přístupné Letecké informační příručce (AIP ČR).

„Veškeré informace publikované v AIP jsou závazné pro všechny provozovatele a mají právní podstatu. Ovšem každá letecká společnost je oprávněná na základě údajů publikovaných v AIP, zpracovat vlastní letovou dokumentaci, vhodně upravenou pro své použití.“<sup>1</sup>

Letecké společnosti si mohou dokumentaci zpracovávat samy, ale častěji tuto práci zadávají specializovaným firmám. Letitou tradici má v této oblasti například celosvětově známá firma Jeppesen, která má také s tvorbou letecké dokumentace bezpochyby nejbohatší zkušenosti. Většina leteckých společností z celého světa využívá pro své lety právě mapy Jeppesen.

---

<sup>1</sup>SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. 1. vyd. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007, 214 s. ISBN 978-80-239-8595-5.

„Je však třeba zdůraznit, že takováto dokumentace je sice přehledná a účinná, ale nemá právní podstatu.“<sup>2</sup> To znamená, že pokud dojde k mimořádné letecké události, vyšetřování bude probíhat na základě dokumentace z letecké informační příručky.<sup>3</sup>

V letectví se rozlišují dvě základní pravidla pro provedení letu a to pravidla pro lety za vidu neboli VFR (Visual Flight Rules) a pravidla pro lety podle přístrojů – IFR (Instrument Flight Rules). Pro lety za vidu jsou přirozeně zapotřebí příznivější meteorologické podmínky, než pro lety podle přístrojů – tedy VMC (Visual Meteorological Conditions). Pilot totiž letoun řídí pohledem ven z kabiny a využívá mapy a srovnávací navigace k vedení letounu po zamýšlené trati. Velitel letadla je také povinen udržovat bezpečnou vzdálenost od překážek a ostatního provozu.

Povinnost velitele udržovat rozestup od překážek platí také při letech IFR, s výjimkou radarového vektorování, kdy má toto, společně s udržováním rozestupů od ostatního letového provozu, na starosti řídicí letového provozu. Lety podle přístrojů je možné provádět i za zhoršených meteorologických podmínek – tedy za IMC (Instrument Meteorological Conditions) jelikož je letoun řízen podle navigačních a polohových údajů, poskytovaných přístroji v pilotní kabině. Konečnou fází letu podle pravidel IFR je přiblížení na přistání podle přístrojů. Je to fáze letu, která se obvykle dělí do 5 segmentů a to na přílet, počáteční přiblížení, střední přiblížení, konečné přiblížení a nezdařené přiblížení. Jak je vidět na obrázku 1, segmenty jednotlivých částí přiblížení jsou od sebe odděleny fixy, případně body (protíná-li střední nadmořská výška letu nominální sestupovou dráhu, za vzniku bodu konečného přiblížení - FAP.<sup>4</sup>).

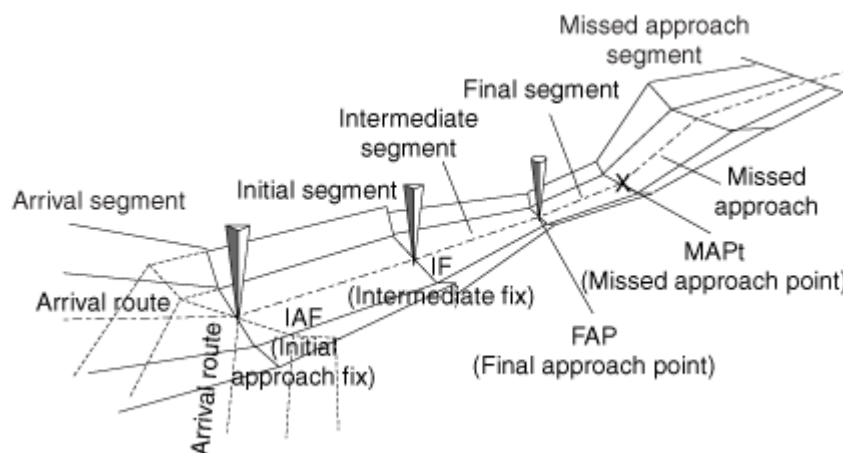
---

<sup>2</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

<sup>3</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

<sup>4</sup>Letecký předpis L 8168: Provoz letadel – Letové postupy. In: *Letecké předpisy*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY: Úřad pro civilní letectví Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>





Obrázek 1 - Úseky přiblížení<sup>5</sup>

Podstatou rozdělení přiblížení na jednotlivé úseky je skutečnost, že letadlo, které se na přiblížovací trati blíží k zemi, zaprvé mění letové charakteristiky a zároveň mění rozestupy od překážek v závislosti na klesání. V různých segmentech přiblížení nabývá minimální výška nad překážkami (MOC) různých hodnot. MOC – Minimum Obstacle Clearance je vertikální rozstup, který zajišťuje ochranu letadlu od nejvyšší překážky v daném ochranném prostoru.<sup>6</sup>

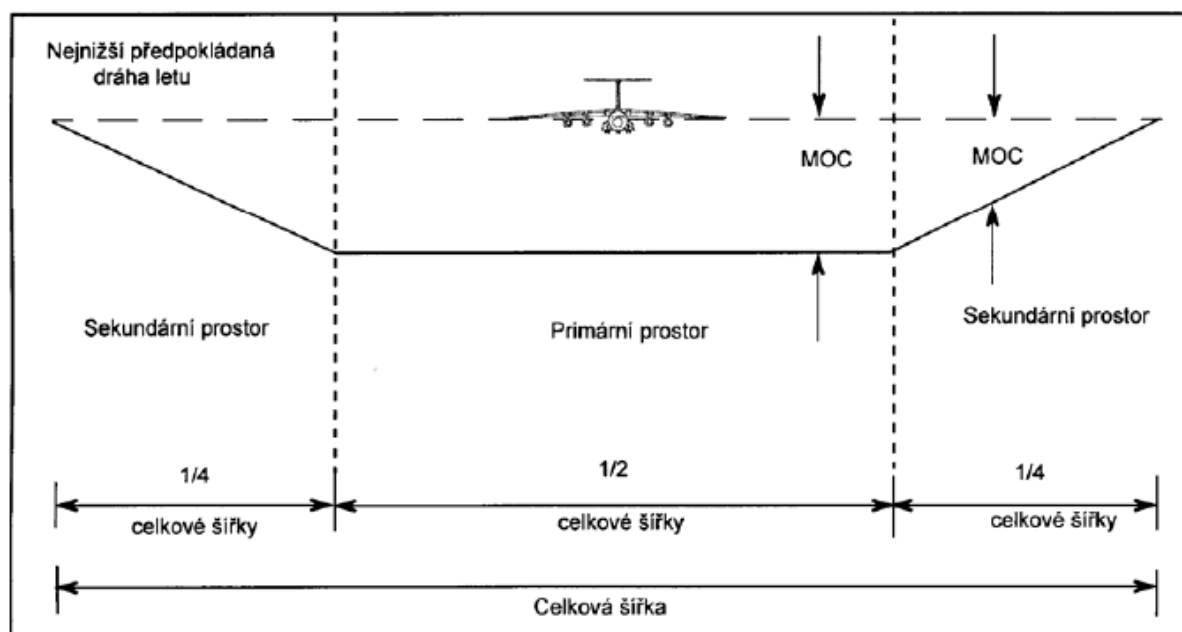
Vertikální průřez každého segmentu se dělí na primární a sekundární ochrannou oblast, rozprostřenou symetricky okolo osy daného úseku. Minimální výška nad překážkami, jejíž hodnota se, jak už bylo zmíněno, v různých fázích přiblížení mění, je zajištěna pro celou šířku primární oblasti. V sekundární oblasti se MOC postupně snižuje, až dosáhne nulové hodnoty u vnějších hran ochranné oblasti.<sup>7</sup> Primární a sekundární ochranný prostor je zobrazen na obrázku 2. Piloti musí mít dobré povědomí o ochranných prostorech každého segmentu a manévru, aby byli schopni vést letadlo uvnitř těchto prostorů a tím nepodstupovat riziko střetu s překážkou.

Problematika ochranných prostorů je více než důležitá a proto bude součástí popisu každé části přiblížení.

<sup>5</sup> Aviation Dictionary. [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z:[http://aviation\\_dictionary.enacademic.com/3873/intermediate\\_approach\\_segment](http://aviation_dictionary.enacademic.com/3873/intermediate_approach_segment)

<sup>6</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

<sup>7</sup> DVOŘÁK, Jiří a Jiří CHLEBEK. *Letecký zákon a postupy ATC (010 00)*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 484 s. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4439-7



Obrázek 2 - Primární a sekundární ochranný prostor<sup>8</sup>

## 2.1 Fáze přiblížení

### 2.1.1 Příletová trať

První fází přiblížení podle přístrojů je přílet. V této fázi přechází letadlo z traťového letu do fáze přiblížení. Příletová trať většinou začíná na letové cestě v místě radionavigačního zařízení nebo v hlásném bodě a končí na fixu počátečního přiblížení – IAF.<sup>9</sup> Celý postup je publikován v příletových mapách STAR – Standard Instrument Arrival Route, kde jsou zobrazeny veškeré potřebné navigační údaje, jako je délka trati a její magnetický směr, minimální letová výška a povolené rychlosti letu. Ochranný prostor příletové trati se dělí na primární a sekundární s tím, že v primárním prostoru je zajištěn minimální rozstup od překážek 1000 ft (300 m) a v sekundárním se opět postupně snižuje k nule. Celková šířka ochranného prostoru je 10 NM – 5 NM tvoří primární a 5 NM sekundární prostor.

<sup>8</sup>Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>9</sup>SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

## 2.1.2 Počáteční přiblížení

Úsek počátečního přiblížení začíná na fixu počátečního přiblížení IAF a končí v bodě IF – fixu středního přiblížení. V této fázi letu pilot ukončuje traťový let a provádí potřebné manévry pro vstup do úseku středního a konečného přiblížení (IF se totiž nachází na trati konečného přiblížení a tím pádem je možné říci, že počáteční přiblížení přivádí letadlo na trať konečného přiblížení).<sup>10</sup> Počáteční přiblížení tedy končí nalétnutím fixu středního přiblížení a to dle požadavku předpisu pod maximálním úhlem 90° při přesném přiblížení a 120° při nepřesném přiblížení.

Součástí počátečního přiblížení jsou také manévry umožňující letadlu návrat na stejnou trať přiblížení v opačném směru – postup reversal, zklésání z velké výšky - postup racetrack či postup pro vyčkávání - holding.

V úseku počátečního přiblížení se stejně jako u přiletu aplikuje primární a sekundární ochranný prostor, v jehož primární oblasti je zajištěna výška nad všemi překážkami minimálně 300 m. Jedinou výjimku tvoří ochranný prostor předpisové zatáčky, který je v celé své šířce primární. Je to z toho důvodu, že letadlo není během zatáčky radionavigačně vedeno a tak by se mohlo snáz odchýlit od publikované trati.<sup>11</sup>

### Reversal

Postup reversal tedy slouží k otočení letadla do opačného směru během přiblížení. Pro tento postup existují 3 uznávané manévry, jimiž jsou předpisová zatáčka 45°/180°, která je velmi hojně používána, předpisová zatáčka 80°/260° používaná jen zřídka a základní zatáčka, se kterou se také setkáváme velice často.

### Racetrack

„Racetrack je samostatný postup, který je publikován tam, kde není k dispozici dostatečná vzdálenost v přímém letu na sklesání z velké výšky anebo, kde vstup do předpisové nebo základní zatáčky je neproveditelný.“<sup>12</sup> Metodika provedení postupů reversal a racetrack je názorně zobrazena na obrázku 3. Z obrázku 3 je patrné, že u předpisové zatáčky se liší odletový čas v závislosti na kategorii letadla. Různá letadla mají totiž různé manévrovací schopnosti úměrné jejich výkonnostním charakteristikám. Rychlost se ukázala být

---

<sup>10</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

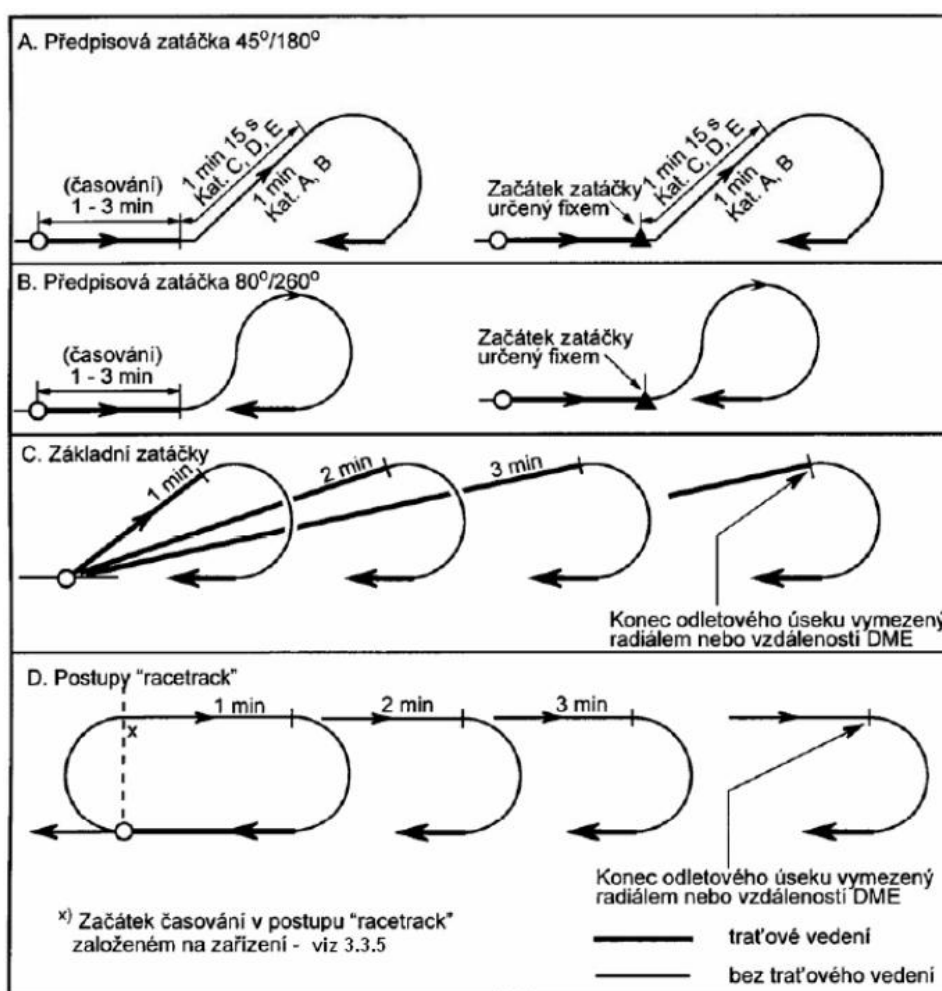
<sup>11</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>12</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

nejdůležitějším faktorem, mající vliv na provádění manévru v průběhu přiblížení podle přístrojů. Proto jsou letadla rozdělena do jednotlivých kategorií podle rychlosti letu. Uvažuje se indikovaná vzdušná rychlost (IAS) nad prahem dráhy –  $V_{at}$  (above treshold), pro kterou platí následující vztah:

$$V_{at} = 1,3 \times V_{so}$$

Rychlost nad prahem dráhy se rovná pádové rychlosti  $V_{so}$  v přistávací konfiguraci při maximální certifikované přistávací hmotnosti násobené 1,3.<sup>13</sup> Rychlosti pro jednotlivé kategorie jsou zobrazeny v tabulce 1.



Obrázek 3 - Postupy reversal a racetrack<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>14</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

**Tabulka 1 - Kategorie letadel**

Kategorie A	méně než		91 kt	IAS
Kategorie B	91 kt	až	120 kt	IAS
Kategorie C	121 kt	až	140 kt	IAS
Kategorie D	141 kt	až	165 kt	IAS

### 2.1.3 Střední přiblížení

Úsek středního přiblížení začíná ve fixu středního přiblížení IF a končí buďto ve fixu konečného přiblížení FAF nebo v bodě konečného přiblížení FAP. Dá se také říci, že tento úsek začíná ve chvíli, kdy se letadlo nachází na příletové trati předpisové zatáčky, základní zatáčky či konečného příletového úseku postupu racetrack.<sup>15</sup>

Význam úseku středního přiblížení spočívá v přípravě letadla na poslední fázi letu – konečné přiblížení. To znamená, že je zapotřebí upravit rychlost a konfiguraci letadla tak, aby bylo nejpozději na FAF v plné přistávací konfiguraci. Zejména z důvodu potřebné decelerace je letadlo v tomto úseku vedeno v horizontálním letu nebo je navržen gradient klesání tak minimální, jak to jen okolnosti dovolí.

V praxi však některé letecké společnosti používají postupy, při kterých piloti vysouvají vztakové klapky a podvozek až po přeletu FAF, během klesání.<sup>16</sup>

Ochranný prostor středního přiblížení poskytuje v primární části rozstup od překážek 150 m (500 ft) a v úrovni IF je široký 10 NM. Jeho šířka se však postupně snižuje v závislosti na druhu konečného přiblížení. Obecně lze říci, že čím přesnější je přibližovací zařízení, tím užší bude logicky ochranný prostor.

<sup>15</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>16</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

## 2.1.4 Konečné přiblížení

Úsek konečného přiblížení začíná ve fixu konečného přiblížení FAF nebo v bodě konečného přiblížení FAP a končí v bodě nezdařeného přiblížení MAPt – Missed Approach Point. V této závěrečné fázi letu letadlo klesá na přistání a získá-li v přesně stanovené výšce nad zemí vizuální referenci s dráhou, přistává. V případě, že vizuální reference získána není, musí být proveden postup nezdařeného přiblížení MAP – Missed Approach. Ochranné prostory konečné fáze přiblížení jsou různě široké podle toho, o jaké přiblížení se jedná. Jedná-li se o přesná přiblížení, ochranný prostor je v tomto případě výrazně užší než u nepřesných přiblížení a navíc se neaplikuje sekundární část ochranného prostorů nýbrž pouze primární.<sup>17</sup> Předpokládají se totiž pouze drobné odchylky od osy přiblížení, konkrétně ne více než o polovinu stupnice indikátoru. U ILS (Instrument Landing System) indikátoru se jedná o dvě a půl tečky. Tyto maximální odchylky od trati musí být dodrženy jak v kurzové rovině, tak v sestupové rovině. Vyšší odchylky by mohly přivést letadlo na hranici ochranného prostoru. Z důvodu nižší přesnosti navigačních prostředků nepřesných přiblížení musí být pro tato přiblížení konstruován širší ochranný prostor. V celé šířce primárního prostoru konečného úseku nepřesných přiblížení je zajištěn rozstup od překážek 75 m respektive 90 m, pokud nelze stanovit FAF.

## 2.1.5 Nezdařené přiblížení

Nezdařené přiblížení začíná v bodě nezdařeného přiblížení MAPt a končí na určeném radionavigačním zařízení. Pilot provádí nezdařené přiblížení, pokud nezíská vizuální referenci s dráhou. „Požadovanou vizuální referencí se rozumí, že pilot vidí dostatečně dlouho takovou část vizuálních prostředků nebo prostoru pro přiblížení, aby mohl stanovit polohu letadla vůči zamýšlené dráze letu a rychlost její změny.“<sup>18</sup>

Nezdařené přiblížení spočívá v okamžitém zvýšení výkonu motorů a převedení letadla z režimu klesání do stoupání. Následně pak pilot musí měnit konfiguraci letadla postupným zavíráním vztlakových klapek a zasunutím podvozku. Při zahájení nezdařeného přiblížení se předpokládá okamžitá reakce pilota. Letadlo se totiž nachází v těsné blízkosti překážek,

---

<sup>17</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

<sup>18</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

s nimiž nemusí mít vizuální kontakt. Nezdařené přiblížení je pro pilota poměrně náročný úkol a proto je všeobecná tendence vytvořit tyto postupy co nejjednodušší. Nezdařené přiblížení se skládá ze tří fází – počáteční, střední a konečné.<sup>19</sup>

„Počáteční fáze začíná v bodu nezdařeného přiblížení (MAPt) a končí v bodě začátku stoupání – SOC (Start of Climb). Tato fáze vyžaduje soustředění pozornosti pilota na převedení letadla do stoupání a na změny konfigurace letadla. Předpokládá se, že není možné plně využít vybavení pro navigační vedení, a proto nejsou v této fázi stanoveny žádné zatáčky.

Střední fáze začíná v SOC. Pokračuje se ve stoupání, obvykle v přímém směru. To dosahuje až do prvního bodu, kde letadlo získá výšku nad překážkami 50 m (164 ft) a tato výška může být dále udržována. Trať může být ve střední fázi nezdařeného přiblížení změněna maximálně o 15° od tratě počáteční fáze nezdařeného přiblížení. Předpokládá se, že během této fáze letadlo zahájí opravy letěné tratě.

Konečná fáze začíná v bodě, kde je poprvé získána výška nad překážkami 50 m (164ft) a může být dále udržována. Dosahuje až k bodu, kde je zahájeno nové přiblížení, vyčkávání, nebo návrat k letu na trati. V této fázi mohou být předepsány zatáčky.<sup>20</sup>

Ochranný prostor nezdařeného přiblížení je stejně jako ochranný prostor konečného přiblížení různý pro různé druhy přiblížení. Čím přesnější je radionavigační zařízení daného přiblížení, tím užší je ochranný prostor. Obecně lze říci, že rozstup od překážek je v počáteční fázi nezdařeného přiblížení dán výškou rozhodnutí – DA nebo minimální výškou pro klesání – MDA (tyto pojmy budou vysvětleny dále). Ve středním úseku nezdařeného přiblížení je zajištěna ochrana od překážek 30 m (98 ft) a v konečné fázi pak 50 m (164 ft). Je zřejmé, že rozstup od překážek ve fázi nezdařeného přiblížení je opravdu malý, což klade požadavek na rychlé reakce pilotů a přesnou pilotáž.

## 2.2 Typy přístrojových přiblížení

„Konstrukce postupů přiblížení podle přístrojů je všeobecně určována terénem v okolí letiště, uvažovaným druhem provozu a letadly, kterými bude postup využíván. Tyto faktory zase

---

<sup>19</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>20</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

naopak ovlivňují druh a umístění navigačních prostředků, ve vztahu k dráze nebo k letišti. Omezení vzdušného prostoru může mít také vliv na umístění navigačních prostředků.“<sup>21</sup>

Přiblížení podle přístrojů je možné rozdělit na 3 druhy a to na přesné přiblížení, přiblížení s vertikálním vedením a nepřesné přiblížení. Dalším možným postupem je pak přiblížení okruhem a vizuální přiblížení.

### **2.2.1 Přesné přiblížení**

Přesné přiblížení – Precision Approach, jak už samotný název napovídá, spočívá v přesném vedení letadla po trase přiblížení a to jak v horizontální tak i ve vertikální rovině. Pilot je tedy schopný v jakémkoliv okamžiku přesně vyhodnotit polohu letounu vůči publikované trati přiblížení a provést korekci doprava nebo doleva, aby dovedl letadlo zpět na správnou trať konečného přiblížení a zároveň nahoru či dolů, aby byla udržena správná sestupová rovina. Hlavním významem přesných přiblížení je nepřetržitost polohových informací, díky kterým je možné pohotově reagovat na případné odchylky od trati.<sup>22</sup> Tím také přesná přiblížení vykazují vyšší bezpečnost než ostatní přiblížení a menší riziko střetu s překážkou během sestupu.

Mezi přesná přiblížení řadíme přiblížení ILS, který má nejrozsáhlejší využití po celém světě, dále pak MLS (Microwave Landing System), PAR (Precision Approach Radar) a nakonec přiblížení GBAS (Ground Based Augmentation System). Přiblížení podle přesného přiblížovacího systému ILS bylo zvoleno pro pozdější bezpečnostní analýzu, a proto bude dále podrobněji popsáno.

#### **Přiblížení ILS**

Přiblížovací zařízení ILS je nejpřesnějším navigačním prostředkem, umožňující přesné vedení letadla v kurzové a sestupové rovině. Cílem přesného přiblížení je poskytnout navigační vedení do co nejnižší výšky rozhodnutí, aby byla pilotovi poskytnuta co největší šance získat vizuální kontakt s dráhou pro přistání.

Systém ILS je složen z několika komponent - z kurzového radiomajáku Localizer (LLZ), ze sestupového radiomajáku Glide Path (GP) a z polohových návěstidel. Polohová návěstidla neboli markery bývají v úseku konečného přiblížení zpravidla tři. Poskytují informaci o vzdálenosti od prahu dráhy na základě světelné a zvukové signalizace v pilotní kabině, při

---

<sup>21</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>22</sup> SOLDÁN, Vladimír. ref. 1, s. 13



jejich přeletu. ILS je povelový systém, to znamená, že ručičky na palubním indikátoru ukazují směr, kam má pilot provést opravu.

Přiblížení začíná v bodě, kde nadmořská výška středního přiblížení protíná nominální sestupovou rovinu – FAP. V praxi to znamená následující: barometrické výškoměry jsou kalibrovány tak, že ukazují skutečnou nadmořskou výšku, pokud převládají podmínky mezinárodní standardní atmosféry – ISA. V případě teplotních odchylek od těchto standardních hodnot vykazují výškoměry určitou chybu. Pokud je teplota vyšší než ISA, výškoměr bude ukazovat nižší hodnotu nadmořské výšky než je skutečná. Při chladnějších teplotách je tomu naopak. Pilot tedy čeká na protnutí sestupové roviny – glide path (GP) a až poté začne klesat. Optimální úhel sestupové dráhy je 3°, nicméně na některých letištích nemusí tato hodnota vyhovovat rozprostření terénu a tak může být úhel klesání menší či větší. Nesmí ale přesáhnout limitní hodnoty 2,5° a 3,5°. <sup>23</sup> Pokud je úhel sestupové dráhy přeci jenom větší, považuje se to za nestandardní postup a musí pro něj být vytvořena speciální opatření.

Systém ILS vede pilota až do výšky rozhodnutí – Decision Altitude (DA), kde je buď navázán vizuální kontakt a provedeno přistání nebo je zahájeno nezdařené přiblížení. Výška rozhodnutí vychází v první řadě z výšky nejvyšší překážky v daném prostoru. K této výšce je připočtena tolerance pro ztrátu výšky, způsobená vlivem nepřesnosti výškoměru a prosednutím v přechodovém oblouku (přechod z klesání do stoupání). Tato hodnota se nazývá HL – Height Loss a tvoří společně s výškou překážky OCA/H – bezpečnou výšku nad překážkami. K OCA/H je nakonec přičten ještě přídavek provozovatele, zohledňující další ovlivňující faktory a tím vznikne výška rozhodnutí - DA. <sup>24</sup>

$$\text{DA} = \text{přídavek provozovatele} + \text{OCH (výška překážky} + \text{HL)}$$

Přiblížení ILS lze rozdělit na 3 kategorie – CAT I, CAT II a CAT III. Přiblížení II. a III. kategorie jsou používána za podmínek nízké dohlednosti – LVP (Low Visibility Procedures). Přiblížení CAT II a CAT III totiž umožňují dovést letadlo do podstatně nižší výšky rozhodnutí. To také klade vyšší požadavky na pozemní systémy letiště a vybavení kokpitu letadla. V tabulce 2 jsou zobrazeny jednotlivé kategorie spolu s výškami rozhodnutí a minimálními požadovanými dráhovými dohlednostmi – RVR.

---

<sup>23</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>24</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

**Tabulka 2 - ILS kategorie**

Kategorie	Výška rozhodnutí	Minimální dráhová dohlednost
CAT I	200 ft/60 m	550 m
CAT II	100 ft /30 m	300 m
CAT III A	50 ft /15 m	200 m
CAT III B	méně než 50 ft	75 m
CAT III C	0 ft	0 m

### 2.2.2 Přiblížení s vertikálním vedením

Přiblížení s vertikálním vedením neboli APV - Approach Procedure with Vertical guidance je druh přiblížení podle přístrojů, který využívá jak směrové, tak vertikální vedení, ale nesplňuje požadavky pro přesné přiblížení. Pro vertikální vedení během APV se zpravidla využívají údaje z barometrického výškoměru zavedené do palubního počítače, nebo zpřesněné údaje GPS.<sup>25</sup> Podle toho, jaké senzory jsou použity pro vedení po sestupové rovině, rozlišujeme 2 typy přiblížení s vertikálním vedením. Jedná se o přiblížení APV Baro neboli Baro VNAV využívající údaje z barometrického výškoměru a APV SBAS. SBAS je systém, který zpřesňuje signál GPS a tak tyto údaje mohou být spolehlivě použity k vedení po sestupové rovině. Minima pro přiblížení APV Baro je možné najít v přibližovacích mapách pod označením LNAV/VNAV. Údaj z barometrického výškoměru může být ovlivněn teplotou vzduchu a proto je v přibližovacích mapách publikována i minimální teplota, při které je daný postup použitelný.<sup>26</sup> Minima pro přiblížení APV SBAS jsou v mapách označena pod pojmem LPV – localizer performance with vertical guidance.

Tím že přiblížení APV poskytují vedení ve vertikální rovině, vykazují vyšší bezpečnost než přiblížení nepřesná. Nicméně hovoříme-li o APV Baro, tak u tohoto přiblížení způsobuje právě vlastní nepřesnost výškoměru v kombinaci s výkonností systémů prostorové navigace,

<sup>25</sup> Eurocontrol: *Driving excellence in ATM performance* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: [https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field\\_tabs/content/documents/single-sky/mandates/20120705-pbn-manual-advanced-fourth-edition.pdf](https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field_tabs/content/documents/single-sky/mandates/20120705-pbn-manual-advanced-fourth-edition.pdf)

<sup>26</sup> Zpravodaj Řízení letového provozu České republiky, s.p. STRIP 2014. [online]. roč. 15, č. 147 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: [http://www.rlp.cz/KnihovnaMaterialu/STRIP/Zpravodaj%20Strip\\_%C3%BAnor%202014.pdf](http://www.rlp.cz/KnihovnaMaterialu/STRIP/Zpravodaj%20Strip_%C3%BAnor%202014.pdf)

že jsou tyto postupy stále méně přesné než systémy přesných přiblížení. To je taky od přesných přiblížení nejvíce odlišuje.

Největším rizikem přiblížení APV Baro je pravděpodobně možnost chybného nastavení výškoměru. To může být zapříčiněno jak pilotem, tak řízením letového provozu. Proto musí být dodržovány vhodné provozní postupy, aby se toto riziko eliminovalo.<sup>27</sup>

### **2.2.3 Nepřesné přístrojové přiblížení**

Nepřesné přiblížení neboli NPA - Non-Precision Approach je postup přiblížení podle přístrojů s využitím pouze směrového vedení. Vertikální vedení není u tohoto typu přiblížení poskytováno. Pilot tedy má spojitou informaci o své horizontální poloze a může provádět v každém okamžiku opravy, aby vrátil letoun zpět na publikovanou trať, ale o své vertikální poloze soustavnou informaci nemá. Přesnou vertikální polohu je pilot schopen kontrolovat pouze ve stanovených fixech, pomocí tabulek na přibližovacích mapách nebo výpočtem. Podle velikosti odchylky od sestupové roviny poté pilot upravuje gradient klesání. Mezi nepřesná přístrojová přiblížení můžeme zařadit přiblížení VOR, NDB, ILS bez GP, RNAV(GNSS) - LNAV a přiblížení pomocí přehledového radaru SRE (Surveillance Radar Equipment).

Nepřesná přiblížení se z hlediska jejich provedení nijak výrazně neliší. Pilot řídí kurzovou dráhu podle informací z palubních navigačních přístrojů a vertikální sestupovou rovinu podle informací publikovaných v přibližovací mapě. V zásadě existují 3 metody řízení sestupové dráhy – metoda přiblížení stálým klesáním (CDFA), klesání pod konstantním úhlem a metoda postupného klesání. V praxi se uplatňují spíše jen dvě metody a to metoda CDFA, která by měla být upřednostňována, pokud je to proveditelné a metoda postupného klesání, která je použita, pokud terén obklopující letiště nebo jiné okolnosti nedovolují přiblížení stálým klesáním.

Technika CDFA – Continuous Descent Final Approach spočívá v soustavném klesání, až do bodu kde je zahájeno podrovnání. Rychlost klesání je průběžně kontrolována, případně upravována podle hodnot v tabulce na přibližovací mapě. Pokud není do minimální výšky pro

---

<sup>27</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

klesání - MDA získána vizuální reference, musí být proveden postup nezdařeného přiblížení a to v dostatečné výšce nad MDA, aby nedošlo k jejímu podklesání. MDA totiž nepočítá se ztrátou výšky při přechodovém oblouku jako je tomu u výšky rozhodnutí přesných přiblížení. Povinnost pilotům navyšovat MDA při CDFa přiblíženích ukládá většinou provozovatel prostřednictvím standardních provozních postupů – SOP.

Druhá metoda – klesání pod soustavným úhlem vede letadlo do referenčního bodu nad prahem dráhy (50 ft)<sup>28</sup>. Pokud není v MDA získána vizuální reference, převádí se letadlo do horizontu a pokračuje se do bodu nezdařeného přiblížení, kde je buďto vizuální kontakt navázán a provádí se přistání, nebo navázán není a pokračuje se postupem nezdařeného přiblížení.

Třetím postupem je technika postupného klesání, kdy je provedeno rychlé sklesání do výšky fixu postupného klesání – step-down fix nebo do MDA. Dále je letadlo vedeno horizontálním letem do MAPt, kde je provedeno přistání nebo postup nezdařeného přiblížení. Tento postup je rizikovější než předchozí dva, jelikož je celkově náročnější na provedení a letadlo je také delší dobu vystaveno nebezpečí překážek v minimální výšce pro klesání.

Všeobecně začíná konečná fáze nepřesného přiblížení v bodě FAF nebo optimálním bodě u postupů bez FAF a končí v minimální výšce pro klesání, která se liší u jednotlivých druhů nepřesných přiblížení a vychází z OCA. OCA se u nepřesných přiblížení skládá z výšky překážky a MOC, jejíž hodnota je 75 m nebo 90 m v případě, že není stanoven FAF.

$$\text{MDA} = \text{přídavek provozovatele} + \text{OCA (výška překážky} + \text{MOC)}$$

Minimální výšky pro klesání u jednotlivých druhů nepřesných přístrojových přiblížení jsou zobrazeny v tabulce 3. Tyto výšky se odvíjejí hlavně od přesnosti přibližovacích zařízení. Každé z těchto zařízení vykazuje určité chyby. Čím přesnější je navigační zařízení tím nižší může být stanovena minimální výška pro klesání.

---

<sup>28</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

**Tabulka 3 - MDA/H nepřesných přístrojových přiblížení**

Přibližovací zařízení	Nejnižší MDA/H
LLZ	250 ft
VOR/DME	250 ft
VOR	300 ft
NDB/DME	300 ft
NDB	350 ft
RNAV (GNSS)	300 ft
SRE	250 ft

## 2.2.4 Přiblížení okruhem

Přiblížení okruhem, circling nebo vizuální manévrování je postup, který následuje po provedeném přiblížení podle přístrojů – ať už se jedná o přesné přiblížení, nepřesné či přiblížení s vertikálním vedením. Účel přiblížení okruhem je přivést letadlo do polohy pro přistání na jinou dráhu, než na kterou původně provádělo přiblížení. Popsaný postup se aplikuje v případech, kdy terén nebo jiné okolnosti znemožňují přímé přiblížení – nemohou být splněna kritéria pro směr trati konečného přiblížení nebo sestupového gradientu.<sup>29</sup>

„Přiblížení okruhem je vizuální letový manévr. Každé takové přiblížení je rozdílné vzhledem k proměnným, jako je poloha dráhy, trať konečného přiblížení, rychlost větru a meteorologické podmínky. Proto není možné vytvořit jediný postup, který bude vyhovující pro provádění přiblížení okruhem za každé situace.

Po získání počátečního vizuálního kontaktu je základním předpokladem, aby okolí dráhy bylo udržováno v dohledu, zatímco je letadlo v minimální nadmořské výšce/výšce pro klesání (MDA/H) pro přiblížení okruhem. Okolí dráhy zahrnuje objekty jako je práh dráhy nebo přibližovací světelná zařízení, nebo jiné značení, které je možno identifikovat s dráhou.“<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

<sup>30</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

## 2.2.5 Vizuelní přiblížení

Vizuální přiblížení – Visual Approach je závěrečnou fází letu podle přístrojů, kdy pilot po získání vizuelní reference se zemí vede letoun vizuelně za použití srovnávací navigace na zamýšlenou dráhu pro přistání. Toto přiblížení je možné provádět pouze za vhodných meteorologických podmínek a za stálého vizuelního kontaktu se zemí. I přesto, že je letoun veden na přistání vizuelně, nikoliv podle přístrojů, jedná se stále o let IFR. Pilot je tedy zodpovědný za udržování bezpečné výšky nad překážkami a řídicí letového provozu má na starosti rozestupy od ostatního provozu. Ve většině případů vede pilot letoun co nejkratší cestou k dráze pro přistání a šetří tak čas i palivo.

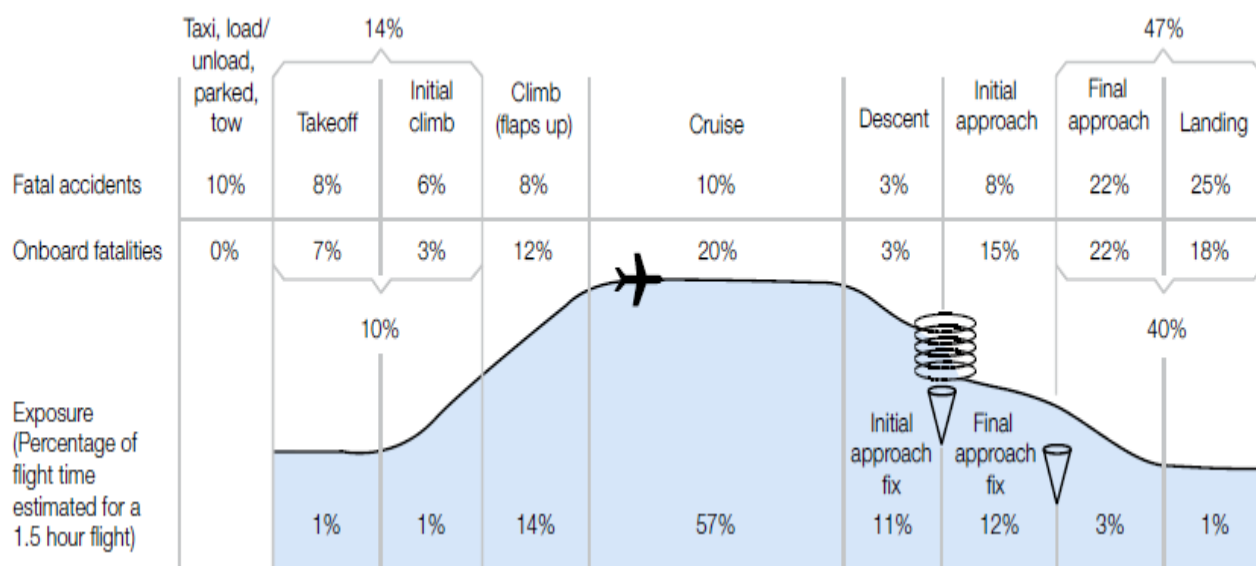
Vizuální přiblížení se provádí obvykle na žádost pilota. Pokud řídicí letového provozu z vlastní iniciativy vizuelní přiblížení navrhne, pilot musí s tímto postupem souhlasit.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> SOLDÁN, Vladimír, ref. 1, s. 13

### 3. Společné charakteristiky nebezpečí a rizik pro jednotlivé typy přiblížení

Jak již bylo zmíněno dříve, k nejvíce leteckým nehodám dochází během konečné fáze letu, kterou je přiblížení a přistání. Z obrázku 4 je patrné, že v letech 2004 – 2013 byl podíl nehod, které nastaly v průběhu přiblížení a přistání 55% z celkového počtu nehod. Pokud bychom vzali v úvahu pouze samotné přiblížení na přistání, dostaneme se k číslu 30%, z něhož 8% nehod nastalo ve fázi počátečního přiblížení a 22% nehod ve fázi konečného přiblížení. 22% je poměrně vysoké číslo, zvláště pak když si uvědomíme, jak krátký časový úsek konečné přiblížení tvoří - pouze 3% celkové doby letu. Je tedy možné říci, že kromě přistání je nejkritičtější fází letu konečné přiblížení.



Obrázek 4 - Procentuální zastoupení leteckých nehod podle fáze letu v letech 2004-2013<sup>32</sup>

Otázka proč tomu tak je, byla diskutována již v úvodu této práce. Cílem je zjistit, k jakým chybám nejčastěji během této kritické konečné fáze letu dochází a jakým způsobem by bylo možné se jim v budoucnu vyvarovat. Pro nalezení těchto souvislostí poslouží následující rozbor leteckých nehod a incidentů.

<sup>32</sup> Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents. In: [online]. [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>

### **3. 1 Metodika analýzy nehod a incidentů**

K analýze nebezpečí a rizik spojených s přiblížením podle přístrojů bylo vybráno 100 leteckých nehod a incidentů, ke kterým došlo právě během fáze přiblížení na přistání. Tyto události byly rovnoměrně rozřazeny do pěti skupin podle vybraných druhů přiblížení – ILS, VOR, NDB, RNAV(GNSS) a přiblížení okruhem - Circling. Pro každé z těchto přiblížení bylo tedy shromážděno 20 záznamů o nehodách respektive incidentech. K analýze byly použity zejména letecké nehody z databází amerického (National Transportation Safety Board – NTSB), australského (Australian Transport Safety Bureau – ATSB) a britského (Air Accidents Investigation Branch – AAIB) vyšetřovacího úřadu. Dále pak záznamy o leteckých nehodách z databází elektronických portálů zabývajících se bezpečností letového provozu – SKYbrary a Flight Safety Foundation.

Vybrané nehody a incidenty se odehrály v letech 1974 – 2014 a týkají se jak provozu obchodní letecké dopravy, tak všeobecného letectví. Analyzované lety byly prováděny v jednočlenné nebo vícečlenné posádce a na různých druzích letounů – od pístových až po velkokapacitní proudové. Nehody a incidenty, které byly jednoznačně zapříčiněny mechanickou závadou nebo např. vysazením motoru z neznámého důvodu byly záměrně nepoužity.

Následná analýza se zaměřuje zejména na výkonnost a postupy letové posádky během přiblížení podle přístrojů, nikoliv na dokonalost a spolehlivost letadlové techniky. Stejně tak doporučení, vytvořena na základě závěrů získaných z analýzy se budou týkat lidské výkonnosti a faktorů, které ji ovlivňují, na místo návrhů pro zdokonalování technologií.

Cílem šetření leteckých nehod není hledání viníka, nýbrž příčiny, která danou událost způsobila, a ze které je možné se poučit a předejít tak opakování podobné situace. Podobný cíl má i následující analýza. Jejím účelem je najít časté příčiny vzniku nehod a incidentů spojených s přiblíženími podle přístrojů, případně nalézt určité spojitosti v jednotlivých druzích přiblížení. Následně pak, v závislosti na zjištěných skutečnostech, vytvořit návrh pro účinná preventivní opatření.

V této kapitole bude popsán postup provedení analýzy společně s jejími výsledky. Nejdříve budou diskutovány výsledky všeobecného rázu, společné pro všechny vybrané druhy přiblížení a posléze pak výsledky a závěry týkající se jednotlivých druhů přiblížení.



Z dokumentace jednotlivých nehod a incidentů byly nejdříve zjištěny primární příčiny nehod společně s dalšími faktory, které k nešťastným událostem přispěly a nakonec následky každé z těchto událostí.

## 3.2 Příčiny nehod a incidentů

Není pravidlem, že by každá událost měla pouze jednu příčinu. Ve většině případů se jednalo o souhru více okolností, které nehodu nebo incident zapříčinily. Každá událost tedy mohla mít libovolný počet příčin a přispívajících faktorů.

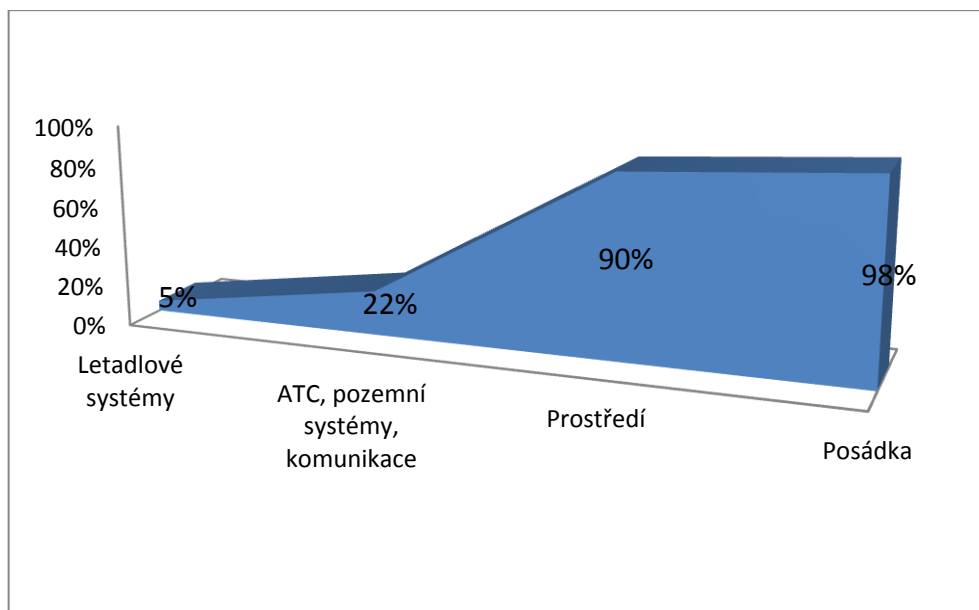
Příčiny leteckých nehod a incidentů byly rozděleny do následujících skupin:

- Letadlové systémy
- ATC, pozemní systémy a komunikace
- Prostředí
- Posádka

Letadlové systémy zahrnují nejrůznější mechanické závady na letadle a systémová selhání. Příčinou nehod byly pouze v 5 procentech případů.

Skupina ATC, pozemní systémy a komunikace začleňuje faktory, jako jsou: špatné instrukce řídicího letového provozu a jiné nedostatky ze strany řízení letového provozu, nedostatek informací poskytovaných leteckou informační službou, nevybavenost letiště určitými systémy (přesným přibližovacím systémem, přehledovým radarem) problémy s komunikací mezi pozemní a letadlovou stanicí atd.

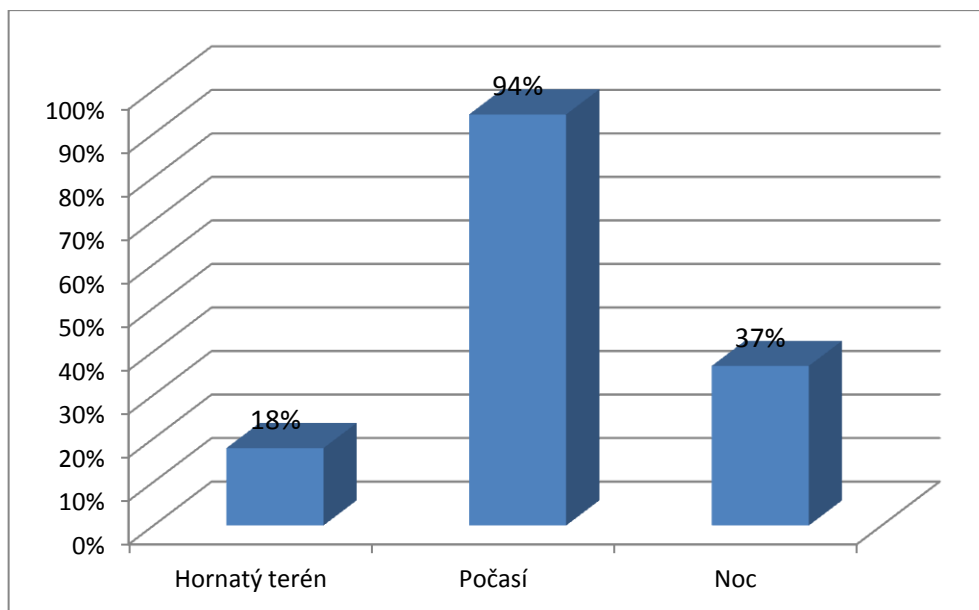
Skupiny, které byly ve vybraných nehodách, respektive incidentech nejvíce zastoupeny, byly dále děleny na konkrétní příčiny. Podle obrázku 5 je zřejmé, že se jednalo se o skupiny prostředí a posádka, jelikož jsou z celkového počtu spojeny s 90 a více procenty událostí.



Obrázek 5 - Skupiny příčin vzniku leteckých nehod a incidentů

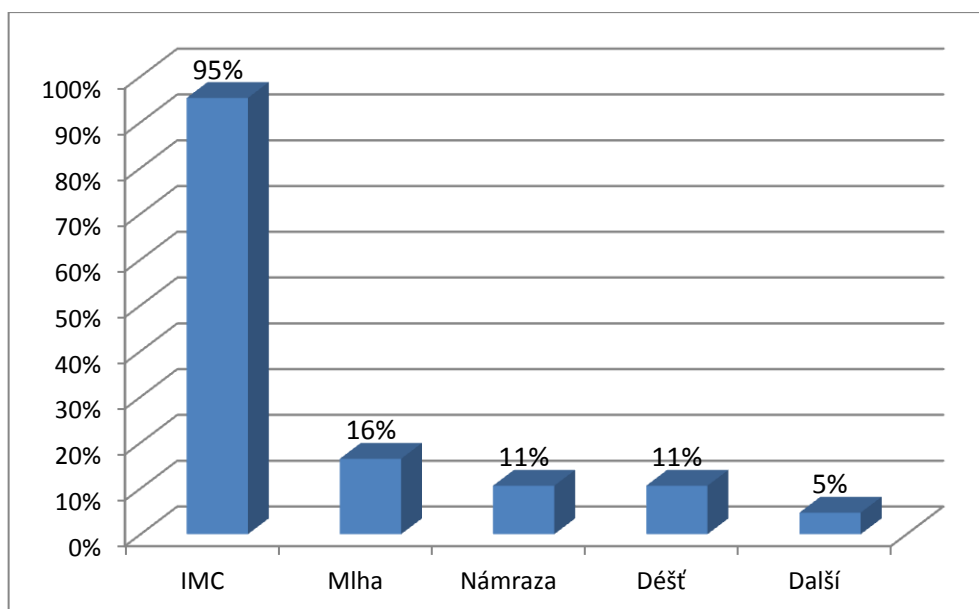
### 3.2.1 Prostředí

Faktory ze skupiny prostředí obvykle tvořily buďto jednu z více příčin některé z nehod nebo pouze faktor přispívající ke vzniku dané události. Zřídka kdy byla nehoda nebo incident způsobena pouze nepříznivým vlivem prostředí. Prostředím je myšleno zejména počasí převládající v okamžiku vzniku události (IMC, mlha, námraza, déšť, sněžení, stříh větru, silný boční vítr, nárazy větru), denní doba (noc) a terén obklopující místo nehody nebo incidentu (hornatý terén). Vlivy prostředí byly spjaty s 90% všech analyzovaných událostí. Na obrázku 6 jsou zobrazeny jednotlivé vlivy prostředí. Z grafu je možné určit, že provoz v noci, či v hornatém terénu, byl téměř vždy navíc umocňován negativními vlivy počasí, jelikož celých 94% nehod a incidentů proběhlo za nepříznivého počasí. Tento fakt přináší významné riziko přiblížení podle přístrojů. Pokud si představíme let letadla za zhoršených meteorologických podmínek, navíc v noci a v hornatém terénu, jsou to pravděpodobně ty nejméně příznivé podmínky pro provádění letů.



**Obrázek 6 - Procentuální zastoupení vlivů prostředí**

Počasí bylo dále rozděleno na konkrétní meteorologické podmínky, z nichž nejčastější byly IMC, a to v 95% případů. Tyto podmínky vhodné pro lety IFR, tedy nižší než meteorologická minima pro let za vidu, byly navíc v některých případech doprovázeny mlhou, námrazou, deštěm a dalšími faktory jako je stříh větru, turbulence, nárazy, sněžení nebo silný boční vítr. Názorný přehled procentuálního zastoupení jednotlivých meteorologických faktorů je zobrazen na obrázku 7.



**Obrázek 7 - Meteorologické faktory**

Nepříznivé meteorologické podmínky, zejména takové, kdy pilot letounu letí v mraku a nemá tudíž žádný vizuální kontakt s horizontem, zásadně ovlivňují bezpečnost leteckého provozu. Ve zmíněných podmínkách dostává pilot jedinou informaci o své poloze z palubních přístrojů v kokpitu letadla. Provoz v IMC nebo také v noci vytváří ideální podmínky pro vznik iluzí a dezorientace za letu. To mimo jiné dokazují časté katastrofické konce letů VFR, které nechtěně vletí do IMC. Tyto události mají většinou velmi rychlý spád, který spočívá v téměř okamžité prostorové dezorientaci a následné ztrátě kontroly nad letadlem. Piloti, kteří jsou držiteli přístrojové kvalifikace, bývají na dané podmínky trénováni a měli by být schopni v těchto podmínkách provádět bezpečné lety. Nicméně vzhledem k tomu, že většina analyzovaných událostí se stala za IMC, je možné soudit, že počasí má na bezpečnost provozu zásadní vliv.

### **3.2.2 Posádka**

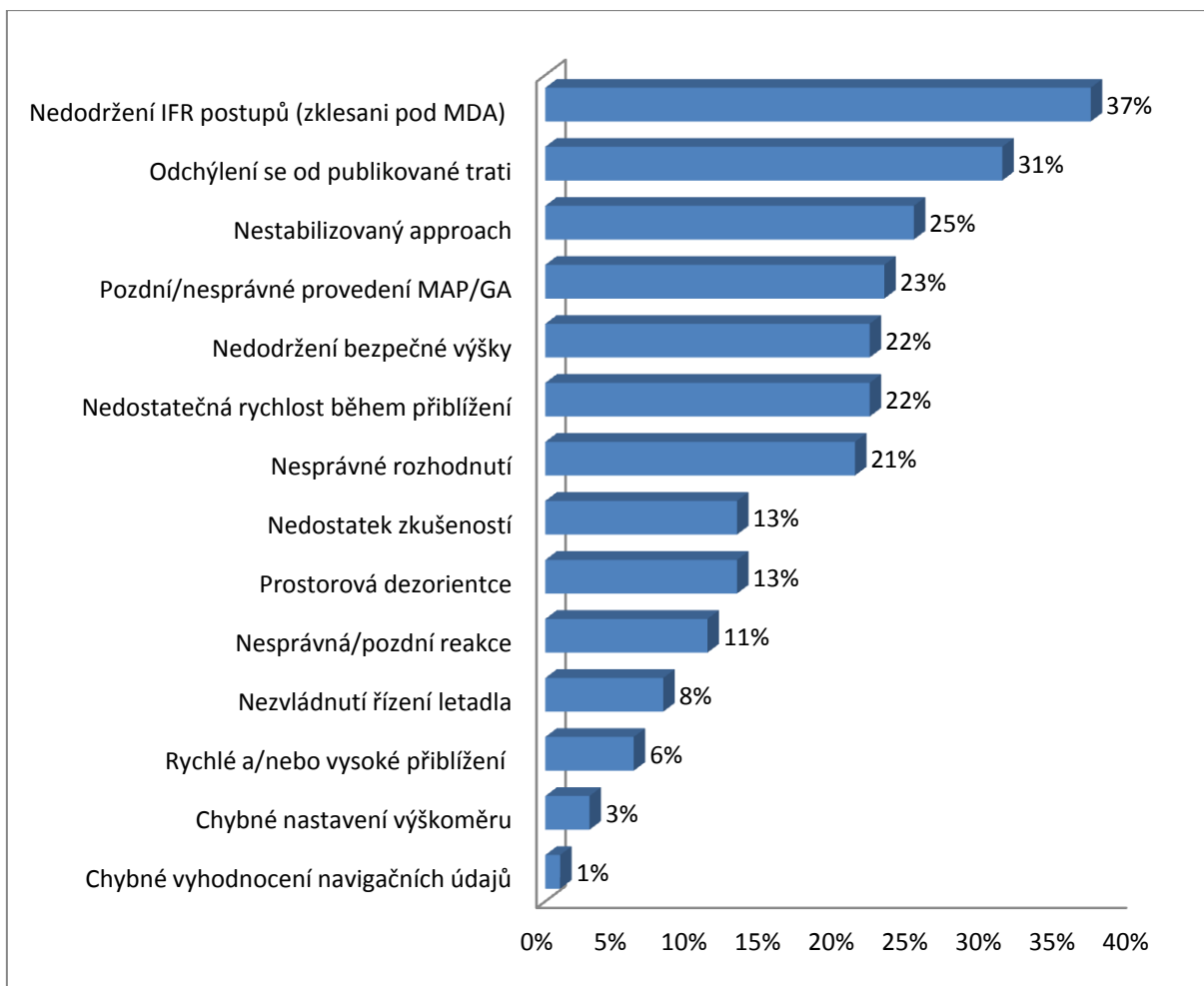
98% událostí bylo způsobeno nebo k jejich vzniku zásadně přispělo chybné jednání posádky. Nesprávných postupů vyskytujících se v analyzovaných událostech byla celá řada. Chyby posádky byly rozděleny na příčiny a přispívající faktory, nicméně v některých případech nebylo možné tyto dva pojmy jednoznačně rozlišit. Navíc faktor, který byl u jedné události příčinou, mohl být u jiné události pouze faktorem přispívajícím ke vzniku události a naopak. Z tohoto důvodu není možné pevně stanovit hranici mezi těmito dvěma skupinami.

Mezi nejčastěji se vyskytující příčiny patřily:

- Nedodržení IFR postupů – chyba, kterou je myšleno zejména pokračování pod DA/MDA bez vizuální reference s dráhou/přiblížovací světelnou řadou, nastala ve 37 procentech případů
- Odchýlení se od publikované trati – tímto se míní nedodržení publikované procedury v horizontální rovině (odchýlení se od Localizeru/Final Tracku o více než je přípustné pro let v ochranném pásmu), což bylo spojeno s 31 procenty událostí
- Nestabilizované přiblížení – nerozpoznání nebo úmyslné pokračování v nestabilizovaném přiblížení se vyskytlo ve 25 případech ze 100. Parametry stabilizovaného přiblížení budou probrány později

- Pozdní/nesprávné provedení MAP/GA – ve 23 případech ze 100 pilotů buďto vůbec nezahájili postup nezdařeného přiblížení, nebo nebyli schopni následovat publikovanou trať nezdařeného přiblížení a podobně
- Nesprávné rozhodnutí – tato položka zahrnuje nesprávná rozhodnutí velitele letounu jako je pokračování na letiště, jehož meteorologické podmínky jsou pod minimy na místo diverze na náhradní letiště, zvolení nesprávného přiblížení/postupu, úmyslné pokračování pod výškou DA/MDA bez vizuální reference atd. Nesprávné rozhodnutí hrálo roli ve 23 procentech případů
- Nedodržení bezpečné výšky – je selhání, které dostalo do potíží 22% letů. Bezpečná výška nad překážkami nebyla dodržena jak úmyslně tak nechtěně
- Nedostatečná rychlost během přiblížení – tato chyba byla často spojená s přispívajícím faktorem „nedostatečný monitoring“, kdy mohlo dojít díky nepozornosti posádky ke snížení rychlosti až na rychlost blízkou pádové. Pokud nebylo správně zareagováno na následné varování před pádem, což je další přispívající faktor, případ většinou končil ztrátou kontroly

Všechny příčiny, které se ve zkoumaných událostech vyskytly, jsou zobrazeny v grafu na obrázku 8.



Obrázek 8 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých příčin

### 3.3 Faktory přispívající ke vzniku nehod a incidentů

Nejčastěji vyskytujícími se faktory, které přispěly ke vzniku analyzovaných událostí, byly:

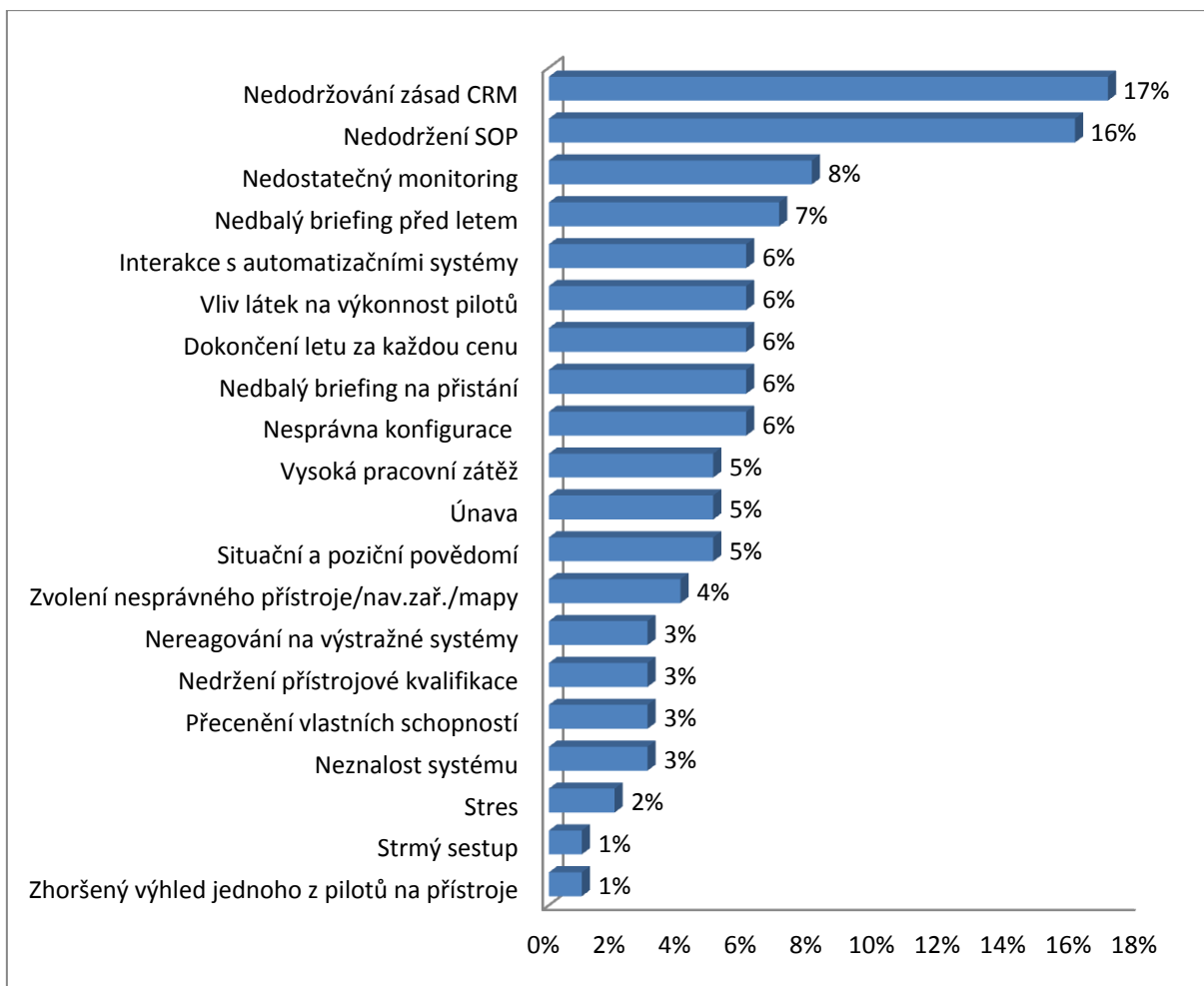
- Nedodržování zásad CRM – CRM (Crew Resource Management), je proces optimalizace činnosti letové posádky, který vede posádku k efektivnímu využívání všech dostupných zdrojů pro zachování bezpečného a ekonomického provozu letadla.<sup>33</sup> K tomuto bodu patří také špatná nebo nulová koordinace mezi členy posádky, neprovádění křížových kontrol přístrojů, které se v kokpitu nachází vícekrát – „crosschecků“ (zejména kontrola indikace výškoměrů), nedostatečné vnímání situace, nedodržování disciplíny atd. Toto selhání bylo zjištěno u 17% analyzovaných událostí.

<sup>33</sup> PRUŽINA, Vladislav. 2009. *Létání vícečlenných posádek (MCC CRM)*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 91 s. ISBN 978-80-01-04406-3

I přesto, že se CRM zaměřuje spíše na piloty ve vícečlenné posádce, většina principů se běžně uplatňuje i v jedno-pilotním provozu.

- Nedodržení SOP – SOP (standardní provozní postupy) zahrnují filozofii provádění listů kontrolních úkonu, takzvaných „Checklistů“, standardních hlášení – „Calloutů“ a vůbec celé metodiky provedení letu. Přesně stanovují kdy a co má posádka provést či neprovést
- Nedostatečný monitoring – o tomto selhání již bylo hovořeno ve spojení s nedodržením dostatečné rychlosti během přiblížení. Nedostatečný monitoring se však může týkat mnoha dalších parametrů, jako je výška, navigační údaje, automatizační systémy atd.
- Nedbalý briefing před letem – způsobil komplikace v 7 procentech případů a většinou se jednalo o nedbalý postup při zjišťování informací o počasí
- Interakce s automatizačními systémy – pojem, který označuje nedostatečné povědomí pilotů o funkcích automatizačních systémů, nesprávné použití těchto systémů či jejich nepoužití i přes to, že by např. značně snížily pracovní zatížení posádky
- Vliv látek na výkonnost pilotů – v 6 procentech událostí byli piloti pod vlivem alkoholu, léků či drog
- Dokončení letu za každou cenu – nutkání dokončit let za každou cenu je velmi častým problémem v leteckém provozu. V analyzovaných nehodách se tento jev vyskytnul pouze 6 krát, nicméně může tomu být díky omezeným informacím o některých analyzovaných událostech a tudíž neschopnosti určit, zda se jednalo skutečně o daný jev

Veškeré faktory společně s jejich procentuálním zastoupením v celkovém počtu nehod a incidentů jsou zobrazeny v grafu na obrázku 9. Jak již bylo řečeno, některé jmenované faktory by možná měly větší zastoupení v analyzovaných událostech, ale z důvodu omezených informací nebylo možné v některých případech takto detailní faktory spolehlivě identifikovat. Záznamy o leteckých nehodách a incidentech se z hlediska množství informací mohou výrazně lišit v závislosti na druhu provozu, respektive typu a vybavenosti letadla. Menší letadla například často nebývají vybavena letovými zapisovači, jako jsou FDR – Flight Data Recorder a CVR – Cockpit Voice Recorder, a tedy není obvykle možné získat tak detailní a přesné informace o průběhu letecké nehody.



**Obrázek 9 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých přispívajících faktorů**

Incidenty a nehody byly obvykle následkem kombinace zmíněných příčin a přispívajících faktorů. Jednotlivé faktory spolu také úzce souvisí a často se i vzájemně prolínají. Například nestabilizované přiblížení, vyskytující se u 25% událostí, bylo často spojeno s nedodržením standardních provozních postupů – SOP. Samotné pokračování v nestabilizovaném přiblížení je již v rozporu se standardními provozními postupy. Naproti tomu nedodržování SOP, společně s dalšími faktory jako únava, nedostatečný monitoring sestupu, interakce s automatizačními systémy a mnohé další, může také vést k vytvoření nestabilizovaného přiblížení. Pokračování v nestabilizovaném přiblížení často vede například k přiblížení k přistávací dráze na vysoké rychlosti, ve větší výšce nebo s určitou odchylkou od osy dráhy a následnému nezvládnutí přistání, či vyjetí z dráhy. V horším případě může vést nestabilizované přiblížení k uvedení letounu do nezvyklé polohy či pádu, následované ztrátou kontroly za letu. Tendence pokračovat v nestabilizovaném přiblížení obvykle pramení z touhy dokončit let v plánovaném čase. Důvodů takového rozhodnutí může být mnoho, avšak vždy je jím letadlo včetně jeho posádky a pasažérů vystavováno zvýšenému riziku.



Kritéria stabilizovaného přiblížení bývají stanovena jednotlivými provozovateli a mohou se od sebe drobně odlišovat. Následující doporučení pro stabilizované přiblížení byla vytvořena organizací zabývající se bezpečností v letectví – Flight Safety Foundation, a mohou být použita prakticky pro jakýkoliv letový provoz.

### 3.3.1 Kritéria stabilizovaného přiblížení

„Základem stabilizovaného přiblížení je splnění veškerých stanovených kritérií do výšky 1000 ft nad nadmořskou výškou letiště, pokud se letadlo vyskytuje v meteorologických podmínkách pro let podle přístrojů – IMC a 500 ft nad nadmořskou výškou letiště, pokud se jedná o podmínky pro let za vidu – VMC. Všeobecná kritéria stabilizovaného přiblížení jsou:

- Letadlo má správnou horizontální a vertikální polohu
- Pouze drobné směrové či výškové změny jsou nutné k udržení správné dráhy letu
- Rychlost letu není větší než  $V_{REF}+20$  kts IAS a ne menší než  $V_{REF}$
- Letadlo je ve správné přistávací konfiguraci
- Rychlost klesání není vyšší než 1000 ft/min a pokud dané přiblížení vyžaduje vyšší rychlost klesání než 1000 ft/min, musí být proveden speciální briefing
- Nastavení výkonu je přizpůsobeno konfiguraci letadla a není pod limity pro přiblížení stanovené provozní příručkou
- Všechny briefinky a checklisty byly provedeny

Specifická kritéria pro určitá přiblížení:

- ILS přiblížení musí být letěno s maximální výchylnou jedné tečky od glide-slope a localizeru
- Při přiblížení okruhem musí být letadlo převedeno do horizontálního letu 300 ft nad nadmořskou výškou letiště
- Při neobvyklých přiblíženích nebo podmínkách vyžadujících odchylky od stanovených kritérií pro stabilizované přiblížení musí být proveden speciální briefing

Pokud se přiblížení stane nestabilizované pod výškou 1000 ft nad letištěm při IMC nebo 500 ft nad letištěm při VMC, musí být okamžitě provedeno go-around<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> SKYbrary. [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [http://www.skybrary.aero/index.php/Stabilised\\_Approach](http://www.skybrary.aero/index.php/Stabilised_Approach)

### 3.4 Následky nehod a incidentů

Mezi následky chybných činností společně s vlivem dalších faktorů zmíněných dříve patřily:

- Řízený let do terénu – CFIT – situace, kdy je provozuschopné letadlo plně pod kontrolou kvalifikovaných pilotů neúmyslně vedeno do země, vodní hladiny či jiných překážek
- Ztráta kontroly nad letadlem – nouzová situace, které by mohl pilot vhodnými zásahy předejít, ale nestane se tak (nedostatečné situační povědomí, prostorová dezorientace, vybírání pádu atd.)
- Kolize s překážkou, terénem či vodní hladinou – případ, kdy není jisté, zda bylo letadlo v době kolize pod plnou kontrolou letové posádky – proto není klasifikován jako CFIT
- Letecký incident
- Jiné

Následky, které se v jednotlivých událostech vyskytovaly jen zřídka, byly zařazeny do skupiny „jiné“ a jednalo se například o přistání bez podvozku, tvrdé přistání či vyjetí z dráhy. Může se zdát, že se tyto problémy týkají spíše fáze přistání než fáze přiblížení, nicméně jsou právě následkem chyb vzniklých během přiblížení (nedodržení SOP, neprovedení listů kontrolních úkonů - checklistů, pokračování v nestabilizovaném přiblížení atd.), proto byly také do studie zahrnuty. V případech, ve kterých se jednalo pouze o letecký incident, nebylo možné stanovit následek nehody, a proto byl takovýto případ přiřazen ke skupině „incidenty“. Pro úplnost je zapotřebí definovat pojmy letecká nehoda a letecký incident.

#### 3.4.1 Vymezení pojmů letecká nehoda a letecký incident

Letecká nehoda je událost spojená s provozem letadla, která se stala mezi dobou, kdy kterákoliv osoba nastoupila do letadla s úmyslem vykonat let a dobou, kdy všechny takové osoby letadlo opustily, a při které:

- některá osoba byla smrtelně nebo těžce zraněna následkem:

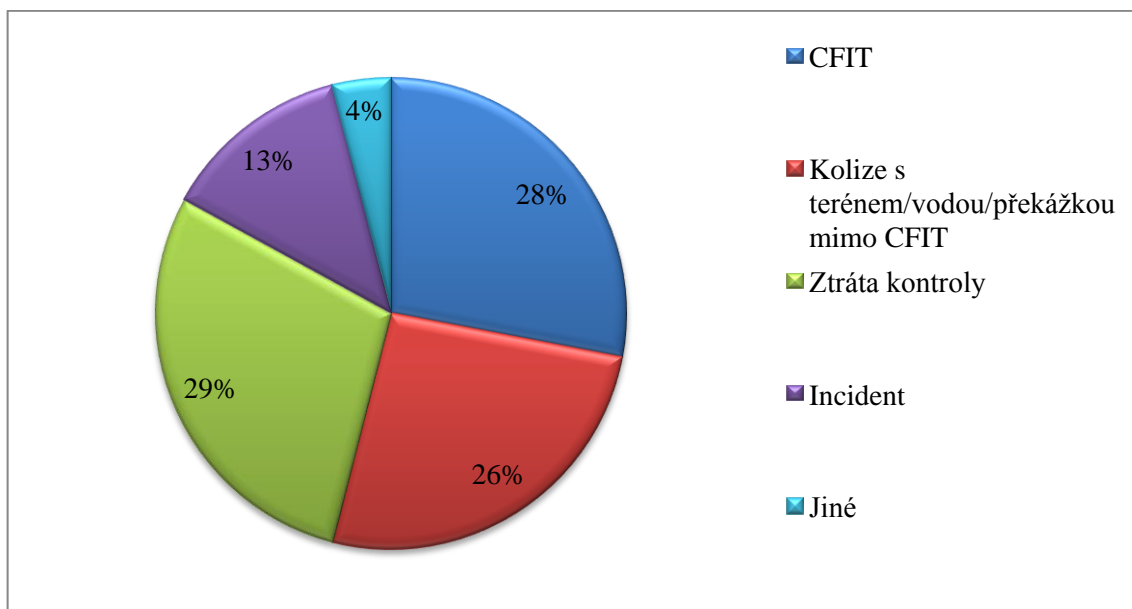
- přítomnosti v letadle, nebo
- přímého kontaktu s kteroukoliv částí letadla, včetně částí, které se od letadla oddělily,

- přímým působením proudu plynů (vytvořených letadlem)<sup>35</sup>

Naproti tomu letecký incident je událost jiná než letecká nehoda, spojená s provozem letadla, která ovlivňuje nebo by mohla ovlivnit bezpečnost leteckého 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. Incidentsy v letovém provozu se rozdělují podle příčin na letové, technické, v řízení letového provozu, v zabezpečovací technice a jiné.<sup>36</sup>

Na obrázku 10 je graf procentuálního zastoupení následků nesprávného jednání a negativních vlivů za letu. Jedná se o souhrn všech 100 analyzovaných nehod a incidentů. Celkový počet leteckých incidentů činil 13, ostatní události tvořily letecké nehody. Nejčastějším následkem byl řízený let do terénu – CFIT těsně následovaný ztrátou kontroly za letu. Další neméně podstatné zastoupení tvořila kolize s terénem – jiná než CFIT.

V povědomí o řízených letech do terénu bývá souvislost s hornatým terénem. V tomto rozboru bylo s hornatým terénem spojeno 43% nehod CFIT. V ostatních CFIT nehodách terén nehrál roli. Z toho lze vyvodit závěr, že hornatý nebo kopcovitý terén může zvyšovat riziko řízeného letu do terénu, nicméně není pro takovýto následek nutnou podmínkou.



**Obrázek 10 – Graf následků chybného jednání a ostatních faktorů v analyzovaných událostech**

<sup>35</sup> DVOŘÁK, Jiří a Jiří CHLEBEK, ref. 7, s. 15

<sup>36</sup> DVOŘÁK, Jiří a Jiří CHLEBEK, ref. 7, s. 15

## **3.5 Nebezpečí a rizika jednotlivých druhů přiblížení**

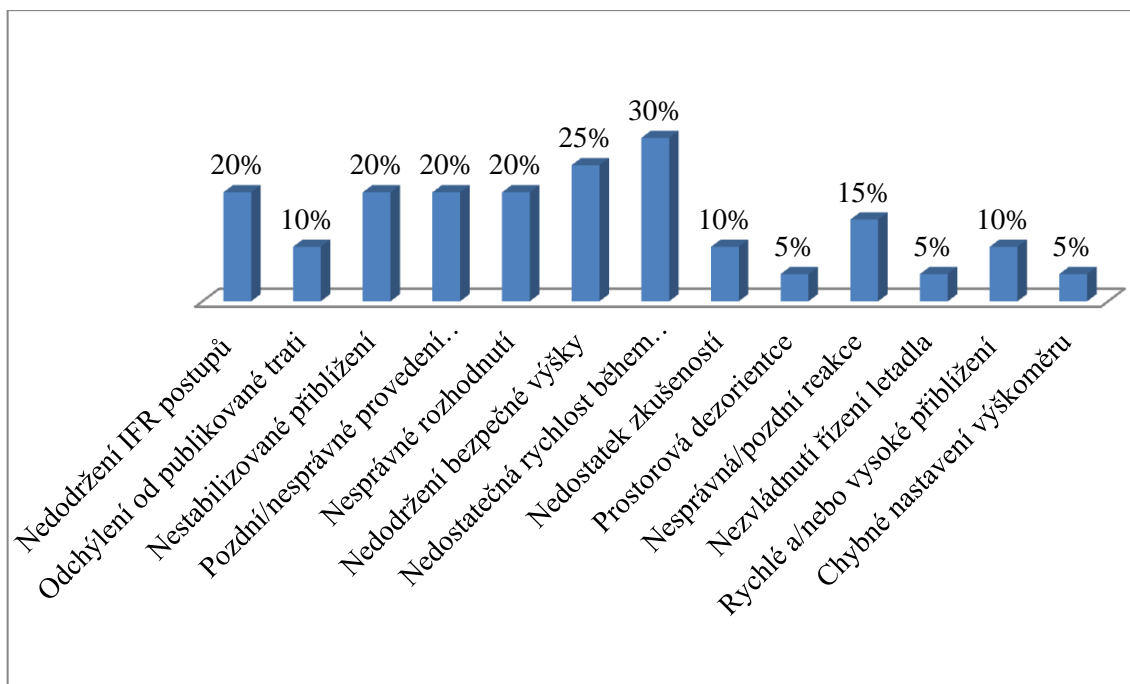
### **3.5.1 Nebezpečí a rizika přiblížení ILS**

80% nehod a incidentů vzniklých během přesného přiblížení ILS proběhlo za nepříznivých meteorologických podmínek. Ve většině případů se jednalo o jedno-pilotní provoz. Pouze ve 25% případů byli na palubě dva piloti.

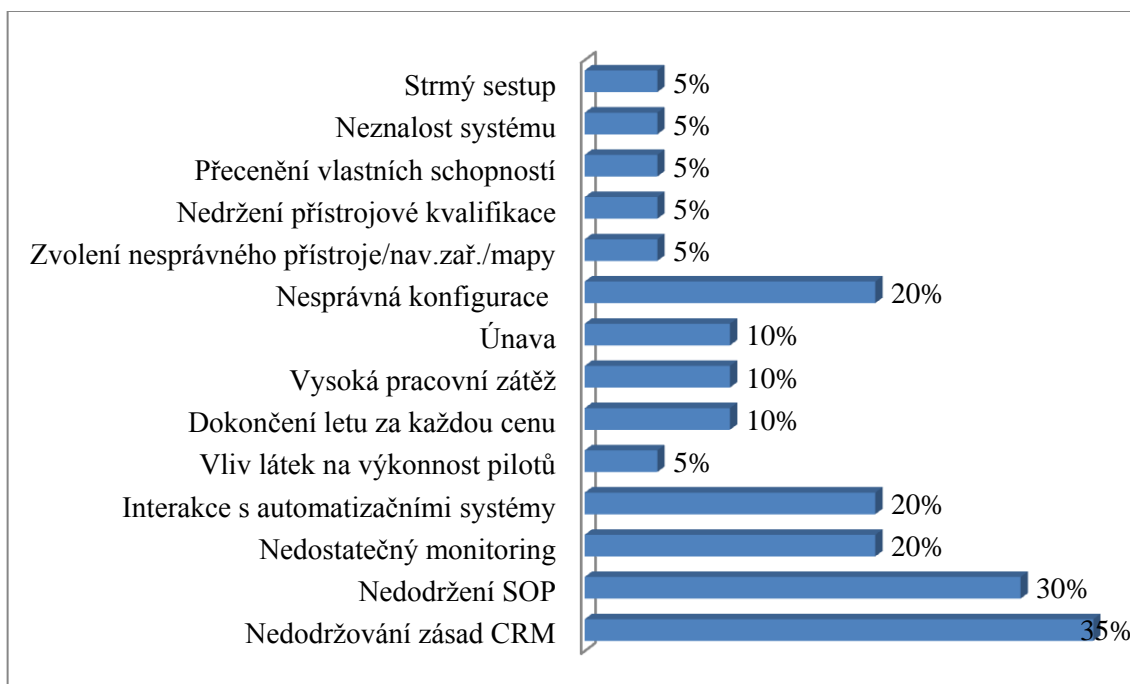
Nejčastější příčinou byla nedostatečná rychlost v průběhu přiblížení. Tato chyba obvykle vyústila ve ztrátu kontroly nad letadlem. Typický scénář zmíněné situace spočíval v přiblížení nízkou rychlostí a současném nedostatečném monitorování rychlosti s následným nevhodným nebo nesprávným zareagováním na varování před pádem.

Naopak nejméně vyskytovanou příčinou byla prostorová dezorientace. Prostorová dezorientace a podobná rizika typu nedostatečné situační povědomí atd. nejsou u přiblížení ILS častým problémem. Je to pravděpodobně z toho důvodu, že přiblížení ILS je nejčastěji létaným přiblížením, a tudíž jsou v něm piloti zbláhli a není velká pravděpodobnost chybného čtení navigačních údajů, které by mohlo vést ke ztrátě povědomí o poloze a dezorientaci.

Přehled příčin a přispívajících faktorů s jejich procentuálním zastoupením je zobrazen na obrázcích 11 a 12. Nejvíce vyskytujícími se faktory, které se podílely na vzniku nehod a incidentů, byly nedostatky posádky v dodržování zásad CRM a postupování podle SOP.



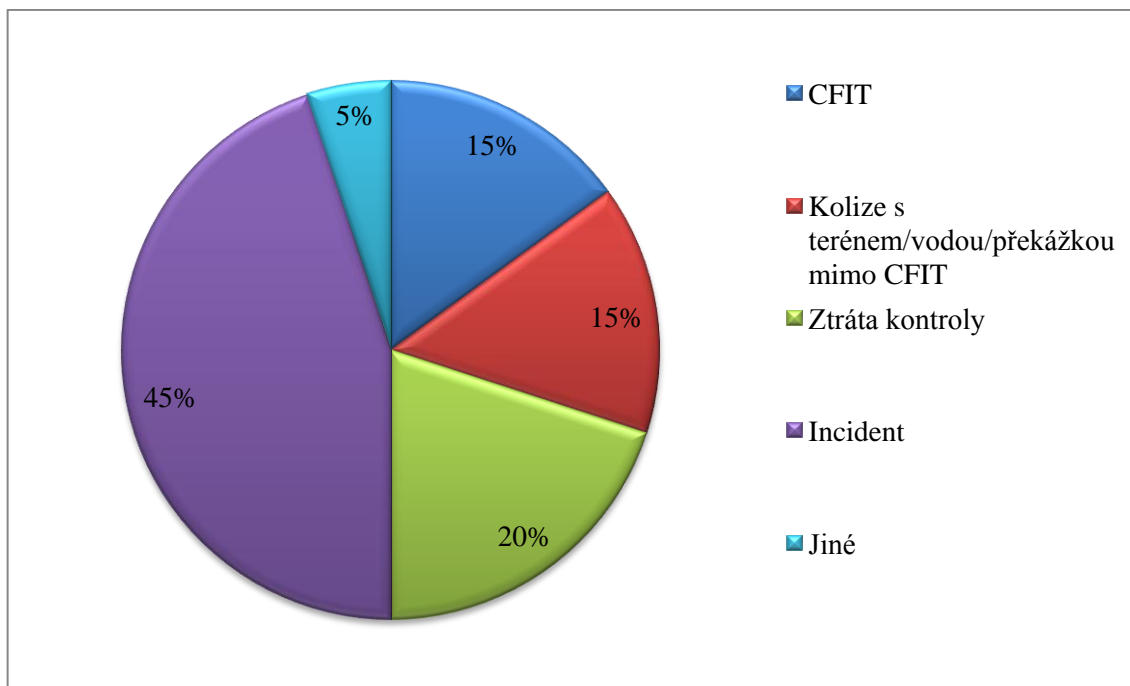
Obrázek 11 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení ILS



Obrázek 12 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení ILS

Nejčastějším následkem chyb posádky ve spojení s dalšími faktory byl u přesných přiblížení ILS letecký incident. Pokud tyto okolnosti vedly až k letecké nehodě, v největším procentu případů se pak jednalo o ztrátu kontroly nad letadlem. Přiblížení ILS bylo druhem přiblížení s nejnižším počtem řízených letů do terénu ze všech analyzovaných druhů, pokud se tedy nebere v úvahu přiblížení okruhem, při kterém nad CFIT převažovaly jiné následky. Je to

zejména proto, že přiblížení okruhem je prováděno za vizuálního kontaktu s terénem a letištěm, a tím pádem je menší pravděpodobnost řízeného letu do terénu. I přes skutečnost, že CFIT může nastávat i při letech za vidu, je jeho pravděpodobnost vyšší během zhoršených meteorologických podmínek či v noci, kdy piloti nevidí terén v těsné blízkosti letadla. Na obrázku 11 je znázorněn přehled jednotlivých následků.

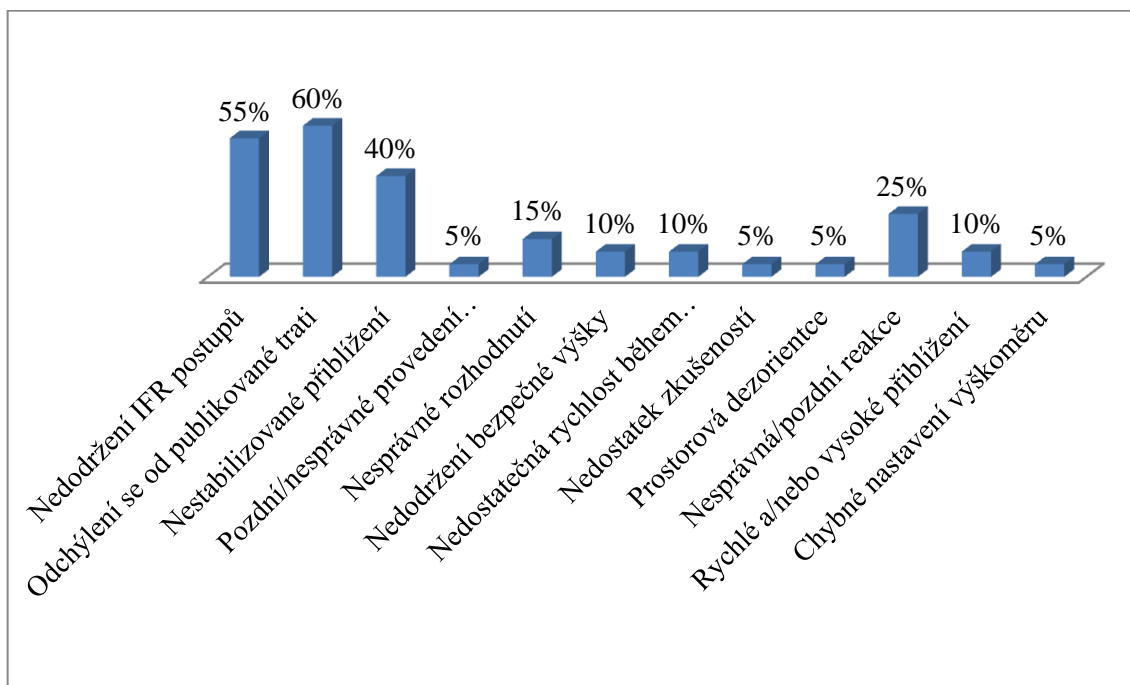


Obrázek 13 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení ILS

### 3.5.2 Nebezpečí a rizika přiblížení VOR/DME

80% události vzniklých při přiblížení VOR/DME bylo spojeno s nepříznivými meteorologickými podmínkami. 40% letů bylo provedeno ve dvoučlenné posádce. Zajímavé je, že v 63% dvou-pilotního provozu bylo příčinou nehody nebo incidentu nestabilizované přiblížení. Logicky by se dalo předpokládat, že nestabilizované přiblížení, respektive pokračování v něm, by mohlo být častějším problémem v jedno-pilotní posádce. Nicméně z výsledků analýzy je patrné, že riziko pokračování v nestabilizovaném přiblížení hrozí ve vícečlenné posádce dokonce více než v jednočlenné. Důvodem nepřerušení nestabilizovaného přiblížení může být domněnka jednoho z pilotů, že druhý pilot má danou situaci pod kontrolou. Například případ, kdy je díky nestabilizovanému přiblížení náhle podklesána výška rozhodnutí bez vizuální reference a žádný z pilotů na tuto situaci nezareaguje, jelikož se domnívá, že druhý pilot vizuální kontakt získal.

Nejčastější příčinou bylo odchýlení se od publikované trati v horizontální rovině, následované nedodržením IFR postupů – tedy zejména podklesáním MDA bez předchozího navázání vizuálního kontaktu. Prostorová dezorientace nebyla u tohoto typu přiblížení opět význačným problémem. Přehled jednotlivých příčin je na obrázku 14.

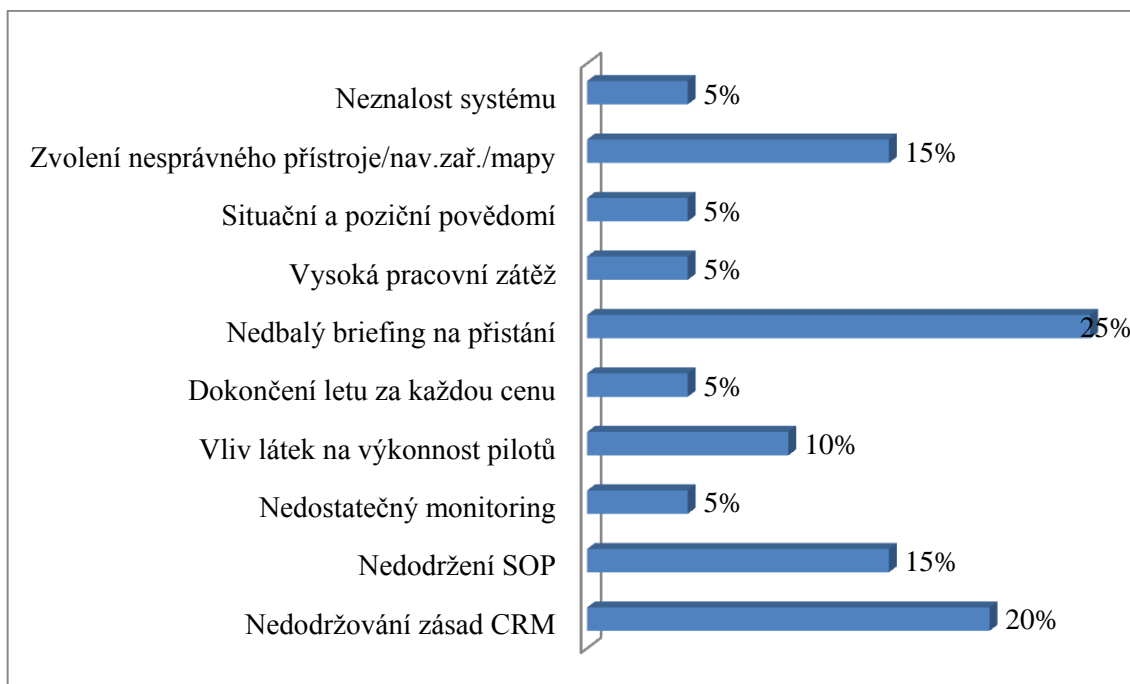


**Obrázek 14 – Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů – přiblížení VOR/DME**

Na obrázku 15 můžeme vidět grafické znázornění podílu jednotlivých faktorů přispívajících k nehodám a incidentům při přiblížení VOR/DME. Je patrné, že nejvýznamnějším přispívajícím faktorem byl nedbalý briefing na přistání. Důsledný briefing na přistání je základem pro bezpečné provedení jakéhokoliv přiblížení, bez ohledu na to, kolik zkušeností piloti s konkrétním přiblížením mají. Správný briefing by měl obsahovat následující:

- zhodnocení stavu letadla
- množství paliva
- odposlechnutí zprávy s informacemi o podmínkách na letišti – ATIS
- zhodnocení NOTAMů (informačních zprávách o mimořádných událostech – uzavření pojezděcí dráhy atd.) pro letiště určení
- určení/kontrola bodu v kterém začíná klesání - TOD (Top-of-descent)
- přečtení přiblížovací mapy, nastavení potřebných frekvencí a promyšlení celé procedury
- prohlédnutí mapy letiště včetně pojezděcích drah, předběžné naplánování poježdění

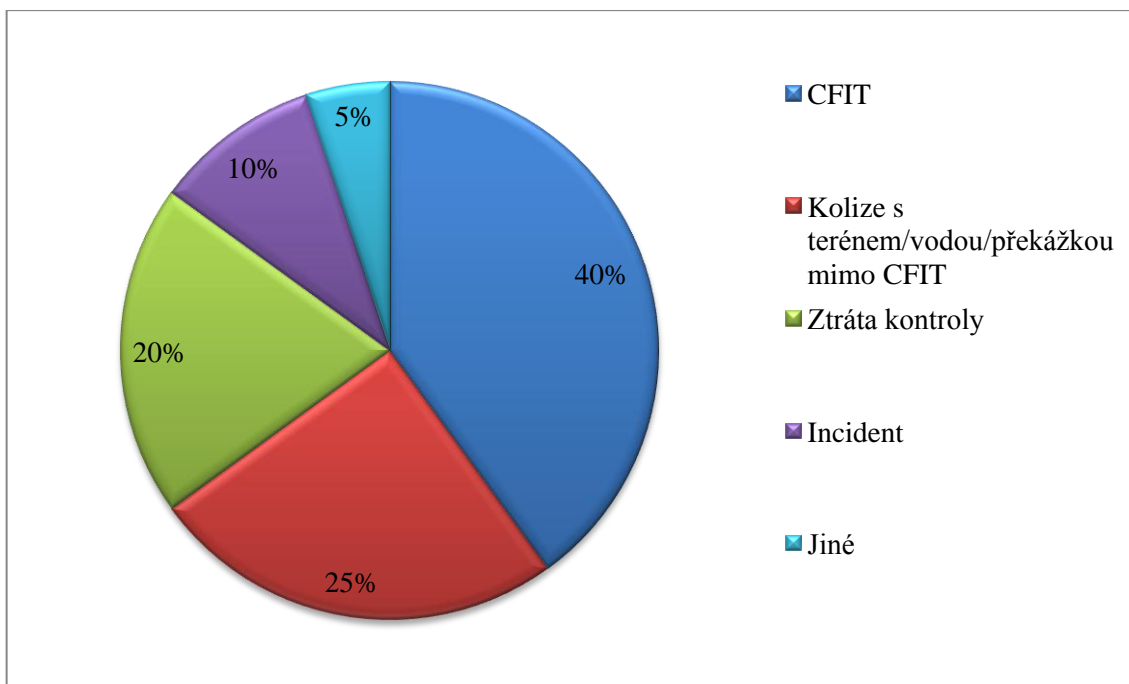
- použití automatizace a dalších systémů letadla
- určení přistávací konfigurace a případných odchylek od SOP



**Obrázek 15 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů – přiblížení VOR/DME**

Jak je možné pozorovat na obrázku 16, nejčastějším následkem byl řízený let do terénu. Ve tmě nebo v podmínkách nízké dohlednosti je odchýlení se od publikované trati během přiblížení extrémně nebezpečné, jelikož vzniká poměrně velká pravděpodobnost, že letadlo vyletí z ochranného prostoru přiblížení a nebude již chráněno před překážkami. Piloti navíc nemají přehled o překážkách a terénu v okolí letadla a tak se zvyšuje pravděpodobnost řízeného letu do terénu. Kromě nesprávného čtení navigačních údajů nebo nedostatečného vylučování snosu větru může existovat i mnoho dalších důvodů nedodržení publikované procedury. V některých případech se například stalo, že pilot prováděl VOR/DME přiblížení s nesprávnou informací o vzdálenosti. Místo DME totiž využíval GPS vzdálenost, která však často se vzdáleností DME, není shodná. Sestup byl tedy nevědomě proveden pod plnou kontrolou pilota do jiného bodu, než bylo zamýšleno, což vedlo k CFIT.



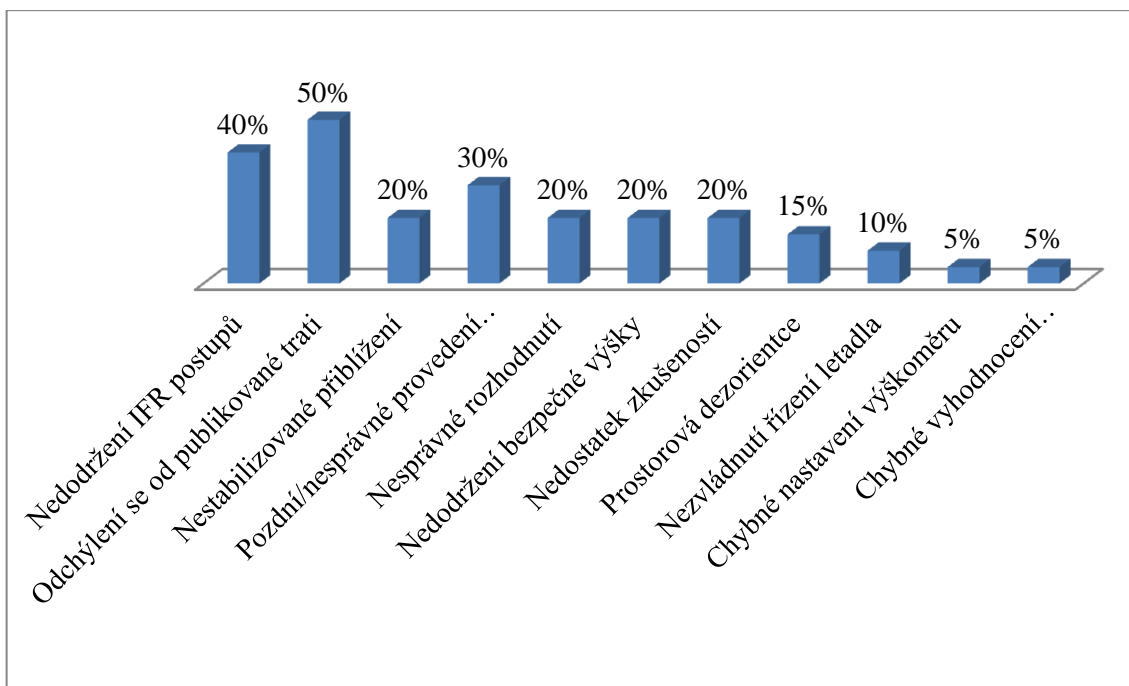


Obrázek 16 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení VOR/DME

### 3.5.3 Nebezpečí a rizika přiblížení NDB/DME

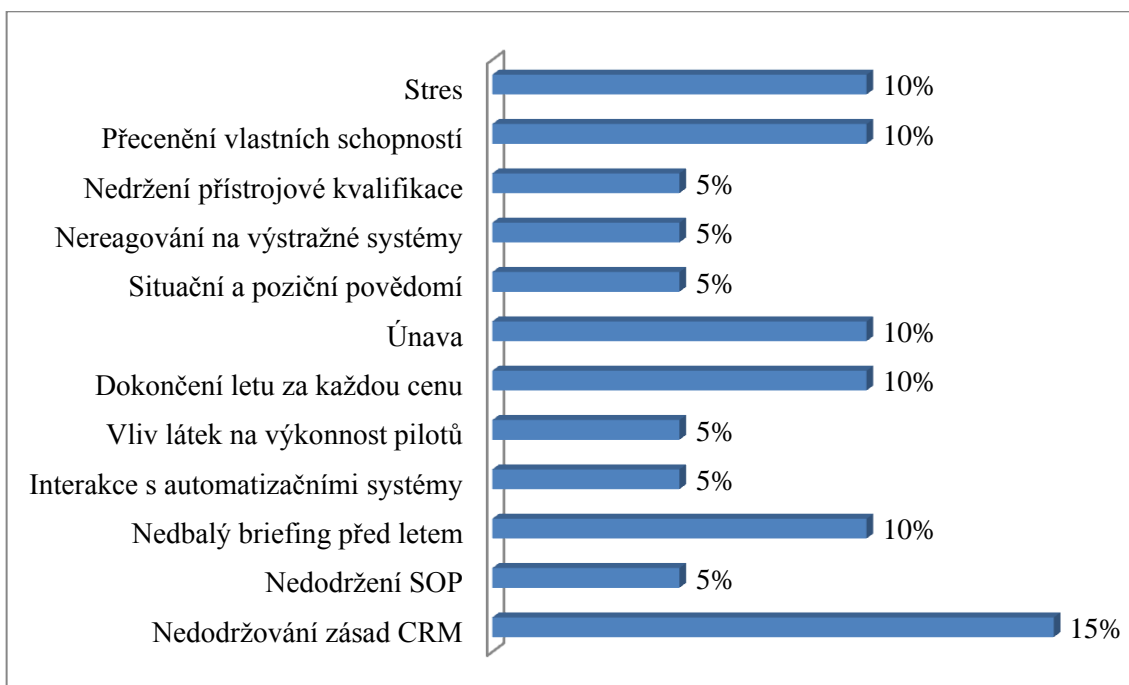
Výsledky analýzy nehod a incidentů vzniklých během NDB/DME přiblížení mají obdobné výsledky jako u přiblížení VOR/DME (viz graf na obrázku 17). 75% událostí bylo spojeno s nepříznivým počasím. Pouze 15% všech analyzovaných letů bylo provedeno ve dvojčlenné posádce.

Nejčastější příčinou bylo opět odchýlení od publikované trati následováno nedodržením IFR postupů. Například prostorová dezorientace však byla u tohoto druhu přiblížení více se vyskytujícím problémem. Je patrné, že v chybných postupech, které se často vyskytují u nepřesných přiblížení, je určitá podobnost.



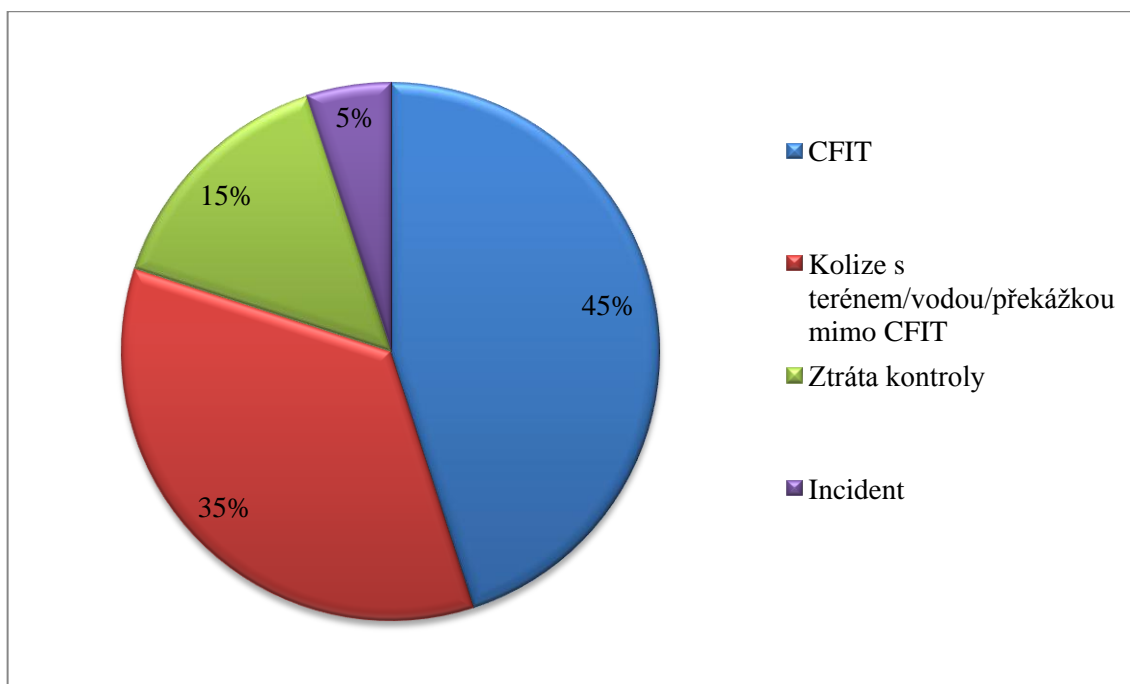
**Obrázek 17 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení NDB/DME**

Z přispívajících faktorů, které jsou v grafu na obrázku 18, se nejvíce vyskytovalo nedodržování zásad CRM. Nicméně v hustotě výskytu jednotlivých přidavných faktorů nebyly velké rozdíly, tudíž nelze jednoznačně vyvodit přesné závěry.



**Obrázek 18 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení NDB/DME**

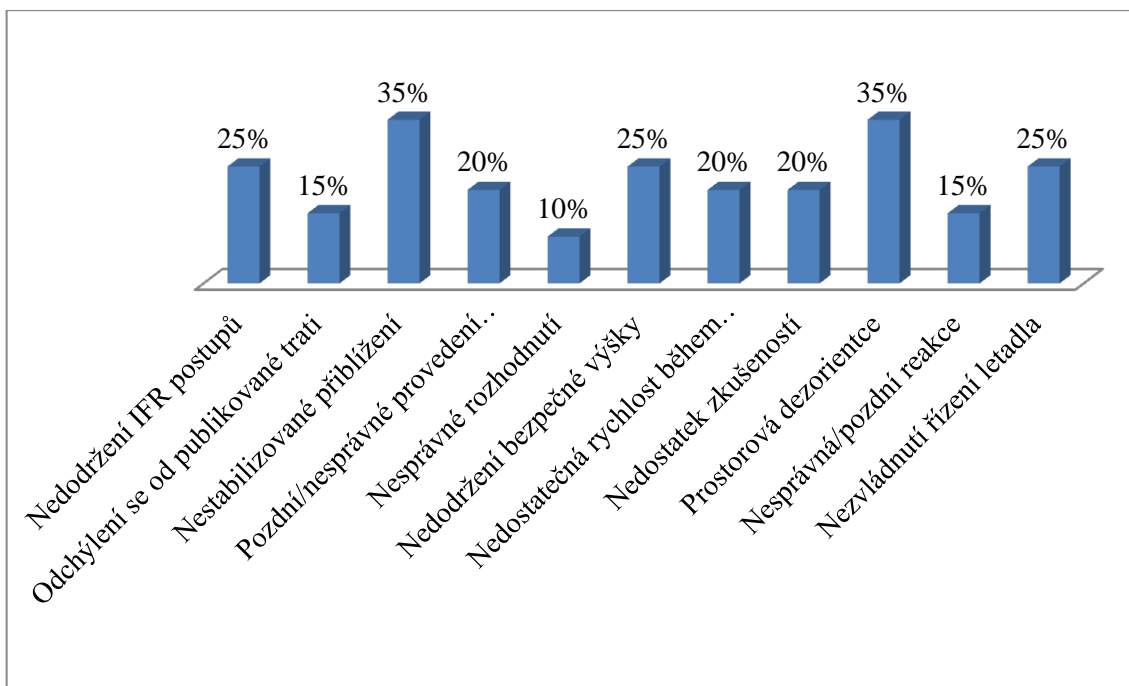
Přiblížení NDB/DME je druh procedury s nevyšším počtem řízených letů do terénu. Jak ukazuje graf na obrázku 19, CFIT byl následkem 45% případů.



Obrázek 19 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení NDB/DME

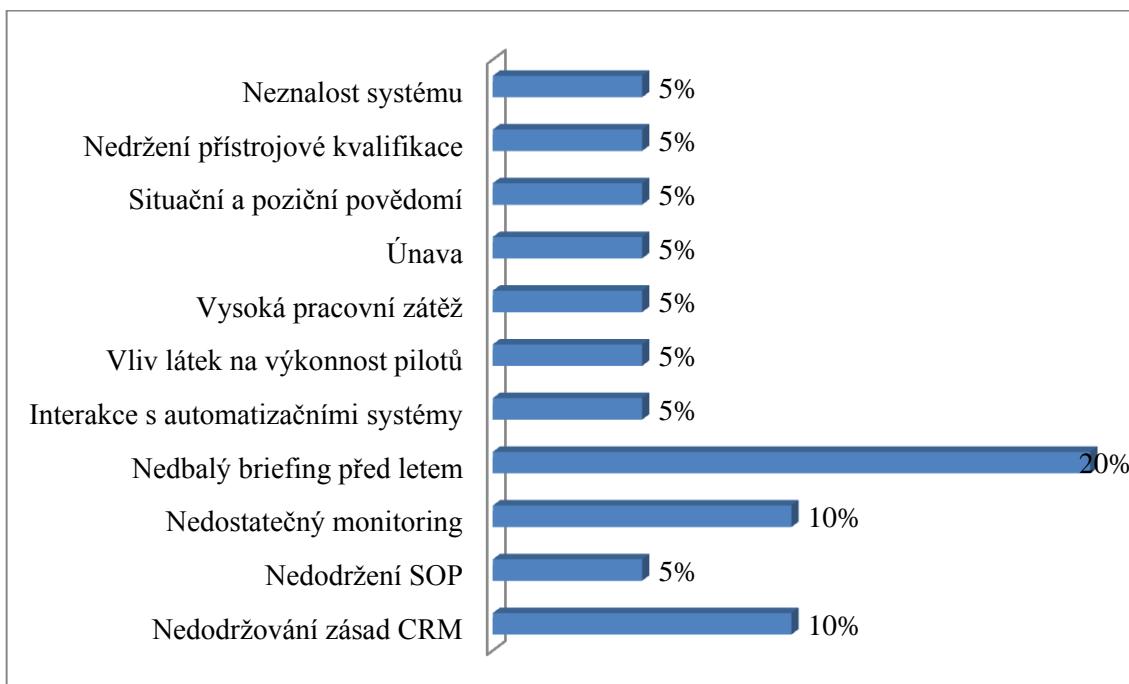
### 3.5.4 Nebezpečí a rizika přiblížení RNAV(GNSS)

85% analyzovaných RNAV (GNSS) přiblížení se odehrálo za nepříznivých meteorologických podmínek. Pouze 15% letů bylo provedeno ve vícečlenné posádce. Pokračování v nestabilizovaném přiblížení společně s prostorovou dezorientací byly tentokrát nejčastěji vyskytujícími se problémy. Tyto dva faktory nejčastěji vedly ke ztrátě kontroly (viz obrázek 22).



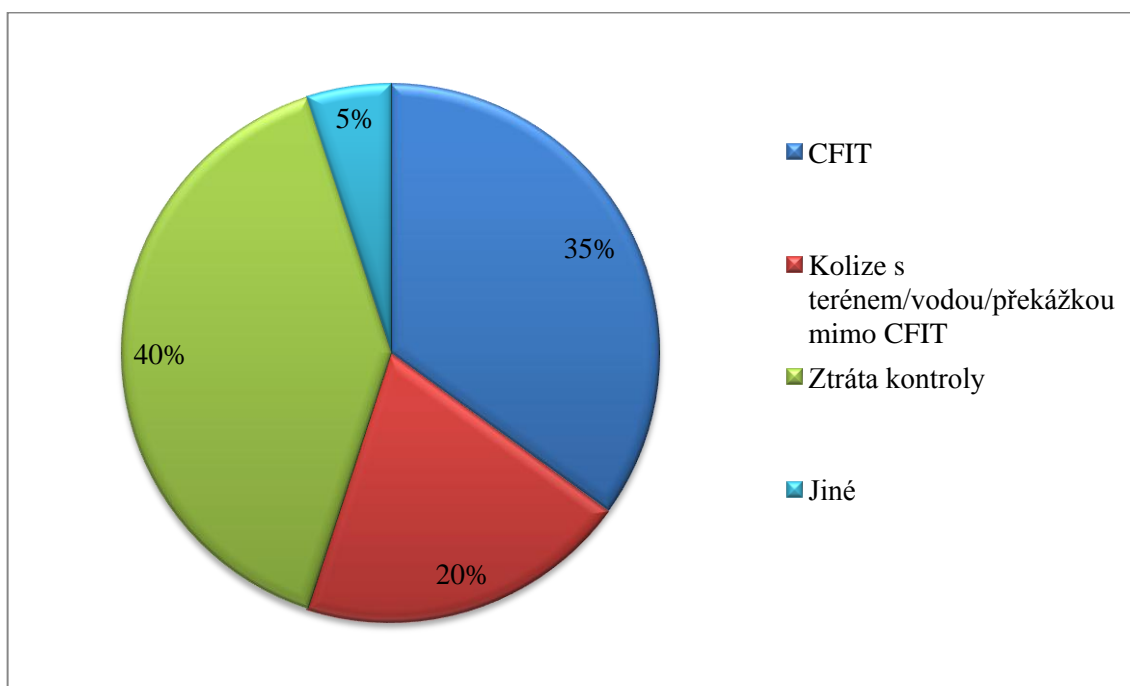
**Obrázek 20 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení RNAV (GNSS)**

Největší procentuální výskyt měl mezi přispívajícími faktory nedbalý briefing před letem. Piloti obvykle nekladli velký důraz na předletovou přípravu – zejména na zjišťování počasí na plánované trati a letišti určení. Ve finále byli mnohdy překvapeni nepříznivými meteorologickými podmínkami, které zásadně přispěly k prostorové dezorientaci.



**Obrázek 21 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení RNAV (GNSS)**

Už ze skutečnosti, že nejčastějšími příčinami nehod a incidentů při RNAV (GNSS) přiblížení byly nestabilizované přiblížení a prostorová dezorientace je možné předpokládat, že častým následkem bude ztráta kontroly nad letadlem. Graf na obrázku 22 toto tvrzení potvrzuje.



Obrázek 22 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení RNAV (GNSS)

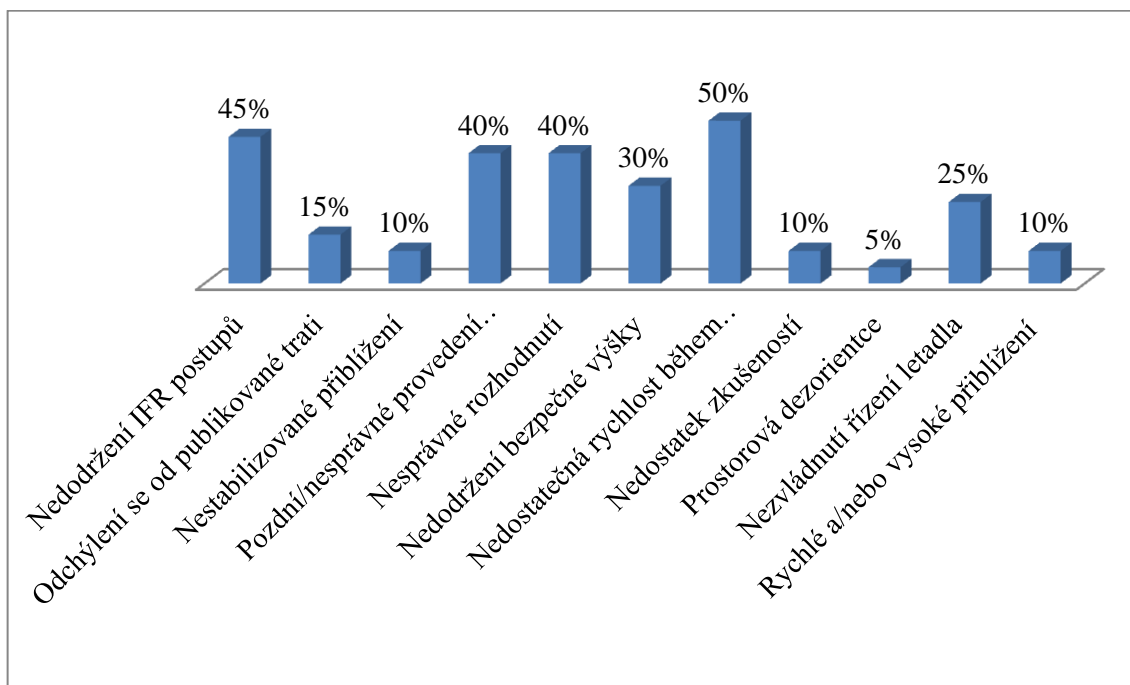
### 3.5.5 Nebezpečí a rizika přiblížení okruhem

Z dvaceti analyzovaných přiblížení okruhem bylo devatenáct provedeno za nepříznivých meteorologických podmínek. 25% letů proběhlo ve dvoučlenné posádce.

Nejvíce nehod a incidentů zapříčinila nedostatečná rychlost během přiblížení. Další příčinou s vysokým procentuálním zastoupením bylo nedodržení IFR postupů (viz obrázek 23).

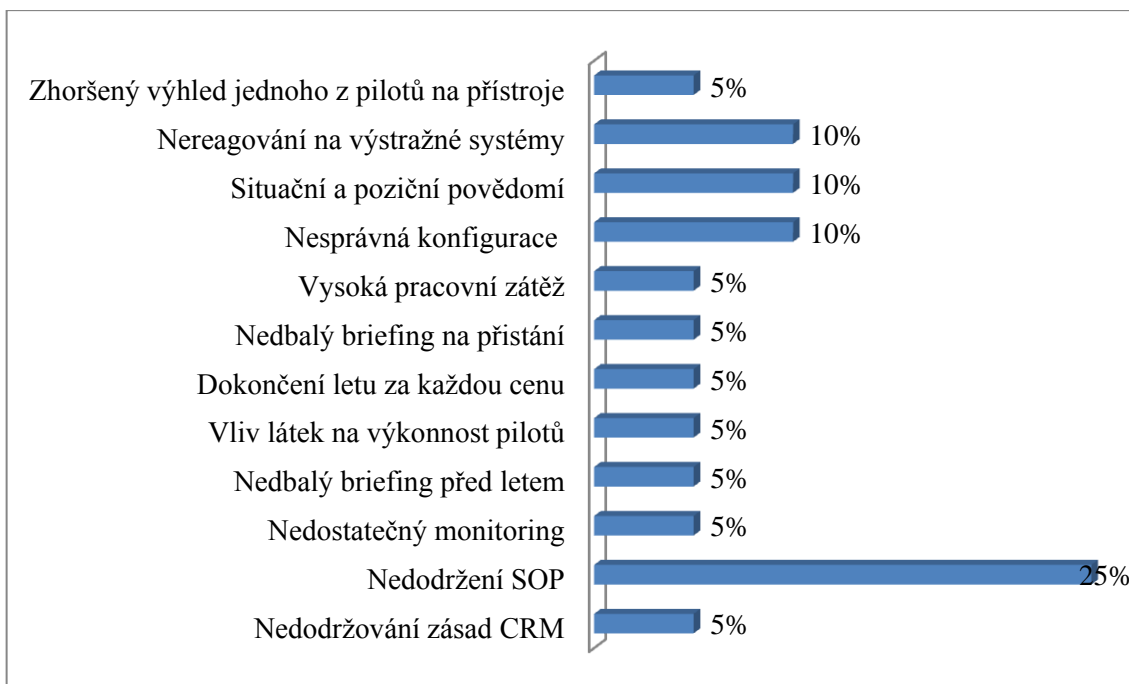
Nedostatečná rychlost během přiblížení bývá obvykle způsobena prostým nezvýšením výkonu v horizontálním letu, který je součástí této procedury. Přiblížení okruhem se provádí po některém z přiblížení podle přístrojů a vede letadlo na jinou dráhu, než na kterou bylo původní přiblížení prováděno – většinou tedy na dráhu v opačném směru. Piloti tudíž musí nejpozději v MDA zastavit klesání, odklonit horizontální dráhu letu po určitou dobu o 45° doprava či doleva, podle toho, na kterou stranu je postup publikovaný a následně pak pokračovat horizontálním letem paralelně s drahou až do okamžiku, kdy začnou točit třetí okruhovou zatáčku, nalétnou prodlouženou osu dráhy a začnou klesat na přistání. Pro

horizontální let je přirozeně nutné zvýšit výkon motorů. Pokud tak piloti neučiní, letadlo ztrácí rychlost a může dojít až k pádu, což bývá takto nízko nad zemí obzvláště kritické. Přiblížení okruhem jako takové je na provedení poměrně náročná procedura. Hraje zde roli zvýšená pracovní zátěž, která snadno vede ke vzniku chyb.



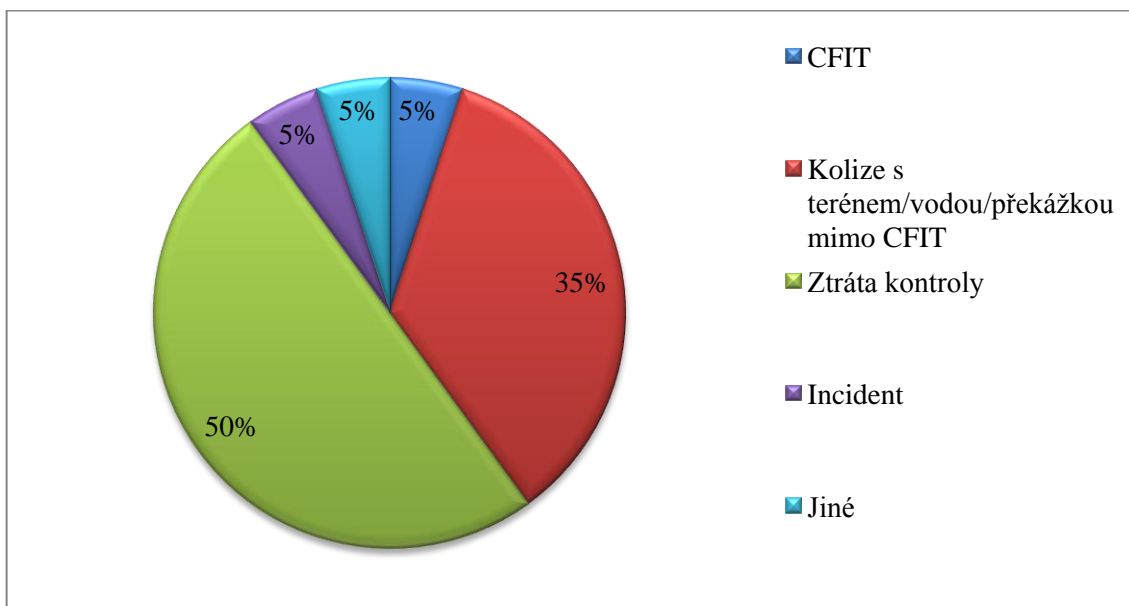
**Obrázek 23 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení okruhem**

Prispivajici faktor, který se u přiblížení okruhem nejvíce vyskytoval, bylo nedodržení SOP. Častou chybou v tomto ohledu bylo například opomíjení standardních hlášení o výškách, které mnohdy vedlo k proklesání MDA a následnému provádění okruhu pod touto výškou. V grafu na obrázku 24 jsou zobrazeny všechny časté prispivajici faktory.



**Obrázek 24 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení okruhem**

Na obrázku 25 můžeme vidět, že polovina letů vykonávající přiblížení okruhem skončila ztrátou kontroly nad letadlem. Přiblížení okruhem je také druh přiblížení s nejvyšším výskytem tohoto následku. Tato skutečnost opět pramení z nejčastější příčiny těchto nehod, kterou byla nedostatečná rychlost během přiblížení.



**Obrázek 25 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení okruhem**

## **4 Expertní posouzení a ověření klíčových charakteristik přiblížení vedoucích ke vzniku rizik**

Po provedení analýzy rizik a nebezpečí při přiblíženích podle přístrojů byly klíčové charakteristiky ověřeny, případně doplněny o další poznatky, formou dotazování letových instruktorů a pilotů, provádějících leteckou činnost u leteckých společností. Nebylo samozřejmě možné takto ověřovat vyloženě příčiny nehod a incidentů, nebo následky nepředvídatelných událostí za letu, jelikož k takovýmto událostem naštěstí během praxe dotazovaných instruktorů a pilotů nedocházelo. Byla tedy zjišťována spíše rizika, která jsou obecně v povědomí pilotů, provozní postupy a bezpečnostní opatření, které se používají v provozu a chyby, kterých se často dopouštějí piloti žáci během výcviku a nebezpečí hrozící při nerozpoznání a nenapravení takovýchto chyb.

### **4.1 Všeobecné chyby pilotů a rizika spojené s přiblíženími podle přístrojů**

Pravděpodobně největším problémem, který instruktoři pozorují, je markantní rozdíl ve schopnostech pilotů žáků řídit letadlo za podmínek VMC a IMC. Velká část výcviku létání podle přístrojů bývá totiž prováděna za podmínek pro let za vidu. Tím pádem mají piloti nedostatek zkušeností se skutečnými podmínkami pro let podle přístrojů. Hojně se vyskytujícím problémem je poté částečná neschopnost řízení letadla v IMC. Žáci nejsou schopni udržovat správný směr a výšku i během horizontálního letu. Ještě větší problémy pak nastávají při zvýšeném pracovním zatížení na sestupu nebo během dalších manévru spojených s přiblížením. Nezvládnutí řízení, či prostorová dezorientace za podmínek pro let podle přístrojů byly častou příčinou v analyzovaných nehodách a incidentech. Z tohoto důvodu by se ve výcviku měl klást důraz na nácvik řízení letadla ve zhoršených meteorologických podmínkách – tedy nejlépe let v mraku nebo let se zakrytým výhledem z kabiny. I když pilot sleduje po většinu času palubní přístroje, při letu za vidu i přesto získává určitou vizuální referenci s horizontem díky perifernímu vidění. To však poté při letu v oblačnosti vymizí a pilot může být vystaven nejružnějším iluzím, jejichž okamžité nerozpoznání může vést až ke ztrátě kontroly nad letadlem.



Dalším problémem je včasné a důsledné provádění briefingu na přistání. Piloti žáci mají tendenci provádět briefingy na poslední chvíli, což poté vede ke zvýšení pracovní zátěže a s tím i k nárůstu stresu. Takovéto prostředí tvoří ideální podmínky pro vznik chyb nebo opomenutí určitých úkonů. Piloti se musí soustředit na přípravy kokpitu na přiblížení – ladění komunikačních frekvencí a frekvencí radionavigačních zařízení, nastavení navigace, čtení přiblížovací mapy apod. Ve stejném čase často přijímají povolení od řídicích letového provozu, na které musí patřičně reagovat, a do toho musí např. klesat nebo provádět jiné manévry. Problém s briefingy na přistání byl i častým přispívajícím faktorem v analyzovaných nehodách a incidentech.

Nedbalý briefing na přistání může být obzvláště kritický také v případě, kdy nastane nutnost provést go-around a postup nezdařeného přiblížení. Tato akce vyžaduje okamžitou a pohotovou reakci pilota, kdy je nutné, aby dotyčný přesně věděl, jakým způsobem má konkrétní postup provést. Pokud však dříve nebyl proveden briefing na přistání, nebo byl proveden neúplně, může se stát, že pilot není schopen dodržet publikovaný postup, což může být kritické nejen pro dané letadlo a osoby na jeho palubě, ale také pro letadla pohybující se v jeho okolí (např. při přestoupaní výšky publikované v MAP – nad touto výškou už mohou letět další letadla). Toto je jasný příklad toho, jak spolu jednotlivé faktory souvisí a jak se navzájem prolínají a ovlivňují. Nedbalý briefing, jako přispívající faktor, může vést až k nezvládnutí postupu nezdařeného přiblížení, což bývalo častou příčinou analyzovaných nehod a incidentů.

Časté chyby se dále dělají ve vyvážení letadla na sestupu a nastavení výkonnostních parametrů pro klesání. Pokud pilot letadlo nedostatečně vyváží, zvyšuje tak svoje pracovní vytížení, protože musí vynaložit poměrně značné úsilí k udržení letadla na správné sestupové rovině. Co se týče výkonnostních parametrů, problémem bývá spíše vyšší rychlost během přiblížení než naopak. Vyšší rychlost přiblížení vyžaduje rychlejší klesání pro udržení správné sestupové roviny a to opět zvyšuje zátěž pilota, zvláště pokud s touto skutečností nepočítá. Tento a další problémy spojené s rychlostí na sestupu se občas chybně řeší příliš velkými změnami výkonu, což může zapříčinit nestabilizované přiblížení.

## **4.2 Chyby a rizika spojené s přesným přiblížením ILS**

Kromě všeobecně vyskytujících se chyb a nedostatků zmíněných výše je možné ještě zmínit nějaké další, které jsou specifické pro určitý druh přiblížení. U přesného přiblížení ILS je to

například provádění příliš velkých oprav odchylek od směrové a sestupové roviny. Letadlo pak osciluje kolem osy přiblížení, což může způsobit nestabilizované přiblížení.

Dalším mnohdy opomíjeným úkonem je kontrola Glide Slope během sestupu. V určité vzdálenosti od DME by letadlo na sestupové rovině mělo mít výšku stanovenou na mapě. Pokud tomu tak není, může to indikovat chybný signál Glide Slope nebo například nesprávné nastavení výškoměru, což bývá také častou chybou. Během briefingu na přistání – „Approach Briefing“, by mělo být provedeno odposlechnutí frekvencí a zkontrolování správného kódu v Morseově abecedě. Tímto odposlechem se však zjistí pouze správný signál Localizeru, nikoliv sestupového majáku Glide Slope. Proto je také kontrola správné indikace Glide Slope tak důležitým prvkem přiblížení.

Častou chybou je také tendence srovnávat letadlo do osy dráhy po získání vizuální reference ve výšce rozhodnutí. Po dosažení DA je zapotřebí dále navigovat letadlo podle přístrojů – tedy řídit se povely Localizeru a Glide Slope a takto pokračovat prakticky až do výšky podrovnání. Letadlo bývá vybočeno vůči boční složce větru, a pokud je v DA srovnáno do osy dráhy, začne být vlastně okamžitě snášeno větrem z trati. To je v takto nízké výšce nad zemí obzvláště nežádoucí. Pozornost pilota musí být v této fázi rozdělena tak, aby byl kontrolován jak prostor vně pilotní kabiny tak přístroje uvnitř kokpitu.

### **4.3 Chyby a rizika spojené s nepřesnými přístrojovými přiblíženími**

Mnohé problémy, rizika a nebezpečí se vyskytují u všech analyzovaných nepřesných přiblížení. Z tohoto důvodu nebudou probírány jednotlivě u každého přiblížení, ale všeobecně v následujících odstavcích. Další faktory specifické jen pro konkrétní přiblížení budou zmíněny v jednotlivých sekcích.

Častou chybou, která se vyskytuje u nepřesných přiblížení při sestupu metodou CDFA bývá neschopnost udržet konstantní úhel sestupu. To mnohdy pramení mimo jiné z nedbalého vyvážení letadla na sestupu a nenastavení správných výkonnostních parametrů. S tím souvisí také například nedostatečné zpomalení letadla před započítím klesání a následné provádění sestupu na vyšší rychlosti, kdy zároveň není zvýšená rychlost klesání.

Dalším problémem je náchylnost k podklesávání MDA. Je to buďto z důvodu nepozornosti nebo častěji pouhým nenavýšením minim. Při sestupu technikou CDFA totiž musí být MDA navýšena o určitou hodnotu, která zajistí nepodklesání této výšky. Jelikož se při sestupu konstantním úhlem klesání letadlo nepřevádí do horizontálního letu a nepokračuje se takto do bodu nezdařeného přiblížení, musí se počítat se ztrátou výšky během provádění přechodového oblouku v případě go-around. Hodnotu navýšení určuje provozovatel a musí být uvedena v provozní příručce.

Zvláštní pozornost je nutné věnovat přibližovacím mapám pro nepřesná přiblížení, vydávaných firmou Jeppesen. V těchto mapách jsou v případě, kdy je možné provádět sestup technikou CDFA, publikovány výšky rozhodnutí – tedy DA a nikoliv minimální výšky pro klesání – MDA, jako tomu bylo dříve. Tyto výšky rozhodnutí (DA) ovšem nezahrnují přídavek na ztrátu výšky v přechodovém oblouku, jako u přesných přiblížení.<sup>37</sup> Tato skutečnost může být pro piloty poněkud matoucí.

### 4.3.1 Přiblížení VOR/DME

U přiblížení VOR/DME se často vyskytuje chyba, díky které není letadlo vedeno přesně po trati. Jedná se o to, že piloti žáci často vedou letadlo během přiblížení VOR pouze podle radiálu od majáku VOR, který si nastaví na jednom z navigačních přístrojů v kokpitu – tedy zpravidla na HSI nebo CDI pomocí OBS. Problém nastává tehdy, když se letadlo přibližuje k majáku, respektive nad něj – do takzvaného kuželu nepřesné indikace. V této chvíli je zapotřebí, aby bylo letadlo vedeno podle ručičky VOR, která ukazuje vždy směr přesně k radiomajáku a je umístěná společně s ručičkou NDB na indikátoru RMI. To ovšem piloti často opomíjí.

Dá se říci, že výše zmíněný problém je také z části způsoben nedodržováním principů CRM. Nepostupování v souladu se zásadami CRM bylo jedním z nejčastějších faktorů, přispívajících ke vzniku nehod a incidentů, které byly vybrány k rozboru. Jedním z hlavních principů CRM je totiž využívání všech dostupných zdrojů. Tím pádem by piloti měli využít navigaci jak podle radiálu od majáku VOR, tak pomocí ručičky VOR, pokud je tato možnost

---

<sup>37</sup> Jeppesen Briefing Bulletin: AERODROME OPERATING MINIMUMS ACCORDING TO EU-OPS 1 [online]. In: . [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: [http://www1.jeppesen.com/main/corporate/documents/aviation/notices-alerts/hubwatch/BriefingBullentins/abb\\_jep\\_08\\_D.pdf](http://www1.jeppesen.com/main/corporate/documents/aviation/notices-alerts/hubwatch/BriefingBullentins/abb_jep_08_D.pdf)

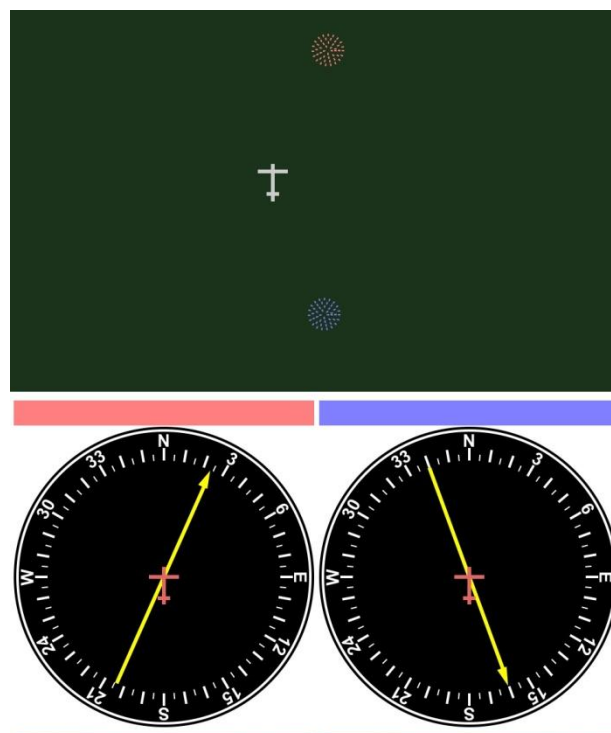
k dispozici. Maximum vhodných informací totiž vede k efektivnímu a hospodárnému řízení letadla.

### **4.3.2 Přiblížení NDB/DME**

NDB/DME je pravděpodobně mezi nepřesnými přístrojovými přiblížení to nejproblematictější. Největší problém zřejmě vzniká při samotném čtení navigačních údajů z automatického radiokompasu – ADF. Navíc systém NDB vykazuje sám o sobě poměrně značné chyby v přesnosti, které když se sečtou s odchylkami od publikované trati způsobené důsledkem neschopnosti letět přiblížení přesně, vniká mnohdy ne zcela zanedbatelná chyba.

Dalším faktorem je interpretace navigační informace. Při letu k majáku NDB ukazuje ručička na RMI „povelově“ a při letu od majáku „polohově“. Tato skutečnost může být opět zdrojem chyb a to především právě při letu od majáku NDB.

Tento problém je názorně zobrazen na obrázku 26. Představme si, že se má letadlo nacházet na spojnici dvou majáků. Na prvním RMI (růžovém) můžeme vidět indikaci při letu k majáku NDB. Pokud pilot opraví kurz za ručičkou – tedy doprava, dostane se na správnou trať. Na druhém RMI (modrém) vidíme let od majáku. Aby se pilot dostal zpět na správnou trať, neopravuje tentokrát kurz za ručičkou (doleva), ale opět doprava, jelikož ručička tentokrát ukazuje polohově. Je tedy zapotřebí, aby si piloti uvědomili, že k majáku NDB vždy směřuje šipka indikátoru, nikoliv ručička.



Obrázek 26 - Indikace RMI při letu k/od majáku NDB<sup>38</sup>

Zmíněné chyby samozřejmě souvisí s nejčastější příčinou nehod a incidentů spojených s přiblížením NDB, kterou je právě odchýlení se od publikované trati v horizontální rovině. Je tedy možné konstatovat, že tato selhání mají kořeny už v leteckém výcviku.

### 4.3.3 Přiblížení RNAV (GNSS)

Mimo všeobecná rizika nepřesných přístrojových přiblížení hrozí u RNAV (GNSS) přiblížení ještě jiná nebezpečí vzniku chyb. Jedním z nich je kupříkladu orientace v letovém plánu přiblížení, nastaveném v palubním přijímači GPS nebo FMS (Flight Management System). Pro mnoho pilotů není interpretace letového plánu v avionice letadla dostatečně přehledná a tak může dojít k záměně určitého bodu za jiný. RNAV body mají název, složený z kombinace písmen a čísel, o pěti položkách. Zpravidla se od sebe tyto body odlišují pouze poslední, tedy pátou číslicí a právě to může znesnadňovat orientaci v letovém plánu a tím i zvyšovat pracovní zatížení. Mimo to je přiblížení RNAV (GNSS) svým provedením velmi podobné přiblížení VOR/DME.

<sup>38</sup> APPCALYPTUS UG. Radionav Sim HD [software]. [přístup 2015-05-26]. Požadavky na systém: iOS 7.0 nebo pozdější; kompatibilní se zařízením iPad; 1,1 MB.

## 4.4 Chyby a rizika spojené s přiblížením okruhem

Velmi častým problémem spojeným s přiblížením okruhem je nezvyšování výkonu v horizontálním letu. Tento problém byl také nejčastější příčinou analyzovaných nehod a incidentů. Malá rychlost na okruhu činí pak nejvyšší nebezpečí v zatáčkách, kdy piloti mají tendenci koukat ven z kabiny a nedostatečně monitorují rychlost a náklon. Tento problém je spojen s dalším, kterým je pozdní točení čtvrté zatáčky, tedy přeletění osy dráhy. Kombinace těchto dvou zmíněných faktorů uvádí letadlo do poměrně velkého rizika. Ve chvíli, kdy si pilot uvědomí, že začal točit poslední zatáčku moc pozdě a přelétává tím pádem finále dráhy, ve snaze dostat letadlo co nejrychleji zpět na osu dráhy zvýší náklon v zatáčce – tedy zatáčku přiosťří a při nedostatečné rychlosti se může snadno přiblížit k rychlosti pádové. Pokud se letadlo dostane do pádu v malé výšce nad zemí, pilot má minimum času a prostoru pád vybrat.

Dalším vyskytujícím se problémem je tendence stoupat na okruhu v zájmu zachování dostatečné vzdálenosti od překážek. Stoupání však při podmínkách nízké oblačnosti může dovést letadlo znovu do IMC. Piloti poté ve snaze dostat se zpět do podmínek za vidu začnou klesat, místo aby rovnou provedli nezdařené přiblížení. Nicméně tím, že hledají zemi a přestávají dostatečně kontrolovat palubní přístroje, může dojít k odchýlení od trati nebo neúmyslnému uvedení letadla do nezvyklé polohy.

Chyby ve správné konfiguraci můžeme u přiblížení okruhem také často pozorovat. Všeobecně se doporučuje, že by letoun měl být v přistávací konfiguraci nejpozději v okamžiku nalétnutí FAF/FAP. Přiblížení okruhem se však v plné přistávací konfiguraci neprovádí a tak se před bodem konečného přiblížení vysouvá podvozek jako obvykle, ale klapky jenom částečně. Plné vysunutí klapek se provádí až na Base Legu, což je úsek mezi 3. a 4. okruhovou zatáčkou, popřípadě na finále.

Další problém může vznikat, především tedy u méně zkušených pilotů, při získávání letového povolení. Řídící letového provozu řekne například, že jsme povoleni pravým okruhem na dráhu XY. V tuto chvíli, kdy je pilot pracovně vytížen a navíc musí opakovat letové povolení je schopen v MDA zatočit doprava, jelikož dostal povolení pro pravý okruh. Aby však letěl pravý okruh, musel by zatočit doleva. Pokud by se na straně dráhy, kde postup není publikovaný, nacházel zvýšený terén nebo jiné překážky, mohl by mít podobný omyl fatální následky.

Všeobecně je přiblížení okruhem poměrně rizikové nejen z důvodu zvýšené pracovní zátěže na palubě, ale také kvůli nedostatečné praxi v tomto druhu přiblížení. Circling se totiž v letecké praxi provádí velmi zřídka a piloti tedy nemusí mít postupy aplikující se během něj dostatečně zažité.

## 5 Shrnutí a doporučení

Hlavním cílem provedené analýzy bylo zjistit, jak se liší jednotlivé druhy přiblížení podle přístrojů, z hlediska rizikovosti jejich provedení. Dříve než shrneme zjištěná fakta týkající se každého typu přiblížení, položme si základní otázku. Je opravdu rizikovost nepřesných přístrojových přiblížení ve srovnání s přesnými přiblíženími o tolik vyšší? Na základě poznatků, získaných rozborem nehod a incidentů, výpovědí zkušených pilotů a také z všeobecně známých skutečností lze konstatovat, že nepřesná přiblížení s sebou opravdu nesou výrazně větší rizika než přiblížení přesná.

### 5.1 Proč jsou nepřesná přístrojová přiblížení rizikovější než přiblížení přesná

Základní rozdíl mezi nepřesnými a přesnými přiblíženími je patrný už z jejich názvu. Přesná přiblížení poskytují větší přesnost navigačního vedení, jelikož vedou letadlo jak v horizontální, tak ve vertikální rovině. Nepřesná přiblížení vertikální vedení neposkytují a tak přirozeně vykazují nižší přesnost. Piloti proto musí vynaložit značnou část své pozornosti k vedení letadla po sestupové rovině a k celkovému udržování situačního povědomí, což podstatně zvyšuje jejich pracovní zátěž. Šance, udělat v takovýchto podmínkách chybu, je proto větší, než u přesných přiblížení.

Toto tvrzení je možné dále podpořit některými výsledky provedené analýzy. V první řadě je zapotřebí zmínit, jaké měly nejrůznější faktory a nesprávné postupy figurující v analyzovaných událostech dopady. Většina nepřesných přiblížení – tedy přesněji 95%, vybraných pro tuto studii, skončila katastrofou. Naproti tomu, u přesných přiblížení, mělo katastrofický scénář pouze 55% případů. 45% analyzovaných přesných přiblížení bylo klasifikováno pouze jako letecký incident. Z toho plyne, že při přesných přiblíženích neměly vždy nesprávné postupy posádek, spojené s dalšími faktory, fatální následky. Aby bylo možné toto tvrzení považovat za obecně platné, musela by být pravděpodobně, pro získání objektivního výsledku, provedena analýza o dost rozsáhlejší.

Dalším závěrem studie, je významně vyšší riziko řízených letů do terénu – CFIT u nepřesných přiblížení. Pravděpodobnost nehody CFIT byla u nepřesných přiblížení 40%, tedy téměř 3 krát vyšší než u přesných přiblížení. Jedním z důvodů většího rizika řízeného letu do terénu u



nepřesných přiblížení je jistě nutnost vynaložení většího úsilí k udržení situačního a pozičního povědomí.

O rizicích řízených letů do terénu a způsobech jak tato rizika eliminovat hovoří i letecký předpis L8168:

„Studie ukázaly, že riziko řízeného letu do terénu je při nepřesných přístrojových přiblíženích vysoké. I když samotné postupy nejsou ve své podstatě nebezpečné, použití tradiční techniky postupného klesání pro lety při nepřesných přístrojových přiblíženích je náchylné k chybám, a tudíž se nedoporučuje. Provozovatelé by měli snižovat toto riziko zdůrazněním této problematiky při výcviku a standardizací řízení vertikální dráhy u postupů nepřesných přístrojových přiblížení. Provozovatelé typicky využívají jednu ze tří technik řízení vertikální dráhy u nepřesných přístrojových přiblížení. V rámci těchto technik je upřednostňována technika konečného přiblížení stálým klesáním (CDFA). Kdykoliv je to možné, provozovatelé by měli používat tuto techniku, protože zvyšuje bezpečnost přiblížení díky snížení pracovní zátěže pilota a snížení možnosti chyb při provádění přiblížení.“<sup>39</sup>

Jedním ze způsobů snižování rizika CFIT u nepřesných přiblíženích je tedy používání metody sestupu CDFA. Sestup metodou stálého klesání je nicméně doporučován nejen pro snížení rizika CFIT, ale všeobecně pro zvýšení bezpečnosti nepřesných přiblížení.

Další formou snižování pravděpodobnosti nehod CFIT je bezpochyby instalace systémů, které varují posádku před blízkostí terénu, do letadel – tedy zejména GPWS (Ground Proximity Warning System) a EGPWS (Enhanced GPWS). Pro většinu letadel, provádějících obchodní leteckou dopravu, je toto vybavení povinností. Se zaváděním těchto systémů je samozřejmě nutné neopomínat také řádný výcvik pilotů. Ti musí být s funkcí systémů TAWS (Terrain Avoidance and Warning System) dobře seznámeni, aby byli schopni plně využívat jejich výhody a pohotově reagovat na případná varování.

## **5.2 Rizikovost nepřesných přístrojových přiblížení**

Pokud se nyní zaměříme na jednotlivá nepřesná přiblížení, největší riziko nehod CFIT bylo zaznamenáno u přiblížení NDB. Přiblížení NDB je také celkově možné považovat za nejproblematictější nepřesné přístrojové přiblížení, co se provedení týče.

---

<sup>39</sup> Letecký předpis L 8168, ref. 4, s. 14

Nejčastější příčinou analyzovaných nehod byla neschopnost vést letadlo po správné trati přiblížení, respektive odchýlení se od publikované trati. Ve výcvicích se piloti žáci vlastně často potýkají se stejným problémem. Tím, že často nejsou schopni správně číst navigační údaje z ADF, dochází k nepřesnému vedení letadla po trati. Tyto problémy mohou mimo jiné vycházet ze skutečnosti, že přiblížení NDB není tak často létané a proto s ním piloti nemusí být sžití tak, jako s jinými typy přiblížení. To v mnoha případech navíc přináší zbytečné obavy a stres, což se opět může negativně odrazit na výkonnosti během přiblížení.

NDB přiblížení je hodnoceno jako nejrizikovější i ve studii, provedené Australským vyšetřovacím úřadem - ATSB. Z výpovědí pilotů bylo zjištěno, že během přiblížení NDB jsou piloti nejvíce pracovním vytížení a mají navíc největší problémy s udržení situacního povědomí. Studie také ukazuje, že piloti vnímají přiblížení NDB jako nejméně bezpečné.<sup>40</sup>

Z důvodu vysoké rizikovosti přiblížení NDB by se mělo zvážit, zda je vhodné vůbec tato přiblížení nadále používat. Zvláště, když existují jiné, spolehlivější systémy, kterými by tato přiblížení mohla být nahrazena. Přiblížení RNAV (GNSS) se jeví jako vhodná náhrada, poskytující navíc přesnější vedení a s tím i větší bezpečnost. V současné době, kdy se NDB přiblížení stále létají, je vhodné používat při jejich provádění GPS, jako další zdroj navigačních dat.

Podle stupně rizikovosti, by jako další nepřesné přiblížení v pořadí mohlo být přiblížení RNAV (GNSS). Provedení tohoto přiblížení se významně neliší od přiblížení posledního zkoumaného nepřesného přiblížení VOR/DME, avšak je zde dříve zmiňovaný problém s orientací v letovém plánu, který může být zdrojem chyb. Studie ATSB hodnotí přiblížení RNAV (GNSS), jako druhé nejrizikovější po přiblížení NDB. Tento závěr opět vychází z úrovně pracovního vytížení, schopnosti udržet situační povědomí a subjektivního pocitu bezpečí pilota během přiblížení. Nejpozitivnější výsledky mělo z NPA přiblížení VOR/DME a ze všech druhů přiblížení podle přístrojů to bylo samozřejmě přesné přiblížení ILS.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> GODLEY, Stuart T. *Perceived Pilot Workload and Perceived Safety of Australian RNAV (GNSS) Approaches* [online]. In: . [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: [http://asasi.org/papers/2007/Workload\\_and\\_RNAV\\_Approaches\\_Stuart\\_Godley.pdf](http://asasi.org/papers/2007/Workload_and_RNAV_Approaches_Stuart_Godley.pdf)

<sup>41</sup> GODLEY, Stuart T., ref. 39

### 5.3 Rizikovost přiblížení okruhem

Není pochyb o tom, že přiblížení okruhem je velice riziková procedura. Ze všech druhů přiblížení podle přístrojů je zcela jistě tím nejvíce nebezpečným. Logicky se totiž ke všem rizikům, hrožících při přiblíženích, které circlingu předcházejí, přičítají ještě rizika samotného přiblížení okruhem. Už jen základní odlišnost tohoto druhu přiblížení od ostatních, uvádí piloty do zvýšeného nebezpečí. Tou je skutečnost, že místo, aby letadlo po získání vizuální reference s dráhou nebo přiblížovací světelnou řadou v DA/MDA pokračovalo rovně na přistání, se musí odchýlit od tratě konečného přiblížení a provést vizuální manévr okolo letiště. Výhodou, ale zároveň i nevýhodou přiblížení okruhem je, že je v letecké praxi prováděno jen velmi zřídka. Příznivé je to z toho důvodu, že piloti nejsou tomuto rizikovému postupu vystavováni často. Nevýhodou však je, že se v určité míře vytrácí jejich dovednosti, létat tato přiblížení.

Obecně lze pro zvýšení bezpečnosti přiblížení okruhem doporučit provádění speciálních příprav (briefingů), během kterých si posádka ujasní, jak přesně bude postup proveden. Tedy na jakou stranu se bude provádět počáteční vybočení, v jaké konfiguraci letadlo bude, jaké výkonnostní parametry budou nastaveny apod. Dále je důležité mít na paměti, že je zapotřebí nedělat ostré náklony při točení okruhových zatáček. S rostoucím náklonem totiž výrazně roste pádová rychlost, což je extrémně nebezpečné, obzvlášť při nízké rychlosti a v malých výškách nad zemí. Je vhodné tedy provádět náklony maximálně do 25°.

Dalším doporučením je zvážení, zda provádět takovéto postupy v noci. Přiblížení okruhem za tmy totiž přináší ještě výrazně větší nebezpečí než ve dne. I přesto, že je terén v dohledu, není jednoduché od něj vizuálně udržovat rozestup.

I ve dne je však rizikovost tohoto postupu natolik vysoká, že nejvhodnějším řešením by bylo snižovat četnost jeho provádění na minimum, nebo dokonce přiblížení okruhem vůbec neprovádět. To by mělo platit zejména pro dopravce provozující velkokapacitní dopravní letouny.

## 5.4 Návrh řešení pro eliminaci konkrétních rizik

Výsledky analýzy přinesly nalezení hlavních příčin leteckých nehod a incidentů. U každé události byly zjištěny také faktory, které samotnou nehodu nutně nezavinily, ale určitým způsobem přispěly k jejímu vzniku – takzvané přispívající faktory. Nicméně právě tyto faktory často odstartovaly řetězce událostí, které vedly ke vzniku nehod nebo incidentů. Z tohoto důvodu je vhodné zaměřit se při vytváření návrhů na snížení rizik, hrozících při přiblíženích podle přístrojů, nejdříve na konkrétně tyto přispívající faktory. Pokud by totiž tyto faktory byly odstraněny, nemuselo by pravděpodobně ve finále k těmto nešťastným událostem dojít. Pro rekapitulaci si nyní připomeneme nejčastější příčiny a přispívající faktory, které byly u analyzovaných nehod a incidentů zjištěny.

### Nejčastější příčiny:

- Nedodržení IFR postupů (sklesání pod DA/MDA)
- Odchýlení od publikované trati
- Nestabilizované přiblížení
- Pozdní/nesprávné provedení MAP/GA
- Nedodržení bezpečné výšky
- Nedostatečná rychlost během přiblížení
- Nesprávné rozhodnutí

### Nejčastější přispívající faktory:

- Nedodržování zásad CRM
- Nedodržení SOP
- Nedostatečný monitoring
- Nedbalý briefing před letem
- Interakce s automatizačními systémy
- Vliv látek na výkonnost pilotů
- Dokončení letu za každou cenu
- Nedbalý briefing na přistání

### Řešení:

- Postupovat v souladu s metodami CRM, zařadit CRM do všech výcvikových kurzů

Koncept CRM vzniknul na základě vyšetřování leteckých nehod, kdy bylo zjištěno, že na vzniku více než 70% těchto událostí má hlavní příčině lidský činitel. CRM, tedy obor zabývající se optimalizací činnosti posádky slibuje, že pokud budou piloti za letu postupovat smysluplně, s dodržením určitých zásad a tedy v souladu s metodami CRM, leteckých nehod bude méně.<sup>42</sup>

Je očividné, že jsou zásady CRM, i přes jejich důležitost, často opomíjeny. Proto by měl být kurz CRM součástí všech pilotních výcviků a měla by být zdůrazňována podstata tohoto konceptu. Pravidla CRM bývají vyučována v rámci takzvaného Line Oriented Flight Training (LOFT), který je obvyklou součástí výcviků pro získání typové kvalifikace.<sup>43</sup> V těchto případech se zpravidla jedná o výcvik ve vícečlenné posádce a optimalizace činnosti se týká nejen pilotů, ale i palubních průvodčích.

Principy CRM by se však měly uplatňovat i v jedno-pilotním provozu. Pro jednočlenné posádky je pak někdy zaváděn termín SRM – Single-pilot Resource Management a jeho principy se výrazně neliší od klasického CRM.<sup>44</sup> CRM i SRM se tedy zabývají procesy rozhodování, prací s únavou a stresem, dodržováním disciplíny, vnímáním situace, využíváním vhodných zdrojů apod.

- Striktně dodržovat SOP, včetně standardních hlášení a provádění listů kontrolních úloh

Standardní provozní postupy zahrnují metodiku provedení celého letu, včetně předletové přípravy, standardních hlášení – „Calloutů“ a provádění listů kontrolních úkonů – „Checklistů“. Postupování v souladu s SOP zaprvé snižuje pracovní zatížení pilotů a zadruhé zajišťuje bezpečný a plynulý průběh letu. Každý provozovatel by měl mít tyto postupy zpracované a piloti by se jimi měli řídit.

Dodržováním SOP, respektive standardních hlášení, je možné eliminovat například riziko podklesání DA/MDA, jakožto nejčastější příčinu analyzovaných nehod a incidentů. Podle SOP by piloti měli zpravidla 100 ft nad DA/MDA provést hlášení o výšce – „hundred above“ nebo „approaching minimums“ a dále se soustředit na dosažení DA/MDA, kde hlásí

---

<sup>42</sup> PRUŽINA, Vladislav, ref. 32, s.36

<sup>43</sup> SKYbrary. [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné

z: [http://www.skybrary.aero/index.php/Crew\\_Resource\\_Management](http://www.skybrary.aero/index.php/Crew_Resource_Management)

<sup>44</sup> Single-Pilot Resource Management. *Risk Management Handbook* [online]. 2009 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/risk\\_management\\_handbook/media/rmh\\_ch06.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/risk_management_handbook/media/rmh_ch06.pdf)

„minimums“. V této výšce pak buďto získají vizuální referenci, použijí callout „runway in sight, landing“ a pokračují na přistání nebo vizuální kontakt nezískají, hlásí „runway not in sight, go-around“ a provádí okamžitě postup nezdařeného přiblížení. Standardní hlášení stanovená různými provozovateli se mohou lišit, nicméně jejich funkce je stejná.

Používání checklistů snižuje riziko opomenutí vykonání některého důležitého úkonu. Filosofie normálních checklistů je většinou taková, že se důležité úkony provádí z paměti a poté jsou podle checklistu zkontrolovány. Listy kontrolních úkonů používané v nestandardních situacích mají však metodiku provedení opačnou a to tak, že se položky checklistu nejdříve čtou a až poté se provádí. Koncept listů kontrolních úkonů je ale spíše použitelný pro dvoučlennou posádku, kde jeden z pilotů položky checklistu čte a druhý je provádí (kontroluje). V jedno-pilotním provozu je vhodné používat různé mnemotechnické pomůcky jako například „GUMPS CHECK“, kterým se kontrolují úkony před přistáním.

G – Gas

U – Undercarriage

M – Mixture

P – Propellers

S – Switches (landing lights, fuel pumps, flaps)

Používáním checklistů, případně mnemotechnických pomůcek se dají eliminovat mnohá rizika – ku příkladu nesprávná konfigurace.

- Monitorovat situaci a dodržovat koncept nerušeného prostředí

Ve vícečlenné posádce mají piloti přesně rozdělené role a s nimi i povinnosti, které musí za letu plnit. Jeden člen posádky je pilot letící a druhý je pilot neletící, neboli monitorující. V kompetenci pilota monitorujícího je, jak už název vypovídá, zejména monitorovat situaci – tedy rychlosti, parametry motorových přístrojů, trajektorii, konfiguraci letounu a navigaci. Dalo by se předpokládat, že ve dvou-pilotní posádce, kdy má pilot neletící dostatek prostoru na sledování situace, by problém s nedostatečným monitoringem neměl téměř nastávat. Nicméně výsledky analýzy ukázaly, že v polovině případů, spojených s nedostatečným monitoringem, byl let prováděn právě ve dvoučlenné posádce.

Naopak v jednočlenné posádce, kdy je pilot během přiblížení značně pracovní vytížen, se dá spíše očekávat, že takovýto problém nastane.

Možné řešení, kterým lze umožnit posádce ideální podmínky pro plnění jejich povinností, je používání konceptu nerušeného prostředí v pilotním prostoru – „Sterile Cockpit“. Nerušeným prostředím se rozumí jakýkoliv časový úsek, kdy členové letové posádky nejsou rušeni nebo rozptylováni. Všeobecně je doporučováno tento koncept dodržovat při letech ve výškách do 10 000 ft s výjimkou cestovní fáze letu.<sup>45</sup> „Sterile Cockpit“ by bylo vhodné používat v provozu v jednočlenných i dvoučlenných posádkách, aby se piloti mohli plně soustředit na provedení přiblížení, včetně monitorování důležitých parametrů.

- Provádět důkladné briefingy před letem

Důkladné briefingy před letem mají zásadní vliv na bezpečnost letu a měly by být v letecké praxi samozřejmostí. V analyzovaných nehodách se nedbalý briefing týkal zejména nedostatečné informovanosti pilotů o počasí na cílovém letišti. Pilot musí být na plánovaný let dokonale připravený a měl by počítat i s možností změny původního plánu (let na náhradní letiště). Proto je zapotřebí, aby získal co nejvíce informací o podmínkách meteorologických a provozních jak na letišti plánovaného přistání, tak na náhradním letišti.

Součástí briefingu by kromě zjišťování stavu počasí, plánování paliva, kontroly hmotnosti a vyvážení letadla atd. měla být také příprava traťových a přibližovacích map. Piloti by si měli přibližovací mapy už předem prostudovat a případně si v nich barevně vyznačit důležité údaje, pro pozdější usnadnění orientace. U map pro nepřesná přiblížení, je vhodné zvýrazňovat zejména tabulku výšek a vzdáleností pro vertikální navigaci při sestupu.

- Využívat automatizačními systémy

Automatizační systémy by měly mít příznivý vliv na snížení pracovního vytížení pilotů. Správné použití automatizačních systému navíc eliminuje vznik chyb. Interakce s automatizačními systémy může nicméně přinášet také problémy a to hlavně v případě, když piloti nejsou dostatečně seznámeni s funkcemi těchto systémů, anebo když při jejich použití přestávají monitorovat situaci.

---

<sup>45</sup> *Postupy pro zajištění nerušeného prostředí v pilotním prostoru* [online]. In: . [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: [https://easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA\\_2013\\_00110000\\_CS\\_TRA.pdf](https://easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA_2013_00110000_CS_TRA.pdf)

- Zhodnotit osobní připravenost pilota k letu

Vliv látek na výkonnost pilotů byl jedním z často se vyskytujících přispívajících faktorů. Nejen omamné látky, alkohol a medikace, může nepříznivě ovlivňovat výkonnost pilotů. Na výkonnosti pilotů se podílí celkový psychický a fyzický stav jedince. Kromě pravidelných lékařských prohlídek však v letectví nejsou zavedeny další povinné kontroly zdravotního stavu pilotů a tak toto posouzení zůstává na samotných pilotech.

Pilot by měl před každým letem důkladně zvážit, zda je schopen letět. Pro posouzení vlastního stavu pilota slouží „I’M SAFE“ checklist.

I – Illness

M – Medication

S – Stress

A – Alcohol

F – Fatigue

E - Emotion

- Nesnažit se dokončit let za každou cenu a zbytečně neriskovat

Piloti jsou často pod vlivem určitého vnějšího nátlakem. Ať už ze strany zaměstnavatele, provozovatele, osobních důvodů nebo třeba pasažérů. Tomuto nátlaku je těžké nepodlehout a navíc mnohdy malé zariskování nemusí mít nutně negativní následky, spíše naopak. Jednou však takovýto postup může mít následky fatální. Proto by měl pilot vždy zvážit, jak velké riziko je třeba podstoupit k naplnění něčích nebo osobních požadavků. Provozovatelé by měli zavádět ve svých společnostech politiku, jejímž hlavním cílem je zachování bezpečnosti provozu a kdy tedy převažují bezpečnostní aspekty nad těmi ekonomickými. Konkrétním typem takovéto politiky je „No-fault go-around policy“<sup>46</sup>, kdy provedení go-around není považováno za chybu a piloti nemusí obhajovat správnost jejich rozhodnutí.

- Dělat včasné a důkladné briefingy na přistání

Briefingy je zapotřebí provádět v čase menšího zatížení, tedy nejlépe ještě před zahájením klesání, aby se piloti mohli plně soustředit na jejich provedení.

---

<sup>46</sup> FLIGHT SAFETY FOUNDATION. *Killers in Aviation* [online]. 1999 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: [http://flightsafety.org/fsd/fsd\\_nov-feb99.pdf](http://flightsafety.org/fsd/fsd_nov-feb99.pdf)



Dodržováním všech výše popsaných metod je možné zajistit bezpečný a plynulý průběh letu a hlavně tedy přiblížení podle přístrojů. Dodržování zmíněných návrhu je nezbytné při jakémkoliv druhu přiblížení.

## 5.5 Všeobecná doporučení

### 5.5.1 Postupy

- V první řadě řídit letadlo
- Upřednostňovat přesná přiblížení, pokud je to možné
- Při nepřesných přiblíženích provádět sestup metodou CDFFA
- Uvědomovat si zvýšené riziko nepřesných přiblížení
- Uvědomovat si zvýšené riziko letů v nepříznivých meteorologických podmínkách
- Létat stabilizovaná přiblížení – přesně dodržovat parametry stabilizovaného přiblížení a v případě nestabilizovaného přiblížení pod stanovenými výškovými limity provést okamžitě Go Around a postup nezdařeného přiblížení
- Připravit letadlo do přistávací konfigurace před FAF/FAP
- Správně vyvažovat letadlo – na sestupu je důležité nejdříve nastavit požadovaný úhel sestupu podle umělého horizontu, poté letadlo vyvážit a během sestupu pak provádět jen menší opravy. Pokud pilot letadlo správně nevyváží, vynakládá pak zbytečně velké úsilí na řízení správné sestupové roviny a výrazně si tak zvyšuje pracovní zátěž
- Striktně dodržovat IFR postupy – v DA/MDA učinit rozhodnutí zda vidíme dráhu nebo naváděcí světla a přistáváme nebo zahajujeme nezdařené přiblížení. Úmyslné podklesávání těchto výšek je vysoce rizikové a tvoří jednu z nejčastějších příčin nehod
- Zvážit zda vůbec provádět lety IFR v podmínkách IMC v jednočlenné posádce – jen velmi krátký časový úsek, kdy pilot nesleduje přístroje a podívá se např. do mapy, může stačit k tomu, aby se letadlo dostalo do nezvyklé polohy, aniž by to pilot zpozoroval
- Nedostávat se do časové tísně – pro klidný průběh celého přiblížení, je nutné létat přesně už od samého počátku. Tím je myšleno zejména vytvoření správného rozpočtu na klesání – určení bodu započetí klesání - TOP (Top Of Descent) a začít včas klesat
- Vynaložit veškeré úsilí k předcházení vzniku chyb

## 5.5.2 Vybavení

- Podporovat rozšiřování využití GNSS
- Podporovat vývoj a zavádění nových postupů (RNP přiblížení)
- Zavádět přiblížení s vertikálním vedením – přiblížení s vertikálním vedením snižují zatížení posádky a poskytují větší přesnost vedení než nepřesná přiblížení
- Vytvářet barevné přibližovací mapy – barevně zvýrazňovat zvýšený terén a význačné překážky, případně další důležité hodnoty jako je DA atd.
- Používat radiovýškoměr – ten totiž podstatně zvyšuje situační povědomí, respektive povědomí o vertikální poloze. Automatické hlášení výšek také zlepšuje celkový přehled o průběhu přiblížení
- Vybavovat letadla systémy varování před blízkostí terénu
- Instalovat do letadel letové zapisovače FDR a zapisovače zvuků v kokpitu CVR – tato zařízení poskytují zásadní informace při vyšetřování leteckých nehod

## 5.5.3 Výcvik

- Létat výcvik IFR v podmínkách IMC – při výcviku na simulátoru by toto mělo být samozřejmostí. Při výcviku v letadle je třeba využívat podmínek pro let podle přístrojů, a pokud takovéto podmínky v daný čas nepřevládají, řešením může být zakrytí výhledu z kabiny. Do výcviku je také vhodné zařazovat létání podle přístrojů v noci
- Přistupovat k žákům individuálně – každý se musí naučit stanovený objem dat za stejný předepsaný počet hodin. Každý je ale jiný – někdo rychlejší, někdo pomalejší, někdo učenlivější, jiný méně.
- Upravovat osnovu výcviku podle potřeb žáka – někomu jdou určité věci lépe a jinému zase dělají problémy. Je důležité najít slabá místa každého pilota ve výcviku a zaměřit se na jejich posílení
- Vést žáky k využívání všech vhodných zdrojů – už od počátku výcviku je zapotřebí učit piloty ve výcviku, aby si zálohovali navigační data – tedy např. při přiblížení ILS nastavili frekvenci majáku na obou navigacích, pro případ, že by jeden z přístrojů selhal. Při přiblížení VOR musí navigovat letadlo podle nastaveného CDI na HSI, ale zároveň kontrolovat ručičku majáku VOR na RMI
- Pravidelně opakovat postupy – zejména ty, se kterými přijdou piloti málo do styku

- Rozšiřovat povědomí o leteckých nehodách a incidentech a o všeobecných rizicích hrozících při přiblíženích podle přístrojů

## Závěr

Cílem této diplomové práce bylo posoudit nebezpečí a rizika, hrozící při provádění přiblížení podle přístrojů, vytvořit plán pro eliminaci těchto rizik a v neposlední řadě rozšířit povědomí o těchto hrozbách.

Možná rizika byla zjištěna analyzováním leteckých nehod a incidentů. Seznam všech použitých nehod a incidentů je součástí příloh. Ze záznamů o těchto událostech byly stanoveny příčiny vybraných nehod a incidentů, společně s dalšími ovlivňujícími okolnostmi. Takto získané informace pak vytvořily ideální podklad pro stanovení hrozeb přístrojových přiblížení.

Data, zjištěná analýzou, byla dále porovnáвана s výpověďmi letových instruktorů a dalších zkušených pilotů. Záměrem tohoto postupu bylo ověřit, zda dané skutečnosti platí i v reálném provozu, nebo zda jsou pouhým výsledkem konkrétního výběru leteckých neštěstí. Poznatky, získané dotazováním pilotů, ve většině případů korespondovaly s výsledky analýzy, případně přinášely další informace o možných nebezpečích nebo často prováděných chybách. Z tohoto důvodu je možné tvrdit, že získané závěry jsou objektivní.

Po získání všech potřebných dat a zhodnocení jejich výsledků, byla vytvořena doporučení pro snižování rizik, hrozících při přiblíženích podle přístrojů. Aplikace těchto doporučení by měla pomoci zvýšit bezpečnost provozu.

Dalším cílem práce bylo zjistit, jak závažným způsobem se projevuje specifický druh přístrojového přiblížení na bezpečnosti provedení. Pro posouzení bylo zvoleno 5 druhů přiblížení, které mohly být díky provedené studii vyhodnoceny jako méně či více rizikové. Ukázalo se, že zvolený druh přístrojového přiblížení, má na zachování bezpečnosti provozu zásadní vliv. Vytvořený návrh pro eliminaci rizikových faktorů přiblížení proto obsahuje i doporučení, týkající se upřednostňování určitých druhů přístrojových přiblížení nad jinými, případně úplné minimalizace některých z nich.

Konkrétně tedy bylo zjištěno, že nejméně rizikové je provádění přesných přiblížení. Nejvyšší bezpečnost těchto přiblížení je zajištěna díky přesnému vedení ve vertikální i horizontální rovině. Druhy přiblížení neposkytující vertikální vedení vykazují výrazně větší rizika. Otázkou je, proč se tedy zkrátka v letecké praxi neprovádí pouze přesná přiblížení. Důvodem je zejména nevybavenost některých letišť přesnými přiblížovacími systémy kvůli poměrně

vysokým finančním nákladům na jejich provoz nebo nemožnost instalace těchto zařízení např. kvůli nevhodnému terénu, obklopujícímu letišti. V tomto ohledu je možným řešením podpora vývoje nových navigačních prostředků založených na GNSS, které také poskytují vertikální vedení a navíc odstraňují některé nedostatky přesných přiblížení a slibují nižší náklady na provoz.

Nakonec je možné konstatovat, že stanovené cíle byly v průběhu zpracování diplomové práce postupně dosaženy. Hlavním přínosem práce je detailní posouzení rizik přiblížení podle přístrojů, o kterých by, v zájmu zvyšování bezpečnosti leteckého provozu, mělo být stále rozšiřováno všeobecné povědomí. Není jisté, zda tato diplomová práce významněji přispěje k rozvoji bezpečnosti v letectví. Jistý přínos má však celá práce, včetně jejích výsledků pro mne samotnou. V průběhu zpracování této problematiky jsem získala mnoho nových poznatků, které považuji za velice cenné a věřím, že jich využiji v budoucím životě a zejména v létání.

# Použité zdroje

## Literatura

1. COLLINS, Richard L. *Air crashes: what went wrong, why, and what can be done about it*. Charlottesville, Va.: Thomasson-Grant, 1992, ix, 244 p. ISBN 15-656-6006-4.
2. DVOŘÁK, Jiří a Jiří CHLEBEK. *Letecký zákon a postupy ATC (010 00)*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 484 s. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4439-7.
3. GREEN ., Roger G.. *Human factors for pilots*. 2. ed., repr. Aldershot [u.a.]: Ashgate Publ, 2005. ISBN 02-913-9827-8.
4. HAWKINS, Frank H. *Human Factors in Flight*. Farnham, Surrey, England: Ashgate Publishing Limited. ISBN 1 85742 135 4.
5. ING. LADISLAV KELLER, Ing.ing. *Nehody dopravních letadel v Československu 1961-1992*. Cheb: Svět křídel, 2011. ISBN 978-808-6808-970.
6. PRUŽINA, Vladislav. *Létání vícečlenných posádek (MCC CRM)*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 91 s. ISBN 978-80-01-04406-3.
7. SOLDÁN, Vladimír. *Letové postupy a provoz letadel*. 1. vyd. Jeneč: Letecká informační služba Řízení letového provozu České republiky, 2007, 214 s. ISBN 978-80-239-8595-5.

## Internetové zdroje

1. *Air Accidents Investigation Branch: Air Accidents Investigation Branch reports* [online]. [cit. 2015-01-18]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/aaib-reports>
2. *Australian Transport Safety Bureau: ATSB National Aviation Occurrence Database* [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <https://www.atsb.gov.au/avdata.aspx>
3. *Aviation Dictionary*. [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: [http://aviation\\_dictionary.enacademic.com/3873/intermediate\\_approach\\_segment](http://aviation_dictionary.enacademic.com/3873/intermediate_approach_segment)

4. *Aviation Safety Network: ASN Aviation Safety Database* [online]. [cit. 2015-03-14].  
Dostupné z: <http://aviation-safety.net/database/>
5. *Eurocontrol: Driving excellence in ATM performance* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: [https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field\\_tabs/content/documents/single-sky/mandates/20120705-pbn-manual-advanced-fourth-edition.pdf](https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/field_tabs/content/documents/single-sky/mandates/20120705-pbn-manual-advanced-fourth-edition.pdf)
6. FLIGHT SAFETY FOUNDATION. *Killers in Aviation* [online]. 1999 [cit. 2015-04-22].  
Dostupné z: [http://flightsafety.org/fsd/fsd\\_nov-feb99.pdf](http://flightsafety.org/fsd/fsd_nov-feb99.pdf)
7. GODLEY, Stuart T. *Perceived Pilot Workload and Perceived Safety of Australian RNAV (GNSS) Approaches* [online]. In: [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: [http://asasi.org/papers/2007/Workload\\_and\\_RNAV\\_Approaches\\_Stuart\\_Godley.pdf](http://asasi.org/papers/2007/Workload_and_RNAV_Approaches_Stuart_Godley.pdf)
8. *Jeppesen Briefing Bulletin: AERODROME OPERATING MINIMUMS ACCORDING TO EU-OPS I* [online]. In: [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: [http://ww1.jeppesen.com/main/corporate/documents/aviation/notices-alerts/hubwatch/BriefingBullentins/abb\\_jep\\_08\\_D.pdf](http://ww1.jeppesen.com/main/corporate/documents/aviation/notices-alerts/hubwatch/BriefingBullentins/abb_jep_08_D.pdf)
9. Letecký předpis L 8168: Provoz letadel – Letové postupy. In: *Letecké předpisy*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY: Úřad pro civilní letectví Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8168/index.htm>
10. *National Transportation Safety Board: Aviation Accident Database & Synopses* [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.nts.gov/\\_layouts/nts.aviation/index.aspx](http://www.nts.gov/_layouts/nts.aviation/index.aspx)
11. *Postupy pro zajištění nerušeného prostředí v pilotním prostoru* [online]. In: [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: [https://easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA\\_2013\\_00110000\\_CS\\_TRA.pdf](https://easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA_2013_00110000_CS_TRA.pdf)
12. Single-Pilot Resource Management. *Risk Management Handbook* [online]. 2009 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/risk\\_management\\_handbook/media/rmh\\_ch06.pdf](http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/risk_management_handbook/media/rmh_ch06.pdf)
13. *SKYbrary* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [http://www.skybrary.aero/index.php/Stabilised\\_Approach](http://www.skybrary.aero/index.php/Stabilised_Approach)

14. SKYbrary. [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: [http://www.skybrary.aero/index.php/Crew\\_Resource\\_Management](http://www.skybrary.aero/index.php/Crew_Resource_Management)
15. SKYbrary: *Accidents and Incidents* [online]. [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: [http://www.skybrary.aero/index.php/Category:Accidents\\_and\\_Incidents](http://www.skybrary.aero/index.php/Category:Accidents_and_Incidents)
16. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents* [online]. In.: [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>
17. Zpravodaj Řízení letového provozu České republiky, s.p. *STRIP 2014* [online]. 15(147) [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: [http://www.rlp.cz/KnihovnaMaterialu/STRIP/Zpravodaj%20Strip\\_%C3%BAnor%202014.pdf](http://www.rlp.cz/KnihovnaMaterialu/STRIP/Zpravodaj%20Strip_%C3%BAnor%202014.pdf)



## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Úseky přiblížení

Obrázek 2 - Primární a sekundární ochranný prostor

Obrázek 3 - Postupy reversal a racetrack

Obrázek 4 - Procentuální zastoupení leteckých nehod podle fáze letu v letech 2004-2013

Obrázek 5 - Skupiny příčin vzniku leteckých nehod a incidentů

Obrázek 6 - Procentuální zastoupení vlivů prostředí

Obrázek 7 - Meteorologické faktory

Obrázek 8 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých příčin

Obrázek 9 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých přispívajících faktorů

Obrázek 10 - Graf následků chybného jednání a ostatních faktorů v analyzovaných událostech

Obrázek 11 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení ILS

Obrázek 12 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení ILS

Obrázek 13 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení ILS

Obrázek 14 – Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů – přiblížení

### VOR/DME

Obrázek 15 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů – přiblížení VOR/DME

Obrázek 16 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení VOR/DME

Obrázek 17 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení NDB/DME

Obrázek 18 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení NDB/DME

Obrázek 19 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení NDB/DME

Obrázek 20 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení RNAV

### (GNSS)

Obrázek 21 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení RNAV (GNSS)

Obrázek 22 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení RNAV

### (GNSS)

Obrázek 23 - Graf procentuálního zastoupení příčin nehod a incidentů - přiblížení okruhem

Obrázek 24 - Graf procentuálního zastoupení přispívajících faktorů - přiblížení okruhem

Obrázek 25 - Graf procentuálního zastoupení jednotlivých následků – přiblížení okruhem

Obrázek 26 - Indikace RMI při letu k/od majáku NDB

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Kategorie letadel

Tabulka 2 - ILS kategorie

Tabulka 3 - MDA/H nepřesných přístrojových přiblížení

## **Seznam příloh**

Příloha 1 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení ILS

Příloha 2 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení VOR

Příloha 3 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení NDB

Příloha 4 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení RNAV (GNSS)

Příloha 5 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení okruhem

# Přílohy

## Příloha 1 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení ILS

<b>Místo vzniku události</b>	<b>Datum</b>	<b>Typ letadla</b>
1. Guernsey Airport, Channel Islands	8 March 2006	Hawker Siddeley HS 748 Series 2A
2. Glasgow Airport	22 February 2012	ATR42-300
3. Birmingham Airport	19 November 2010	Cessna 501 Citation
4. London (Luton) Airport	1 October 2006	Airbus A320-232
5. London City Airport, London	26 August 2003	Avro 146-RJ100
6. Birmingham Airport	24 November 2006	Airbus S310
7. Manchester International Airport, Manchester	23 November 2004	Boeing 757-3CQ
8. Manchester Airport	18 January 2006	Dornier 328-110
9. Isle of Man Airport	31 March 2005	Embraer E120 Brazilia
10. Amsterdam-Schiphol International Airport, Netherlands	25 February 2009	Boeing 737-8F2
11. Portland International Airport, Portland, Oregon	January 8, 1999	Lancair LC 40-550FG
12. Rick Husband Amarillo International Airport (AMA), Amarillo, Texas	November 11, 2013	Beechcraft B36TC
13. Lorain County Regional Airport (LPR), Elyria, Ohio	January 18, 2010	Mitsubishi MU-2B-60
14. Hillsboro, Oregon	12/24/2013	CESSNA T182T
15. Townsville, Aerodrome, Queensland	23 March 1997	EMB-120 ER
16. Sydney Aerodrome, New South Wales	26 December 2008	Bombardier Inc DHC-8- 315 (DHC8)
17. Provincetown Municipal Airport (PVC), Provincetown, Massachusetts	October 9, 1998	Grumman American AA- 5
18. Colorado Springs, Colorado	August 5, 1997	Beech 58P

19. Freeport-Grand Bahama International Airport	9 November 2014	Learjet 35A
20. Niagara International Airport, Buffalo	12 February 2009	DHC DASH 8-400

**Příloha 2 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení VOR**

<b>Místo vzniku události</b>	<b>Datum</b>	<b>Typ letadla</b>
1. Strasbourg-Entzheim Airport (SXB)	20 January 1992	Airbus A320
2. Khartoum Airport, Sudan	11 March 2005	Airbus A321-231
3. Manchester Airport	13 April 2007	Airbus A300 B4
4. Wick Airport, Caithness, Scotland	3 October 2006	British Aerospace Jetstream 3202
5. Chania Airport, Crete, Greece	23 February 2010	DHC-8-402 Dash 8
6. Dover Air Force Base (DOV), Dover, Delaware	January 13, 2013	Piper/PA-28R-200
7. Yamhill, Oregon	January 6, 1999	Beechcraft Baron 58P
8. Northern Maine Regional Airport (PQI), Presque Isle, Maine	March 1, 1998	Piper PA-31-310
9. Columbia, Tennessee	January 5, 1996	Cessna 210H
10. International Airport, Fairbanks, Alaska.	May 18, 2006	McDonnell Douglas MD-83
11. Yellowstone Regional Airport (COD), Cody, Wyoming	October 29, 2003	Cessna 208B
12. Eveleth-Virginia Municipal Airport, Eveleth, Minnesota	October 25, 2002	Raytheon (Beechcraft) King Air A100
13. Greenwood Airport near Laurens, South Carolina	March 9, 2002	Piper PA-28-160
14. Catalina Airport (AVX), Avalon, California	December 24, 2003	Piper PA-34-200T
15. East Cooper Airport (8S5), Mount Pleasant, South Carolina	January 9, 2000	Mooney M20M
16. FIELD MUNICIPAL-CARTER	12/20/1984	AERO COMMANDER 690A
17. BOISE - SPOKANE, Washington	11.9.1992	CESSNA T210R
18. OCEAN SHORES, WA	12/13/1992	Beech/A36
19. Jackson, Wyoming	December 8, 1996	Beech B36TC

20. WASHINGTON, DC	12/28/1982	Boeing/737-222
--------------------	------------	----------------

**Příloha 3 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení NDB**

<b>Místo vzniku události</b>	<b>Datum</b>	<b>Typ letadla</b>
1. Burlington ,WA	1.6.2006	Piper/PA-34-200T
2. Manteo ,NC	12/25/2002	Cessna/208B
3. Masset BC Canada	11 January 1995	Learjet 35
4. Smolensk Russian Federation	10 April 2010	Tupolev Tu-154M
5. LOUISVILLE ,MS	09/27/1999	Piper/PA-31P
6. CADILLAC, MI	October 09, 1985	GULFSTREAM 690A
7. ST. GEORGE ,AK	7.7.1998	Swearingen/SA-26AT
8. STOWE ,VT	07/19/1996	Cessna/172
9. Gainesville, Georgia Airport	3.3.1995	Cessna/208B
10. La Grande, Oregon	January 21, 1995	Piper PA31- 350
11. Ludington Airport, Ludington, Michigan	March 26, 1993	Cessna 182N
12. FALL RIVER ,MA	12/14/1991	Piper/PA-23-235
13. Alliance ,NE	2.8.2007	Cessna/208B
14. PALATKA ,FL	04/15/2000	Beech/BE-58
15. Clermont County Airport, Batavia, Ohio	August 15, 1998	Beech A-36
16. FRIEDENS ,PA	12.3.1995	Piper/PA-28
17. Narsarsuaq Greenland	5 August 2001	FA20
18. Denpasar-Ngurah Rai Bali International Airport, Indonesia	22 April 1974	Boeing 707-321B
19. LAWRENCEBURG ,TN	12.12.1983	Piper/PA-34-200T
20. AIKEN, SC	November 20, 1982	CESSNA 411

**Příloha 4 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení RNAV (GNSS)**

<b>Místo vzniku události</b>	<b>Datum</b>	<b>Typ letadla</b>
1. Kokoda Papua New Guinea	11 August 2009	De Havilland Canada DHC-6-300
2. Lockhart River	7 May 2005	Metro 23

3. Gary/Chicago International Airport (GYY), Gary, Indiana	October 3, 2012	Cirrus SR22
4. Midland Airpark (MDD), near Midland, Texas	December 2, 2011	BEECH F90
5. Charlevoix, Michigan	June 24, 2011	Beech A36
6. Phillip Billard Municipal Airport (TOP) Topeka, Kansas	April 22 2011	Beech 58
7. Altavista, Virginia	April 22, 2011	Cessna 210D
8. Dare County Regional Airport (MQI), Manteo, North Carolina	October 1, 2010	Cessna 550 Citation
9. Helena, Georgia	September 8, 2010	Cessna 182T
10. Arcata Airport, Arcata/Eureka, California	March 1, 2009	Diamond DA-40
11. Glenwood Municipal Airport (GHW), Glenwood, Minnesota	December 9, 2004	Piper/PA-32R
12. Rick Husband Amarillo International Airport (AMA), Amarillo, Texas	November 11, 2013	Beechcraft/B36TC
13. Oksibil Indonesia	2 August 2009	DHC-6
14. Tel Aviv Israel	3 April 2012	A320
15. Dillingham, AK (USA)	March 8th 2013	Beech 1900C
16. Burlington, WA	09/13/2007	Beech/A-36TC
17. Theodore, Alabama	November 29, 2010	Beech A36
18. Victoriaville, Quebec, Canada	October 15, 2012	Piper PA-34-200
19. Flagler County Airport (XFL), Palm Coast, Florida	January 4, 2013	Beechcraft H35
20. DAYTON, TN	February 24, 1983	CESSNA 421

**Příloha 5 - Seznam nehod a incidentů, použitých pro analýzu - přiblížení okruhem**

<b>Místo vzniku události</b>	<b>Datum</b>	<b>Typ letadla</b>
1. Eagle River Airport, Eagle River, Wisconsin	December 30, 1995	Cessna 560
2. Doylestown Airport, Doylestown, Pennsylvania	November 21, 1994	PA-28-181

3. Greeneville-Greene County Municipal Airport, Greeneville, Tennessee	December 11, 2003	Cessna 414
4. Point Lay Long Range Radar Site, Point Lay, Alaska	December 3, 1998	Piper PA-31
5. Laverton Aerodrome, Western Australia	17 May 2012	Dash 8
6. Elton Hensley Memorial Airport (FTT), near Fulton, Missouri	January 31, 2001	Piper PA-23-250
7. Castelville Municipal Airport	03/24/2012	AEROSTAR 601P
8. Mount Airy/Surry County Airport (MWK), Mount Airy, North Carolina	February 1, 2008	BEECHCRAFT KING AIR C90A
9. Sitka Rocky Gutierrez Airport, Sitka, Alaska	August 6, 2007	Piper PA-46
10. Edwards County Airport (ECU), near Rocksprings, Texas	February 9, 2007	Cessna 414
11. Statesville Regional Airport, Statesville, North Carolina	October 27, 2006	Cirrus SR22
12. Chippewa County International Airport (CIU), Sault Ste. Marie, Michigan	August 14, 2006	Piper PA-23-250 Aztec
13. Truckee-Tahoe Airport, Truckee, California	December 28, 2005	Gates Learjet, 35A
14. Lago Vista, Texas	January 25, 1995	Beechcraft BE33-A
15. Indianapolis Metropolitan Airport (UMP), near Fishers, Indiana	January 2, 2004	Piper PA-32RT-300
16. Busan/Gimhae International Airport	15 April 2002	Boeing 767-200
17. Foss Airport (FSD), Sioux Falls, South Dakota	February 7, 2001	Beech 65-B80
18. Crystal Airport (MIC), Minneapolis, Minnesota	March 28, 2001	Cessna 414
19. Brookhaven-Lincoln County Airport, Brookhaven, Mississippi	September 9, 2000	Beech 58P
20. MADISON, Wisconsin	12/24/1988	CESSNA 310R