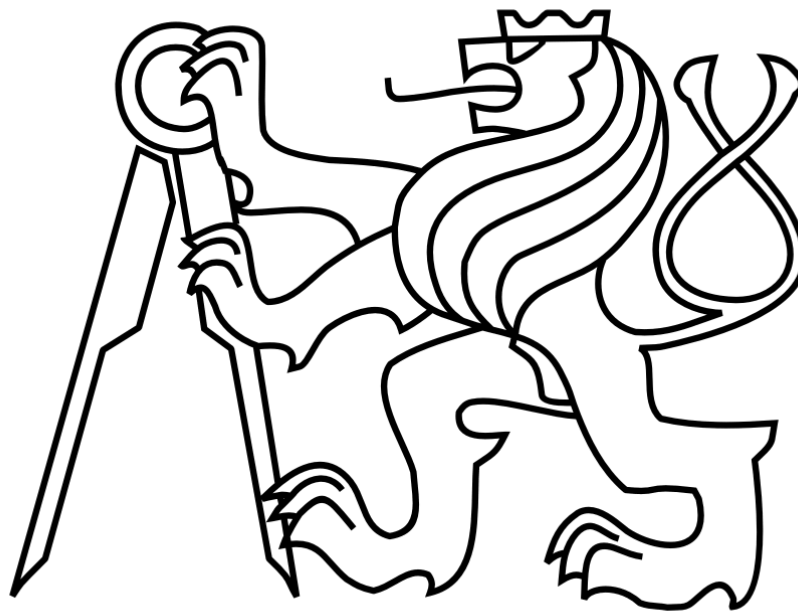


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ



Marie Šerksová

ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD PŘI ZTRÁTĚ  
ŘIDITELNOSTI MEZI LETY 2004-2015

Bakalářská práce

**2019**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konvíčtská 20, 110 00 Praha 1



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

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Marie Šerksová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Zjišťování příčin leteckých nehod při ztrátě říditelnosti mezi lety 2004-2015**

Název tématu (anglicky): Air Accident Investigation of Loss of Control Events during 2004-2015

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Metodika zpracování dat
- INBAS
- Seznam nehod a krátká charakteristika
- Analýza
- Vyhodnocení příčin nehod



TECHNICKÉ V PRAZE



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation: Part III Investigation. International Civil Aviation Organization, 2011, Doc 9756.

<https://aviation-safety.net/>

<https://www.inbas.cz/reporting-tool>

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Ladislav Keller**

Datum zadání bakalářské práce:

**19. října 2018**

(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 bakalářské práce:

**2. prosince 2019**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
- b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Marie Šerksová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....9. září 2019

## Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli Ing. Ladislavu Kellerovi za jeho odborné vedení, cenné připomínky a pomoc při zpracovávání dat, a psaní mé bakalářské práce.

Dále děkuji Ing. Vladimíru Plosovi Ph.D. za pomoc a technickou podporu při zpracování dat.

Těž děkuji své rodině za velkou trpělivost a podporu, nejen během času věnovanému této práci, ale během celé doby mého studia.

## Prohlášení

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

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze 20.11.2019

.....  
podpis

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je analyzovat nejčastější příčiny nehod letadel při ztrátě říditelnosti v letech 2004-2015. Součástí práce je i rozbor následků těchto nehod. V úvodu je srovnání analýz ztráty říditelnosti, které vypracovaly EASA a IATA v minulých letech. Následuje srovnání jednotlivých faktorů, které k nehodám v daném období vedly. Závěr se zabývá vyhodnocením zjištěných dat. Pro zhodnocení jsem využila data ze závěrečných zpráv jednotlivých nehod, které jsem dále využila k tvorbě bezpečnostních hlášení v reportovacím nástroji INBAS. Na základě těchto hlášení jsem rozebrala řetězce událostí nehod a našla tak nejčastější příčinu ztráty řízení letounu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Nehoda, ztráta říditelnosti, příčina, událost, následek, letoun

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to analyze the most frequent causes of aircraft crashes in the loss of control between years 2004–2015. The thesis also includes an analysis of the consequences of these accidents. In the introduction is comparison of analysis of loss of control by EASA and IATA from previous years. The following is the comparison of each factor that led to accidents in a given period. The conclusion deals the evaluation of detected data. For the evaluation, I used data from final reports of the accidents, which I used to create safety warnings in INBAS (indicator based safety project). Based on the safety warnings, I analysed chains of events and found the most frequent causes of loss of control.

## **KEY WORDS**

Accident, loss of control, cause, event, result, aircraft

# OBSAH

<b>1. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>3. FAKTORY, KTERÉ PŘISPĚLY KE ZTRÁTĚ ŘIDITELNOSTI .....</b>	<b>13</b>
3.1 Ztráta vztlaku .....	16
3.1.1 Příčiny ztráty vztlaku.....	17
3.1.2 Následky ztráty vztlaku.....	18
3.1.3 Nehoda letounu Cessna 525 Citation Jet.....	19
3.1.4 Nehoda letounu Tupolev Tu-154M.....	19
3.2 Odchylka náklonu a podélného sklonu.....	19
3.2.1 Příčiny odchylky náklonu a podélného sklonu .....	20
3.2.2 Následky odchylky náklonu.....	21
3.2.3 Nehoda letounu Spectrum Aeronautical Spectrum 33 .....	22
3.2.4 Nehoda letounu Britten-Norman BN-2A-21 Islander .....	22
3.3 Odchylka od určené/potřebné rychlosti.....	23
3.3.1 Příčiny odchylky od určené/potřebné rychlosti.....	23
3.3.2 Následky odchylky od určené/potřebné rychlosti.....	23
3.3.3 Nehoda letounu de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100.....	24
3.3.4 Nehoda letounu Cessna 208B Grand Caravan.....	24
3.4 Podmínky tvoření námrazy .....	25
3.4.1 Následky tvoření námrazy .....	25
3.4.2 Nehoda letounu Cessna 208B Super Cargomaster .....	25
3.4.3 Nehoda letounu Cessna 500 Citation I.....	26
3.5 Odmrazování.....	26
3.5.1 Příčiny nedostatečného, nebo neprovedeného odmrazování.....	27
3.5.2 Následky nedostatečného, nebo neprovedeného odmrazování.....	27
3.5.3 Nehoda letounu Cessna 208B Super Cargomaster.....	28
3.6 Prudký manévr .....	28
3.6.1 Následky prudkého manévru .....	29
3.6.2 Nehoda letounu Cessna 550 B Citation Bravo .....	29
3.7 Únava .....	30

3.7.1	<i>Následky únavy</i> .....	30
3.7.2	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS</i> .....	31
3.8	<i>Výcvik</i> .....	31
3.8.1	<i>Následky nedostatečného výcviku</i> .....	32
3.8.2	<i>Nehoda letounu De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300</i> .....	32
3.8.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737–53 A5</i> .....	33
3.9	<i>Autopilot</i> .....	33
3.9.1	<i>Následky chybného vedení/fungování autopilota</i> .....	34
3.9.2	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL</i> .....	34
3.10	<i>Identifikace/rozpoznání situace</i> .....	34
3.10.1	<i>Následky identifikace/rozpoznání situace</i> .....	35
3.10.2	<i>Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41</i> .....	35
3.11	<i>Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat</i> .....	36
3.11.1	<i>Následky zapomenutí monitorovat/zkontrolovat</i> .....	36
3.11.2	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL</i> .....	36
3.12	<i>Špatný briefing/předletová příprava</i> .....	37
3.12.1	<i>Následky špatného briefingu/předletové přípravy</i> .....	37
3.12.2	<i>Nehoda letounu Cessna 525 Citation Jet</i> .....	38
3.13	<i>Nestabilizované přiblížení</i> .....	38
3.13.1	<i>Příčiny nestabilizovaného přiblížení</i> .....	38
3.13.2	<i>Následky nestabilizovaného přiblížení</i> .....	39
3.13.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737–53 A5</i> .....	39
3.14	<i>Strmá sestupná spirála/vývrtka</i> .....	40
3.14.1	<i>Příčiny přechodu letounu do spirály/vývrtky</i> .....	40
3.14.2	<i>Následky přechodu letounu do spirály/vývrtky</i> .....	40
3.14.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737 – 8AL</i> .....	41
3.14.4	<i>Nehoda letounu Boeing 737 – 8AS</i> .....	41
3.15	<i>Noční let/tma</i> .....	42
3.15.1	<i>Následky nočního letu/tmy</i> .....	42
3.15.2	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL</i> .....	43
3.15.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS</i> .....	44
3.16	<i>Porozumění situace/situační uvědomování</i> .....	44
3.16.1	<i>Příčiny porozumění situace/situačního uvědomění</i> .....	45

3.16.2	<i>Následky porozumění situace/situačního uvědomění</i> .....	45
3.16.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL</i> .....	46
3.16.4	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS</i> .....	46
3.17	<i>Rozhodování</i> .....	47
3.17.1	<i>Následky špatného rozhodování</i> .....	47
3.17.2	<i>Nehoda letounu Shorts 360-100</i> .....	48
3.17.3	<i>Nehoda letounu Cessna 500 Citation I</i> .....	48
3.18	<i>Problémy v komunikaci</i> .....	49
3.18.1	<i>Následky problémů v komunikaci</i> .....	49
3.18.2	<i>Nehoda letounu Beechcraft 99 Airliner</i> .....	50
3.19	<i>Chybné rozhodnutí/plán</i> .....	50
3.19.1	<i>Následky chybného rozhodnutí/plánu</i> .....	51
3.19.2	<i>Nehoda letounu Embraer EMB-110P1 Bandeirante</i> .....	51
3.20	<i>Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti</i> .....	51
3.20.1	<i>Následky kvalifikace/vědomostí/malých zkušeností</i> .....	52
3.20.2	<i>Nehoda letounu Canadair CL-215 - 6B11</i> .....	52
3.20.3	<i>Nehoda letounu Learjet 35 A</i> .....	52
3.21	<i>Údržba</i> .....	53
3.21.1	<i>Následky chybné údržby</i> .....	54
3.21.2	<i>Nehoda letounu Grumman G-73 T Turbo Mallard</i> .....	54
3.22	<i>Nečekané/nepříznivé počasí/chybné informace</i> .....	54
3.22.1	<i>Následky počasí</i> .....	55
3.22.2	<i>Nehoda letounu Cessna 208B Grand Caravan</i> .....	55
3.22.3	<i>Nehoda letounu Tupolev Tu-154M</i> .....	55
3.23	<i>Pilotova kontrola nad letadlem</i> .....	56
3.23.1	<i>Následky ztráty pilotovy kontroly nad letadlem</i> .....	56
3.23.2	<i>Nehoda letounu Cessna 208B Super Cargomaster</i> .....	56
3.24	<i>Odchylka od povoleného klesání/stoupání</i> .....	57
3.24.1	<i>Příčiny odchylky povoleného klesání/stoupání</i> .....	57
3.24.2	<i>Následky odchylky od povoleného klesání/stoupání</i> .....	57
3.24.3	<i>Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41</i> .....	58
3.25	<i>Vysazení motoru</i> .....	58
3.25.1	<i>Příčiny vysazení motoru</i> .....	58



3.25.2	<i>Následky vysazení motoru</i> .....	59
3.25.3	<i>Nehoda letounu Antonov An-12BP</i> .....	59
3.25.4	<i>Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41</i> .....	60
3.26	<i>Prostorová dezorientace</i> .....	60
3.26.1	<i>Příčiny prostorové dezorientace</i> .....	61
3.26.2	<i>Následky prostorové dezorientace</i> .....	61
3.26.3	<i>Nehoda letounu Cessna 550 B Citation Bravo</i> .....	62
3.26.4	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS</i> .....	62
3.27	<i>Nebezpečné klesání</i> .....	63
3.27.1	<i>Následky nebezpečného klesání</i> .....	63
3.27.2	<i>Nehoda letounu De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300</i> .....	64
3.27.3	<i>Nehoda letounu Cessna 550 B Citation Bravo</i> .....	64
3.28	<i>Odchylka podélného sklonu</i> .....	65
3.28.1	<i>Příčina odchylky podélného sklonu</i> .....	65
3.28.2	<i>Následky odchylky podélného sklonu</i> .....	65
3.28.3	<i>Nehoda letounu De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300</i> .....	66
3.28.4	<i>Nehoda letounu Boeing 737–53 A5</i> .....	66
3.29	<i>Stres/úzkost</i> .....	67
3.29.1	<i>Příčiny stresu a úzkosti</i> .....	67
3.29.2	<i>Následky stresu a úzkosti</i> .....	68
3.29.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS</i> .....	68
3.30	<i>Dohled/přehlédnutí</i> .....	69
3.30.1	<i>Následky provozního přehlédnutí/dohledu</i> .....	69
3.30.2	<i>Nehoda letounu Beechcraft 99 Airliner</i> .....	69
3.31	<i>Pracovní zátěž</i> .....	70
3.31.1	<i>Následky pracovní zátěže</i> .....	70
3.31.2	<i>Nehoda letounu Cessna 500 Citation I</i> .....	71
3.31.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS</i> .....	71
3.32	<i>Požár/exploze/kouř</i> .....	72
3.32.1	<i>Příčiny požáru/kouře</i> .....	72
3.32.2	<i>Následky požáru/kouře</i> .....	73
3.32.3	<i>Nehoda letounu de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100</i> .....	73
3.32.4	<i>Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41</i> .....	73
3.33	<i>Řízení/optimalizace součinnosti v posádce (CRM/TRM)</i> .....	74

3.33.1	<i>Následky CRM/TRM.....</i>	74
3.33.2	<i>Nehoda letounu Learjet 35 A.....</i>	75
3.33.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS.....</i>	75
3.34	<b>Vysoká rychlost při stoupání/klesání .....</b>	<b>76</b>
3.34.1	<i>Příčiny vysoké rychlosti při stoupání/klesání .....</i>	76
3.34.2	<i>Následky vysoké rychlosti při stoupání/klesání .....</i>	76
3.34.3	<i>Nehoda letounu Boeing 737–53 A5.....</i>	77
<b>4.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>79</b>
<b>5.</b>	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>81</b>
<b>6.</b>	<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>83</b>
<b>7.</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>84</b>
<b>8.</b>	<b>CITOVANÁ LITERATURA .....</b>	<b>85</b>

# 1. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

LOC-I	Loss of control-inflight	Ztráta říditelnosti
INBAS	Indicator based safety project	Reportovací nástroj určený pro reportování bezpečnostních událostí leteckých organizací
EASA	European Union Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost v letectví
IATA	International Air Transport Association	Nevládní mezinárodní organizace sdružující letecké dopravce
L13		Předpis o odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
G [N]		Tíhová síla letadla
L [N]		Vztlak
D [N]		Odpor
T [N]		Tah
$C_L$ [1]		Koeficient vztlakové síly
V [m/s]		Rychlost proudění
S [m <sup>2</sup> ]		Vztažná plocha
$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]		Hustota vzduchu
SOP	Standard Operating Procedure	Standardní provozní postupy
CRM	Crew resource management	Řízení/optimalizace součinnosti v posádce
TRM	Team resource management	Řízení/optimalizace součinnosti v týmu
PIC	Pilot in command	Velitel letadla

TO	Take Off	Vzlet
GA	Go Around	Nezdařené přiblížení
km		Kilometr

## 2. ÚVOD

Zadáním mé práce je zjištění nejčastěji se vyskytujících příčin leteckých nehod, při kterých došlo ke ztrátě říditelnosti za letu, nebo na zemi.

„Říditelnost je definována, jako schopnost letounu reagovat na zásahy pilota do řízení, otáčet se okolo svých os a přecházet z jednoho režimu do druhého. Je zajišťována vychylováním řídicích plošek (kormidla, vyvažovací a odlehčovací plošky) a změnou tahu pohonných jednotek.“ (1)

Ztráta říditelnosti, zkratkou LOC-I, je situace, kdy pilot není schopen ovládat letadlo s následným odchýlením od plánované trajektorie letu. Dochází k ní ve všech fázích letu (graf 1).

V práci budu analyzovat dohromady 183 nehod, které se udály během let 2004-2015. K vyhodnocení nehod budu využívat reportovací nástroj INBAS, což je „univerzální software určený pro reportování bezpečnostních událostí leteckých organizací“. (2) Umožňuje tvořit bezpečnostní hlášení, klasifikaci závažnosti hlášení, rozboru posloupností všech událostí a jejich klasifikace, a nakonec statistické vyhodnocení klasifikovaných faktorů. Po rozboru těchto dat budu vyhodnocovat jednotlivé události, které k nehodě vedly a analyzovat nejčastěji se opakující faktory. Pokud vyhodnotím jednoznačný výsledek, ráda bych právě k těmto faktorům přiřadila jednotlivá řešení, jak jim zamezit. K dispozici mám závěrečné zprávy leteckých nehod.

Podle společnosti IATA (The International Air Transport Association), což je nevládní mezinárodní organizace sdružující letecké dopravce, je ztráta říditelnosti jednou z nejvýznamnějších událostí, která přispívá ke smrtelným nehodám v oblasti letectví. LOC-I uvádí nehody, při kterých posádka nedokázala udržet kontrolu nad letadlem za letu. Je to jedna z nejsložitějších kategorií nehod, která zahrnuje faktory, které k nehodám přispívají jednotlivě, nebo v kombinaci, které tvoří řetězce. Mezi lety 2011-2015 bylo údajně méně, než desetina nehod klasifikováno jako LOC-I. Obvykle k LOC-I dojde, když letoun vstoupí do letového režimu, který je mimo normální letovou obálku. (3)

Ztráta říditelnosti může být výsledkem mnoha poruch, které zahrnují poruchy motoru, námrazu, nebo ztrátu vztlaku. Údaje o těchto nehodách a faktorech, které k nim přispívají, jsou uvedeny v „LOC-I zprávě o analýze nehod 2009-2018“. Tato zpráva se zaměřuje na 64 nehod, ke kterým došlo v daném období. (3) (4)

Vysoký počet nehod způsobených ztrátou říditelnosti během posledních let nutí zavádět opatření, ale existuje mnoho různých řetězců událostí, které k nehodám mohou vést. Proto je obtížné vytvořit jediný účinný návod, který by LOC-I pomohl zabránit.

Podle agentury EASA, což je evropská agentura pro bezpečnost v letectví společně s národními leteckými úřady, sdruženími a dalšími zúčastněnými stranami, jsou nehody LOC-I často důsledkem selhání při zabrání, nebo návratu ze ztráty vztlaku. (5)

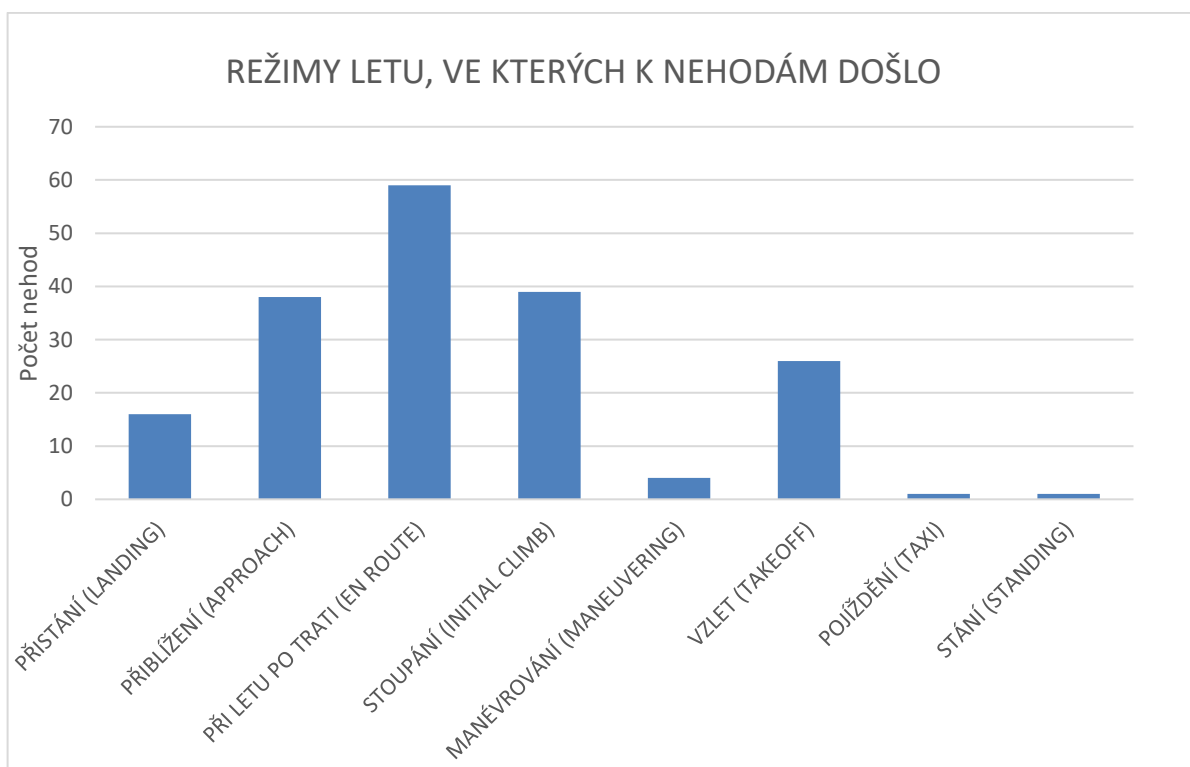
Neobnovení ztráty říditelnosti může u člověka vyvolat stres. Stres se může časem vyvíjet a snižovat manuální a duševní výkon natolik, že piloti mohou při řízení „zamrznout“, nebo opakovat nevhodné akce pro vyrovnání letu. (5)

„V Evropě je přibližně 37 smrtelných nehod LOC-I ročně, což vede k tomu, že v průměru každý rok ztratí 67 osob život kvůli LOC-I (pouze u letadel s pevnými křídly) a fáze vzletu a přistání jsou považovány za obzvláště riskantní.“ (5)

Letecká doprava je obecně spojována s větším rizikem než ostatní druhy dopravy. Nejde jen o rizika pro letadlo, jeho cestující, posádku a náklad, ale jsou zde rizika i pro okolí. Proto je zde daleko větší tlak eliminovat tyto rizika, která mají vazbu s provozem letadel. (6)

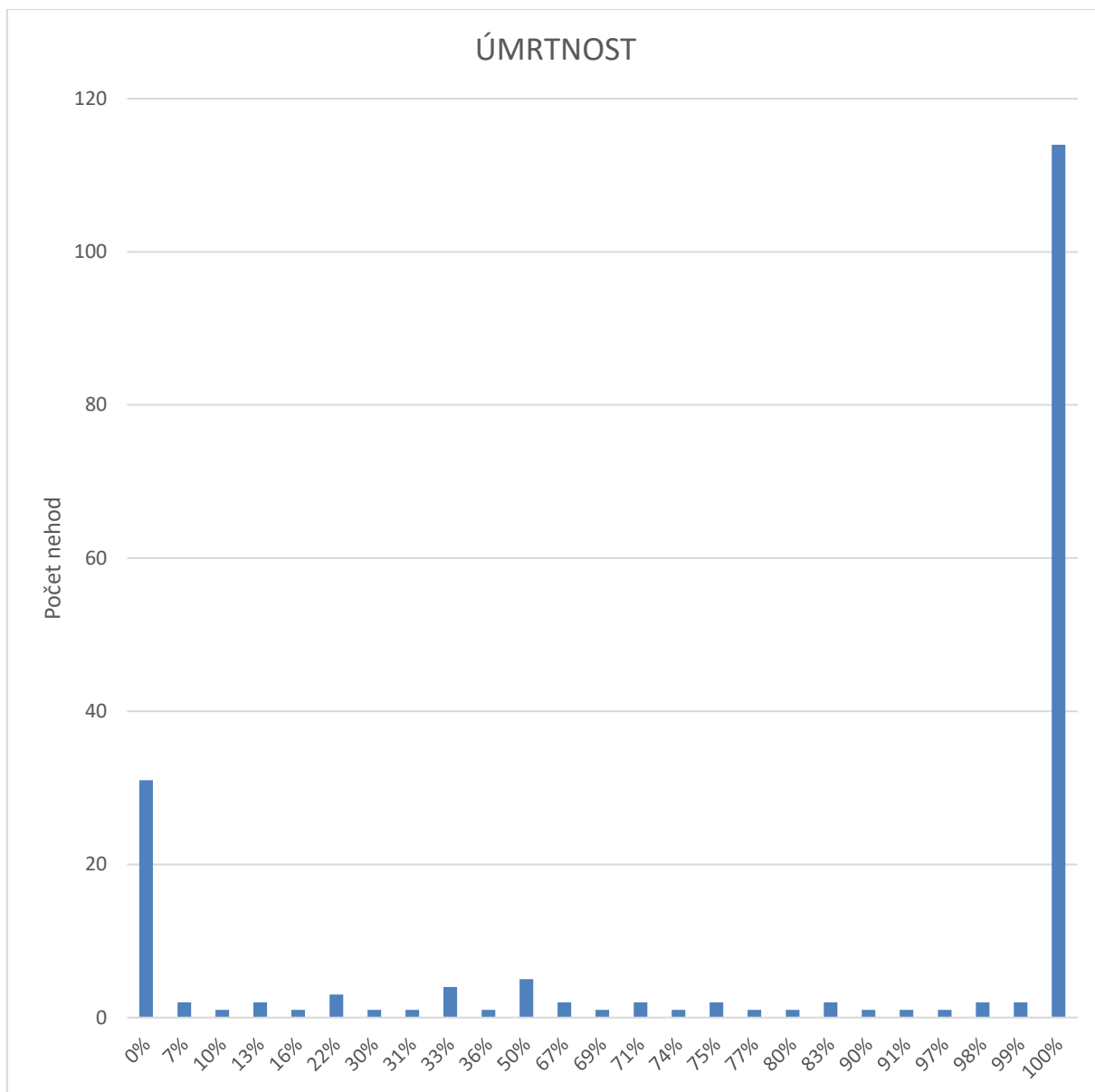
### 3. FAKTORY, KTERÉ PŘÍSPĚLY KE ZTRÁTĚ ŘIDITELNOSTI

V otázce bezpečnosti letecké dopravy rozlišujeme tři krizové události. Jsou to letecké incidenty, vážné letecké incidenty a letecké nehody. V případě ztráty říditelnosti, která je obsahem této bakalářské práce, došlo ve všech 183 případech k nehodě. Vždy totiž došlo ke značnému poškození letounu. Definicí letecké nehody uvádí předpis L13, tedy předpis o odborném zjišťování leteckých nehod a incidentů, který je modifikací ANNEXU 13 vydaného mezinárodní leteckou organizací ICAO. Je to událost spojená s provozem letadla, při kterém byla některá z osob těžce, nebo smrtelně zraněna následkem přítomnosti v letadle, následkem přímého kontaktu s kteroukoli částí stroje, nebo působením plynů letadla. Dále letadlo bylo zničeno, nebo poškozeno v takové míře, že pevnost konstrukce, výkon, nebo letové charakteristiky vyžadují větší opravy, nebo výměny poškozených částí s výjimkou poruchy nebo omezení pouze jednoho motoru. Je to také událost, při které je letadlo vyhlášeno za nezvěstné. (7)



*Graf 1 Režimy letu, ve kterých k nehodám došlo*

Ke ztrátě říditelnosti došlo ve všech fázích letu. Nejčastěji k nehodám došlo přímo při letu po trati, což bylo dohromady v 59 případech. Dalšími častými režimy letu, ve kterých se nehody udály, jsou stoupání, nebo při přiblížení na přistání (graf 1).

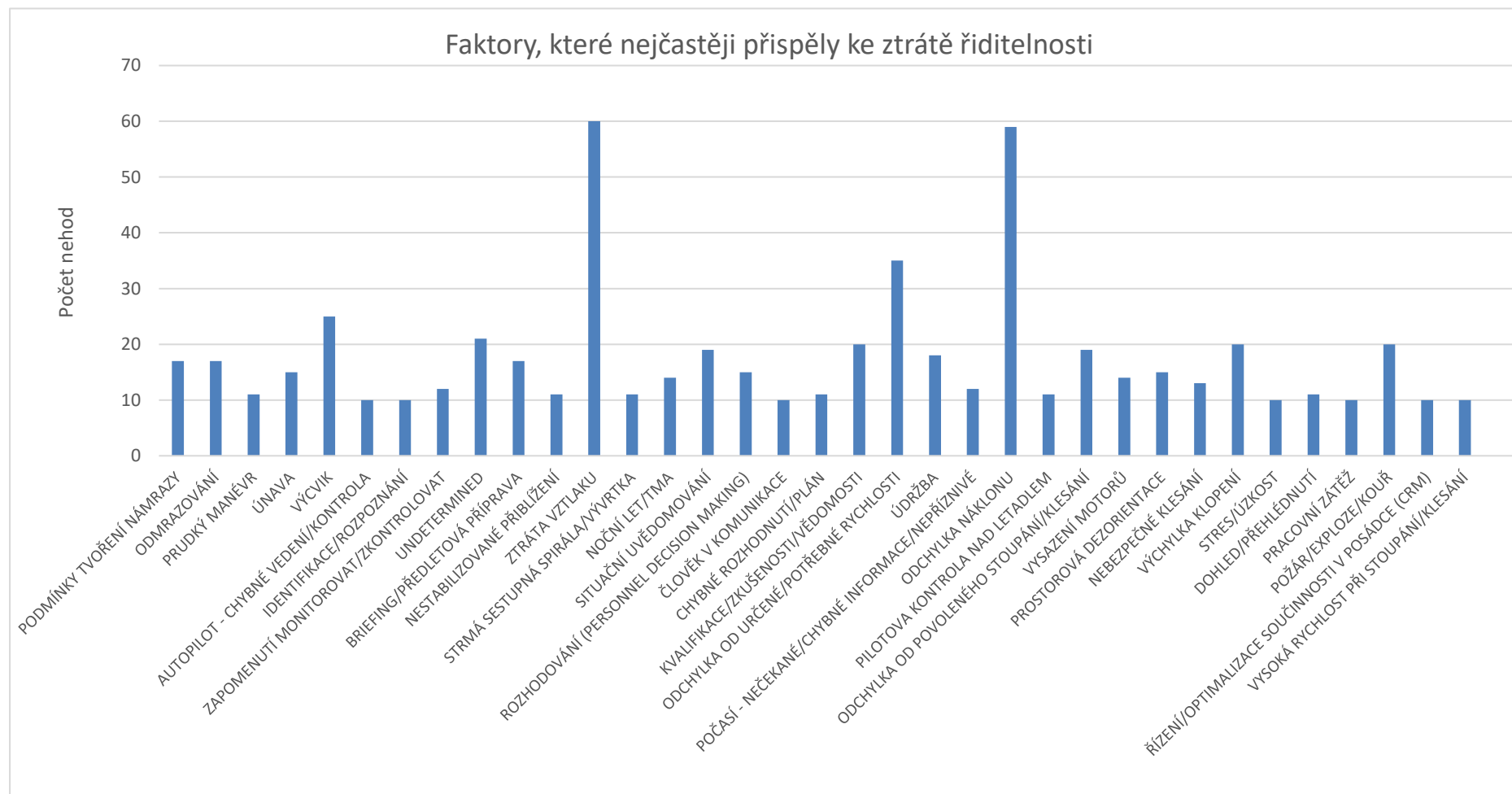


*Graf 2 Úmrtnost*

Graf 2 ukazuje procentuální úmrtnost u jednotlivých nehod. Z grafu je patrné, že ztráta říditelnosti nejčastěji způsobila smrt všech pasažérů na palubě letounu. V deseti nehodách došlo k usmrcení osob na zemi mimo letoun. Dohromady takto zemřelo 30 osob.



V následujícím grafu (graf 3) jsou znázorněny veškeré faktory, které v daném období přispěly ke ztrátě říditelnosti a opakovaly se alespoň desetkrát.



*Graf 3 Faktory, které nejčastěji přispěly ke ztrátě říditelnosti*

### 3.1 Ztráta vztlaku

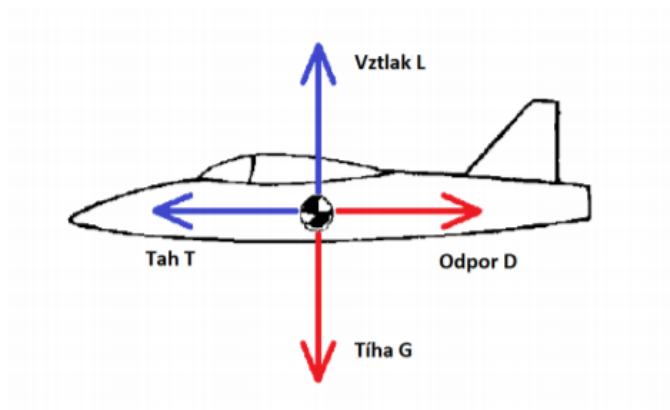
Letadlo musí překonat svou vlastní tíhu. K tomu využívá vztlak, vyvolaný obtékáním proudů vzduchu, přičemž na křídle se vytváří vztlaku nejvíce.

V horizontálním letu je tíhová síla letadla  $G$  rovna vyvozenému vztlaku  $L$ . Na letoun dále působí odporová síla  $D$ , kterou překonává tah motoru  $T$  (obr. 1).

Platí proto rovnosti [č. 1,2]:

$$G = L \text{ [č. 1]}$$

$$D = T \text{ [č. 2]}$$



Obrázek 1 Síly působící na letoun – převzato (8)

VZTLAK = síla, která závisí na hustotě okolního vzduchu  $\rho$ , rychlosti letadla  $V$ , vztažné ploše křídla  $S$  a součiniteli vztlaku  $C_L$ .

Dá se vyjádřit tvarem [č. 3]:

$$L = C_L * \frac{1}{2} \rho * v^2 * S \text{ [č. 3]}$$

Vztlak můžeme zvýšit součinitelem vztlaku, tedy úhlem náběhu a navýšením rychlosti.

Úhel náběhu je úhel, pod kterým nabíhá proud vzduchu na tětívu profilu. (Tětíva profilu = spojnice náběžné a odtokové hrany.) Při vyšších úhlech náběhu se proudnice začínají odtrhávat od křídla. Další zvyšování úhlu náběhu způsobí pokles vztlaku. Odtržení se šíří od odtokové hrany a se zvyšujícím se úhlem náběhu se posouvá dopředu, a zmenšuje se tak plocha křídla, což způsobí nárůst odporu a ztrátu vztlaku. (9)

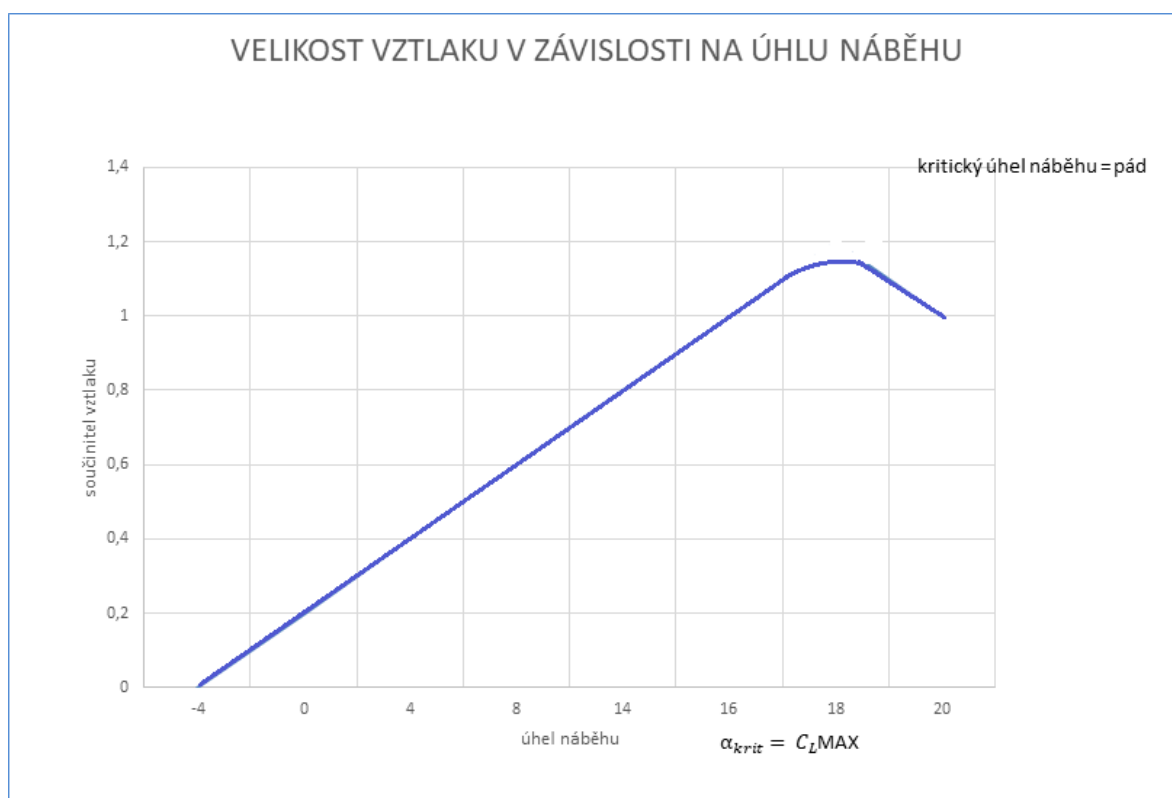
Ztráta vztlaku u letadel většinou způsobí klopivý moment (na hlavu) přičemž letadlo přechází do klesání a sníží se mu i úhel náběhu.

Velkou roli tu hraje také poloha těžiště. Posunutím těžiště dopředu od neutrálního bodu se zvětší klopivý moment (na hlavu), a je proto třeba vyvinout větší zápornou vztlakovou sílu na vodorovných ocasních plochách.

Je nutné předejít turbulentnímu proudění nad křídlem, jež se projeví jako ztráta vztlaku.

Proudící vzduch nad křídlem začne při dosažení většího úhlu náběhu křídla takzvaně "bublat". Bublání naruší proud vzduchu, který obtéká horní část křídla, a překazí tak tvorbu vztlaku. Tento úhel náběhu, při kterém dochází ke ztrátě vztlaku, se nazývá kritický úhel náběhu. (graf 4)

Pád = ztráta vztlaku na křídle, odtržení profilu na proudě.



Graf 4 Velikost vztlaku v závislosti na úhlu náběhu

### 3.1.1 Příčiny ztráty vztlaku

V tabulce 1 jsou uvedené faktory, které se u této události objevily alespoň dvakrát. Nejčastěji ke ztrátě vztlaku vedlo špatné, případně nedostatečné odmrazování letadla a odchylka od potřebné rychlosti v daném režimu letu. Dále k nehodě s následkem ztráty vztlaku vedlo nestabilizované přiblížení, kalkulace zatížení a vyvážení, případně chybná poloha těžiště a odchylka náklonu a podélného sklonu.

Tabulka 1 Příčiny ztráty vztlaku

6x	Odmrazování
6x	Odchylka od určené/potřebné rychlosti
4x	Nestabilizované přiblížení
4x	Kalkulace zatížení a vyvážení/poloha těžiště
4x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)
2x	Praporování/automatické vypraporování/aretace
2x	Srážka s ptáky
2x	Návrat k původnímu režimu letu (recovery)/nápravná opatření (remedial action)
2x	Přetížení při vzletu
2x	Podmínky tvoření námrazy
2x	Vysazení motoru
2x	Odchylka – podélný sklon (klopení)
2x	výcvik
2x	Odezva/reakce na výstražný systém

### 3.1.2 Následky ztráty vztlaku

Jasným následkem ztráty vztlaku je srážka s vodorovným, nebo vyvýšeným terénem, dále srážka se stromy a vysokou vegetací, nebo rozpad letadla následkem dopadu (tabulka 2).

*Tabulka 2 Následky ztráty vzlaku*

43x	Srážka s terénem/dopad/náraz
2x	Odchylka od podélného sklonu (klopení)

### **3.1.3 Nehoda letounu Cessna 525 Citation Jet**

Cessna 525 Citation Jet vzlétla z dráhy na letišti Van Nuys za účelem vyzvednutí dvou cestujících na Long Beach. Svědci blízko konce dráhy uvedli, že levé přední dveře zavazadlového prostoru byly otevřené. Všichni svědci také uvedli, že letoun se začal mírně stáčet doleva, poté se let vyrovnal a byl pomalý. Začal klesat, a následně dopadl na zem, křídla byla při pádu téměř svisle k zemi. Levé křídlo zasáhlo elektrické vedení kolmé na dráhu letu.

Jako pravděpodobná příčina byla určena neschopnost pilota udržet dostatečnou rychlost letu během počátečního stoupání, která měla za následek ztrátu vzlaku letadla. K nehodě přispěla nedostatečná předletová kontrola druhého pilota, který přehlédl špatné zajištění dveří zavazadlového prostoru, které se za letu otevřely a způsobily problémy, které posádka nedokázala eliminovat. (10) Tato nehoda také souvisí s faktory Odchylka náklonu, Odchylka od potřebné rychlosti a Špatný briefing.

### **3.1.4 Nehoda letounu Tupolev Tu-154M**

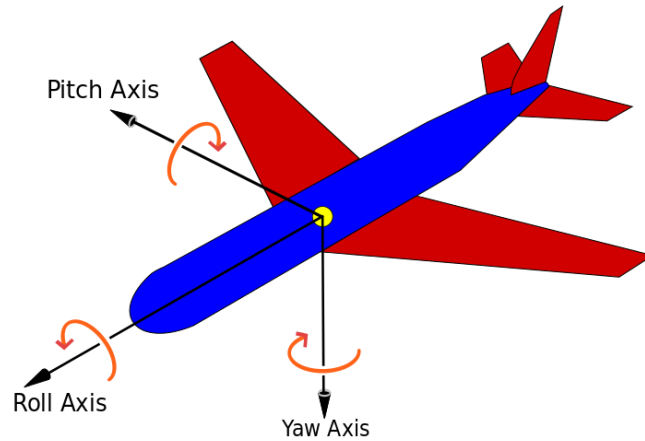
Tupolev Tu-154M odletěl z Anapa do Petrohradu 22. srpna 2006 v 15:05. Kvůli bouřkám se pilot rozhodl změnit kurz a pokusil se vystoupat nad jejich základnu. Bouřkové mraky však dosahovaly až do patnácti km a Tupolev vlétl do oblasti silných turbulencí. Úhel náběhu se zvýšil a rychlost letu klesla na nulu. Letoun ztratil vzlak a havaroval na pole, kde začal hořet.

Příčinou havárie byla ztráta říditelnosti v manuálním režimu letu s vysokými úhly náběhu, které způsobily ztrátu vzlaku a následnou kolizi se zemí s velkou vertikální rychlostí. Šlo zde o špatnou koordinaci posádky a nedodržení pokynů v letové příručce letounu, aby se zabránilo ztrátě vzlaku. Také použité metody výcviku posádky nebyly dostatečné pro let ve vysokých nadmořských výškách. (11) Tato nehoda souvisí s faktory Neočekávané/nepříznivé počasí a Ztráta vzlaku.

## **3.2 Odchylka náklonu a podélného sklonu**

Klonění je vychýlení letadla z vodorovného letu kolem jeho podélné osy (obr. 2).

V případě vyhodnocovaných nehod jde o odchylku náklonu v kombinaci s odchylkou od podélného sklonu.



Obrázek 2 Stabilita letadla – převzato (12)

Pitch axis = příčná osa (osa klopení)

Roll axis = podélná osa (osa klonění)

Yaw axis = kolmá/normálová osa (osa zatáčení)

### 3.2.1 Příčiny odchylky náklonu a podélného sklonu

K odchylce náklonu spolu s odchylkou podélného sklonu nejčastěji došlo z důvodu chybného výpočtu zatížení a vyvážení letadla, případně chybným určením polohy těžiště. Dále k odchylce náklonu značně přispělo kontaminované palivo. Tento faktor představuje kontaminovanou palivovou nádrž, do které bylo palivo plněno, nebo plnění již kontaminovaného paliva nežádoucími příměsemi, které se do paliva dostaly špatnou obsluhou, případně nevhodným uskladněním. Dalším výrazným faktorem v této události je špatné odmrazování letadla, které značně ovlivnilo letové vlastnosti letounu, nebo prostorová dezorientace posádky (tabulka 3).

*Tabulka 3 Příčiny odchyly náklonu*

4x	Kontaminované palivo
4x	Výpočet zatížení a vyvážení/chybná poloha těžiště/přetížení
3x	Odmrazování
3x	Prostorová dezorientace
2x	Požár pohonné jednotky
2x	Pilotova kontrola nad letadlem
2x	Autopilot – nepoužitelný/ztráta
2x	Zmatení/porozumění dané situace
2x	Porozumění situace/situační uvědomování
2x	Noc/tma

### 3.2.2 Následky odchyly náklonu

Stejně jako u ztráty vztlaku, i tato událost má za následek převážně srážku s terénem. V tomto případě však došlo i ke srážce s elektrickým vedením, s překážkou během vzletu, nebo přistání za letu. Častým následkem odchyly náklonu byla také ztráta vztlaku a vyhlášení nouzové situace jako následek předešlých událostí (tabulka 4).

*Tabulka 4 Následky odchyly náklonu*

22x	Srážka s terénem/dopad/náraz
4x	Ztráta vztlaku
3x	Nouzové situace
2x	Prostorová dezorientace

### 3.2.3 Nehoda letounu Spectrum Aeronautical Spectrum 33

Spectrum Aeronautical Spectrum 33 je velmi lehký letoun, který poprvé vzlétl v roce 2006. Prototyp provedl 46 zkušebních letů a poté byl podroben údržbě. Údržba zahrnovala i demontáž hlavního podvozku za účelem vyztužení vzpěr v ovládání. Po opětovné instalaci podvozku však byla mezi levou vzpěrou a v-konzolou horního torzního náhonu křidélek nalezena nedostatečná vůle. Demontáž proto proběhla znovu, aby byl letoun připraven dalšímu k letu. Hned po vzletu ze španělského letiště Fork-Springville za účelem zkušebního letu pilot ztratil nad strojem kontrolu. Letoun se prudce naklonil na pravou stranu a pravé křídlo narazilo na zem asi 150 stop vpravo od středové linie dráhy.

Jako možná příčina byla určena nesprávná montáž zadní torzní trubky křidélek, kdy došlo k opačnému směru příčného řízení. Přispívajícím faktorem byla chybějící dokumentace údržby podrobně popisující instalaci úhlové páky a neschopnost personálu údržby a letové posádky zkontrolovat polohu ovládacího prvku po údržbě a při předletových kontrolách. (13) Tato nehoda souvisí s faktory Údržba a Briefing/předletová příprava.

### 3.2.4 Nehoda letounu Britten-Norman BN-2A-21 Islander

Další nehodou, ke které přispěla odchylka klonění je let letounu Britten-Norman BN-2A-21 Islander, který letěl ráno 17. října 2007 severní částí provincie Sevilla ve Španělsku. Jeho úkolem bylo prozkoumat pole, která by letadlo mělo v budoucnu k dispozici pro další provoz. Účelem bylo přistát na dočasné dráze, kterou používají letouny na zemědělské práce, ve městě Guadalcanal. Pilot však omylem přistál na jiném poli, se stejným zaměřením, přibližně na půli cesty mezi městem a další dráhou na Guadalcanalu. Dráha, na které přistál, nazvaná Los Tomillares (po názvu ranče, na kterém je umístěna), je výrazně kratší. Byla však dostatečná, aby pilot letounu bezpečně přistál, a aby po dotankování provedl krátký čtyřkilometrový let z tohoto pruhu na přistávací dráhu v Guadalcanalu, na jeho původní cíl. Jiný pilot se zkušenostmi s tímto typem letounu se k posádce připojil, aby byl nápomocen velcímu pilotovi. V hlavních nádržích bylo uloženo celkem 250 litrů paliva AV100LL. Oba piloti prošli celé pole v Los Tomillares, aby zkontrolovali jeho stav a rozměry. Krátce před západem slunce zahájili vzlet. Chvíli po odpoutání od země pravý motor začal částečně selhávat, což způsobilo, že se letoun prudce stočil doprava. Posádce se podařilo znovu získat směrové řízení letadla, když obnovili výkon pravého motoru, ale letoun se rychle stočil doleva, kde se levé křídlo srazilo se zemí. Letadlo bylo vážně poškozeno a jeden z pilotů havárii nepřežil.

Předpokládá se, že porucha a neobvyklá činnost motoru byla pravděpodobně způsobena přítomností vody v palivu. Tato voda mohla pocházet z kondenzace uvnitř nádrží, nebo z nádob, které byly použity k přepravě před doplňováním paliva na poli. (14)



### 3.3 Odchylka od určené/potřebné rychlosti

Mezi faktory týkající se rychlosti jsou zahrnuty: příliš nízká rychlost, odchylka od potřebné, určené, nebo požadované rychlosti pro dané podmínky letu, přerušení vzletu z důvodu nízké rychlosti, závada nebo selhání rychloměru a přesáhnutí povolené rychlosti.

#### 3.3.1 Příčiny odchylky od určené/potřebné rychlosti

U tohoto případu k nehodě vedlo především vysazení motorů a následné nedodržení potřebné rychlosti v těchto podmínkách letu. Šlo zde jak o preventivní/bezpečnostní zastavení motoru z důvodu předešlých událostí, tak i o samovolné vysazení motoru.

Dále k této události vedlo nedostatečné monitorování přístrojů a pozornost ze strany letové posádky a v některých případech také nekompletní odmrazování a odstranění sněhu a ledu z letadla, což dále ovlivnilo letové vlastnosti letounu (tabulka 5).

Tabulka 5 Příčiny odchylky od určené/potřebné rychlosti

4x	Zastavení/vysazení motoru
3x	Monitorování/kontrola vybavení/přístrojů Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat vybavení/přístroje
2x	Porozumění situace/situační uvědomování
2x	Odmrazování/odstranění sněhu/ledu/námrazy

#### 3.3.2 Následky odchylky od určené/potřebné rychlosti

Na rozdíl od předešlých událostí má nedodržení potřebné rychlosti za následek již zmiňovanou ztrátu vztlaku, ke které dojde, když letoun zpomalí pod pádovou rychlost, což je minimální rychlost v horizontálním letu, při které má letoun ještě dostatek vztlaku pro vyrovnání své tíhové síly. Z již uvedeného vzorce [3] pro vztlak vyplývá, že aby letadlo mohlo letět minimální rychlostí, musí letět na maximálním součiniteli vztlaku při kritickém úhlu náběhu. Když se úhel náběhu na křídle ještě zvýší, dojde k odtržení proudu vzduchu a k poklesu vztlaku a letoun začne klesat.

Následkem ztráty vztlaku způsobené nedodržením potřebné rychlosti, tak i odchylky rychlosti jako takové je opět srážka s terénem (tabulka 6).

*Tabulka 6 Následky od určené/potřebné rychlosti*

17x	Ztráta vztlaku
11x	Srážka s terénem/dopad/náraz
3x	Signalizace pádové rychlosti

### 3.3.3 Nehoda letounu de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100

S tímto faktorem souvisí nehoda letounu de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100, který 29. července 2006 vzletl se sedmi parašutisty na palubě. Ihned po startu začal Twin Otter ztrácet výšku a narazil do stromů severozápadě od letiště poblíž Sullivan Regional. Několik svědků uvedlo, že slyšeli neobvyklý hluk a z pravého motoru letadla šlehaly plameny, což také dokazují fotografické důkazy.

Národní rada pro bezpečnost dopravy uvádí, že pravděpodobnou příčinou této nehody bylo selhání pilota, udržet rychlost letu po ztrátě výkonu jednoho z motorů následkem zlomení lopatek kompresoru z neznámých důvodů. Pilot a pět parašutistů nehodu nepřežili, další dva parašutisté byli zraněni. Let byl proveden bez předloženého letového plánu a v čase havárie převládaly vizuální meteorologické podmínky. (15) Tato nehoda souvisí i s faktorem Požár/nehoda/kouř.

### 3.3.4 Nehoda letounu Cessna 208B Grand Caravan

Cessna 208B Grand Caravan byla 7. října 2007 zničena, když se srazila s terénem poblíž Naches ve Washingtonu. Při nehodě zemřel pilot a devět cestujících. K nehodě došlo v noci s nízkou viditelností, v oblasti vrstevnaté oblačnosti a horských vln, kde jsou podmínky tvoření námrazy. Zaznamenané radarové údaje naznačují, že pilot se pravděpodobně pokoušel letět nad dešťovou přeháňkou a mraky. Těsně před nehodou pilot dosáhl 15 000 stop výšky, ale nepoužil doplňkový kyslík. V této nadmořské výšce by pilot byl podstatně ovlivněn hypoxií, ale neměl by prakticky žádné symptomy a pravděpodobně by o svém stavu nevěděl. Následkem hypoxie pilot nebyl schopen udržet dostatečnou rychlost letu, a došlo tak ke ztrátě vztlaku a následnému pádu letadla.

Nehodu zapříčinilo selhání pilota v udržení potřebné rychlosti dané fáze letu a následná ztráta vztlaku. Dále zde přispěl fyziologický stav pilota způsobený hypoxií a jeho pokus o let do oblastí se známým nepříznivým počasím. K nehodě také přispělo neúmyslné vlétnutí do meteorologických podmínek

podle přístrojů, na který pilot neměl potřebnou kvalifikaci. (15) Tato nehoda souvisí také s faktory Nečekané/nepříznivé počasí a Ztráta vzlaku.

### 3.4 Podmínky tvoření námrazy

Vznik námrazy závisí kromě teploty i na vlhkosti, nebo hustotě vzduchu a za letu i na rychlosti.

U tohoto faktoru se o příčinách moc mluvit nedá, ale je zde pár faktorů, které k tvorbě námrazy napomohly. Nedá se však jednoznačně určit, který z těchto faktorů převládá. Proto zde uvedu pouze pár příkladů. Většinou jde o rozhodnutí uskutečnit let, případně o špatné naplánování letu v nevhodných podmínkách, chybějící osvědčení o způsobilosti, nebo jiné chybné rozhodnutí.

#### 3.4.1 Následky tvoření námrazy

Následky tvoření námrazy na letadle jsou jednoznačné. Ve většině případech došlo ke ztrátě vzlaku, případně k signalizaci pádové rychlosti a následné ztrátě vzlaku, ze které už nebylo možné znovu obnovit říditelnost a letadlo havarovalo. Po havárii většinou následoval požár vraku (tabulka 7).

*Tabulka 7 Následky tvoření námrazy*

	<b>Primární stav</b>	<b>Sekundární stav</b>
6x	Ztráta vzlaku	8x srážka s terénem/dopad/náraz
3x	Signalizace pádové rychlosti	
2x	Námraza	2x ztráta vzlaku
2x	Srážka s terénem/dopad/náraz	3x požár po havárii
1x	Odchylka od potřebné rychlosti	3x ztráta vzlaku

#### 3.4.2 Nehoda letounu Cessna 208B Super Cargomaster

V den před nehodou 5. října 2005 dorazila Cessna 208B Super Cargomaster do Winnipegu. Letadlo bylo přes noc zaparkováno ve vyhříváném hangáru a ven bylo vytaženo asi v 04:10 místního času. Pilot zkontroloval informace o počasí a dokončil plánování letu, který měl podle odhadů trvat dvě hodiny a

šest minut. Po naložení nákladu do letounu pilot získal povolení ke vzletu pro let podle přístrojů do Thunder Bay. Asi tři minuty po vzletu pilot zahlásil, že potřebuje okamžitý návrat na letiště. Řídicí pak vydal pokyny k návratu do Winnipegu. Pilot však odpověděl, že není schopen udržet výšku. Cessna na letiště nedoletěla a narazila do kanadské národní železniční tratě východně od křižovatky Osborne Street a Corydon Avenue a následně začala hořet.

Později bylo zjištěno, že Cessna odletěla s hmotností převyšující maximální vzletovou hmotnost a maximální hmotnost pro provoz v podmínkách tvoření námrazy. Po odletu z Winnipegu se letadlo setkalo s podmínkami námrazy během letu, kdy se výkon letadla zhoršoval, až letadlo nebylo schopno udržet výšku. Během pokusu o návrat na mezinárodní letiště Winnipeg pilot ztratil kontrolu nad letadlem v nadmořské výšce, z níž nebylo možné kontrolu obnovit. (16)

### **3.4.3 Nehoda letounu Cessna 500 Citation I**

18. října 2013 byla Cessna 500 Citation I zničena, když narazila do terénu poblíž Derby. Oba členové posádky zemřeli. Letoun byl vlastněn kalifornským farářem Edem Dufresnem z World Harvest Church. Byl také na palubě letu, který odletěl z letiště Wichita-Mid-Continent. Poté, co letoun vystoupal na 15 000 stop, začal rychle klesat a havaroval. Následně došlo k explozi a požáru. Po předchozím letu pilot hlásil, že měl několik nefunkčních letových přístrojů, včetně autopilota, navigačního ukazatele horizontální situace a umělého horizontu. Při údržbě byl nahrazen pouze umělý horizont. I přes nefunkční přístroje se pilot rozhodl vzlétnout. V době ztráty kontroly letoun právě vlétl do oblasti se silnou námrazou, což mělo vliv na letové vlastnosti letounu. Současně řídicí letového provozu změnil rádiovou frekvenci, letovou výšku a trať. Je pravděpodobné, že tyto pokyny zvýšily pracovní zatížení pilota. Vzhledem k nefunkčním přístrojům je pravděpodobné, že se pilot při pokusu o manévrování a udržení kontroly nad letounem stal dezorientovaným, což vedlo ke ztrátě kontroly nad strojem.

Pravděpodobná příčina nehody je vstup letounu do oblasti s podmínkami tvoření námrazy, což mělo za následek vznik námrazy, a zvýšené pracovní zatížení pilota. Následná dezorientace při manévrování v podmínkách letu podle přístrojů s nefunkčními přístroji dále vedla ke ztrátě říditelnosti letounu. K nehodě také přispělo rozhodnutí pilota vzlétnout v podmínkách IFR a letět s jedním pilotem bez funkčního autopilota a s nefunkčními letovými přístroji. (17) Nehoda dále souvisí s faktory: Rozhodování, Prostorová dezorientace a Pracovní zátěž.

## **3.5 Odmrazování**

Stejně jako u podmínek tvoření námrazy nemá smysl zjišťovat příčiny, které jsou u této události jasné. Pojem odmrazování představuje tyto události: mechanický/pneumatický odmrazovač, nedodržení

postupů při odmrazování, špatné/nedostatečné odstranění sněhu/ledu/námrazy z povrchu letadla, odmrazování neprovedeno, protinámrazový systém motoru, odmrazování nekompletní. Jde tedy jak o odmrazování na zemi, tak i o odmrazovací systémy letadla za letu.

Dá se obecně říct, že k odmrazování jsou používány dvě kapaliny. První se ředí s horkou vodou a jedná se o tzv. de-icing, kdy probíhá rozpouštění ledu a odstranění sněhu z povrchu letadla. Účinnost této kapaliny se pohybuje kolem 10-15 minut, proto se hned po prvním postřiku aplikuje druhá kapalina, tzv. anti-icing. Má protinámrazové účinky a vytváří ochranný film, který zabrání dalšímu tvoření námrazy. Účinnost této kapaliny je až 45 minut.

### 3.5.1 Příčiny nedostatečného, nebo neprovedeného odmrazování

K nedostatečnému odmrazování přispěla špatná předletová příprava a nekompletní odmrazování před letem. V některých případech, kde šlo o malé letouny pilot při předletové kontrole na odmrazování zapomněl (tabulka 8).

*Tabulka 8 Příčiny nedostatečného nebo neprovedeného odmrazování*

3x	Briefing/předletová příprava
3x	Špatné/nekompletní odmrazování

### 3.5.2 Následky nedostatečného, nebo neprovedeného odmrazování

Námraza na povrchu letadla zhoršuje jeho aerodynamické vlastnosti a s tím i související změnu úhlu náběhu, nebo zablokování řízení. Může také zablokovat vnější vstupy přístrojů, a způsobit tak zobrazování chybných údajů například na výškoměru, rychloměru, nebo variometru. Může také zvýšit hmotnost letounu a zabránit, nebo snížit výhled z kabiny.

Nejčastějším následkem nedostatečného odmrazování letadla u zpracovávaných nehod byla ztráta vztlaku a odchylka náklonu letadla (tabulka 9).

*Tabulka 9 Následky nedostatečného nebo neprovedeného odmrazování*

6x	Ztráta vztlaku
3x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)

### 3.5.3 Nehoda letounu Cessna 208B Super Cargomaster

Cessna 208B Super Cargomaster přistála v Helsinkách-Vantaa 31. ledna 2005 se dvěma piloty na palubě. Následující den se Cessna měla vrátit zpět na domovské letiště ve Švédsku. V daný den ale onemocněl druhý pilot a let byl proto naplánován pro jednočlennou posádku. Na letišti sněžilo a teplota se pohybovala kolem nuly. Pilot před letem odstranil nahromaděný sníh a námrazu z povrchu letadla. Nepodařilo se mu však odstranit veškerou námrazu. Pilot po vzletu stoupal, dokud nedosáhl výšky 800 stop. Hned po zatažení klapek ztratil kontrolu nad letadlem, které se začalo stáčet doprava. Pilot se s letadlem pokusil o nouzové přistání, ale letadlo narazilo do terénu mezi přistávacími dráhami.

Řetězec událostí začal, když letoun stál přes noc venku, vystavený účinkům počasí. Silné sněžení během noci nahromadilo na povrchu trupu, křídlech a stabilizátoru silnou vrstvu ledu a sněhu, která během dne částečně roztála a znovu zamrzla, když okolní teplota klesala k bodu mrazu. Pilot si při předletové kontrole námrazy všiml, ale odmrazit letadlo nenechal. Místo toho se led pokusil odstranit sám, což vedlo k nekompletnímu odmrazení. Pilot tak vzlétl s letadlem, jehož aerodynamické vlastnosti byly kvůli námraze zásadně ovlivněny. Je pravděpodobné, že pro tyto situace nebyl dostatečně vycvičen. Další faktor, který nehodu ovlivnil, byl tlak společnosti na dodržení letového řádu, který mohl navíc ovlivnit opomenutí řádného odmrazování. Letové řády s odkazem na otevírací dobu cílového letiště společnosti neumožňovaly dlouhá zpoždění v provozu. To mohlo částečně vyvolat tlak na pilota, aby co nejdříve dokončil předletové činnosti. Pokud jde o nastavení klapek pro vzlet, nebylo pro stávající okolnosti vhodné. Navíc, pilot nevykonal žádné účinné nápravné opatření k opětovnému získání kontroly nad letounem. (18) Nehoda také souvisí s faktory: Odchylna náklonu letadla, Nekompletní odmrazování a Pilotova kontrola nad letadlem.

### 3.6 Prudký manévr

Tento faktor představuje neplánovaný prudký manévr, ke kterému došlo nejčastěji. Opakoval se dohromady šestkrát. Dále se sem řadí jiný manévr mimo letový plán vyvolaný posádkou, a potom také úhybný letový obrát\manévr za účelem vyhnutí srážky se zemí.

Důvody proč k této události dochází jsou různé. Žádný z nich nemá převahu. Ve většině případů šlo o prudký manévr provedený posádkou. Důvodem provedení manévru byla snaha posádky zabránit kolizi, například s ptáky, nebo s překážkou na zemi. Takový incident se však stal jen jednou. Ve všech ostatních případech došlo k manévru z nedbalosti, nebo nepozornosti pilota, kdy se letadlo odchýlilo od tratě. Objevil se zde i případ, kdy letoun vzlétl přetížený, nebo s polohou těžiště mimo limit. Ke čtyřem nehodám došlo při letu ve skupině, kdy piloti neuhlídali bezpečnou vzdálenost mezi sebou a srazili se.

### 3.6.1 Následky prudkého manévru

Nejčastějším následkem v situacích, kdy byl třeba vykonat prudký manévr je srážka s terénem, nebo srážka za letu s jiným letadlem. U jedné nehody došlo ke ztrátě vztlaku a dále následkem prudkého manévru pilot ztratil prostorovou orientaci, nebo se letadlo dostalo do strmé spirály, ze které už se letadlo nepodařilo vyrovnat (tabulka 10).

*Tabulka 10 Následky prudkého manévru*

5x	Srážka za letu
4x	Srážka s terénem/dopad/náraz

### 3.6.2 Nehoda letounu Cessna 550 B Citation Bravo

Cessna 550 B Citation Bravo byla 14. února 2010 zničena při nehodě v oblasti hory Großer Zschirnstein. Oba piloti zemřeli. Let TIE039C odletěl z mezinárodního letiště Praha-Ruzyně ve 20:08 na letiště Karlstad ve Švédsku. Když letoun vystoupal do letové hladiny, kopilot se zeptal kapitána, jestli v noci někdy zkusil provést výkřut. Letová posádka pokračovala v rozhovoru o provedení výkřutu. Během toho se stroj naklonil o 30 ° doleva a okamžitě o 20 ° doprava. Pražský ATC pak informoval let, aby kontaktoval Mnichovský ATC. Byl navázán kontakt a bylo povoleno stoupání z FL260 na FL330. Posádka to potvrdila. Ve 20:18 se kapitán zeptal druhého pilota, zda byla jejich výška dostatečně vysoká na to, aby provedl výkřut. Kopilot potvrdil, že nadmořská výška byla dostatečná. Ve 20:19 let dosáhl hladiny FL270. O pět vteřin později se úhel náběhu zvedl o 14 °, letoun se otočil kolem své podélné osy a ocitl se v poloze "na zádech". Během chvíle se otočil o dalších 90 ° a úhel náběhu rapidně klesl. Rychlost letu se během sestupu zvýšila na 380 uzlů. Letová posádka se nedokázala zorientovat a letadlo dopadlo do lesa.

Nehoda byla způsobena tím, že se posádka pokusila provést manévr, který není v souladu letovou příručkou a zásadami provádění letů v obchodní letecké dopravě. Posádka ztratila prostorovou orientaci a následně schopnost vrátit se do původní letové polohy. Let probíhal v nočních podmínkách, a tak chyběly vizuální reference. Osobní vztah mezi dvěma piloty vedl k nedostatečnému profesionálnímu chování při společné práci v kokpitu. Letadlo nebylo navrženo nebo schváleno pro akrobacii. (19) Tato nehoda dále souvisí s faktory: Odchylka náklonu, Noční let, Prostorová dezorientace, Odchylka podélného sklonu a Nebezpečné klesání.

### 3.7 Únava

Únava lze definovat jako stav snížené výkonnosti na základě předcházející aktivity. Lze ji chápat také jako pokles výkonnosti a neschopnost pokračovat v pohybové aktivitě. Stav únavy je považován za druh ochrany organismu před vyčerpáním. Fyzická únava vzniká během tělesné práce a má za následek postupný pokles výkonu až přerušení činnosti. Mentální únava se projevuje ve snížené schopnosti koncentrace a vnímavosti. Člověk poté může prožívat různé emoční výkyvy např.: úzkost, deprese, agresivita, rezignace apod. (20)

Člověk pod vlivem únavy má zhoršené rozhodovací schopnosti a prodlouženou reakční dobu. Jeho fyzická výkonnost a psychická odolnost se snižují, přičemž každá další fyzická činnost, či psychický tlak únavu dále prohlubují.

Pokud pilot nastupuje do služby unavený, nebo jej únava postihne za letu, výrazně to ohrožuje bezpečnost letu. Pilot je náchylnější k projevům různých 13 fyzikálních jevů, které se za letu mohou vyskytnout (hypoxie, hyperventilace, přetížení apod.) Právě kvůli eliminaci tohoto rizika byly zavedeny normy pro minimální odpočinek posádky, maximální dobu letové služby, maximální dobu služby, maximální počet nalétaných hodin za časový interval apod. (21)

Tento faktor představuje únavu, ostražitost, bdělost posádky, nebo nedostatek spánku a odpočinku.

K únavě samozřejmě došlo především z nedostatku spánku a odpočinku posádky. V jednom z případů zde hrál roli i alkohol, který obecně může snížit kvalitu spánku a zhoršuje především ostražitost. U zpracovávaných nehod došlo také k přetížení pilota za letu, kdy se v nouzové situaci musel dlouho soustředit a dostal se do stresové situace. K přetížení pilota a následné únavě došlo také kvůli plánování letu, kdy pilot neměl dostatečnou pauzu na potřebný odpočinek.

#### 3.7.1 Následky únavy

Tabulka 11 Následky únavy

	<b>Primární stav</b>	<b>Sekundární stav</b>
8x	Srážka s terénem/stromy/vysokou vegetací/dopad/náraz	2x požár po havárii
1x	Ztráta vztlaku	1x srážka s terénem



### 3.7.2 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převládaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlost byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost, Pracovní zátěž a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

## 3.8 Výcvik

Aby mohl letecký personál vykonávat svou funkci, musí splňovat určité požadavky. Jsou jimi například zdravotní způsobilost, znalost teorie létání, praktický výcvik a mnoho dalších. Jakmile pilot svůj výcvik dokončí musí stále splňovat požadavky a své schopnosti zdokonalovat.

Pojem nedostatečný výcvik v této práci představuje nedostatečný výcvik jednotlivce nebo celé posádky na simulátoru, výcvik/prověření schopností v možných situacích, které mohou nastat (převážně

nouzových), specifický výcvik, udržovací výcvik, výcvik na daném typu letadla, jeho vybavení nebo části, výcvik u nového provozovatele, špatná výcviková osnova.

Není možné jednoznačně určit, z jakého důvodu k nedostatečnému výcviku posádek dochází. Je to většinou jen jeden z faktorů, které přispívají k dalšímu řetězci událostí a vedou tak k nehodě. Jako příklad můžeme uvést provozní přehlédnutí, nebo organizace (organizační vedení).

### 3.8.1 Následky nedostatečného výcviku

Následkem nedostatečného výcviku posádky je především srážka s terénem, dále u pilota často došlo k prostorové dezorientaci (tabulka 12).

*Tabulka 12 Následky nedostatečného výcviku*

6x	Srážka s terénem/dopad/náraz
3x	Prostorová dezorientace
2x	Ztráta vztlaku
2x	Porozumění situace/situační uvědomování

### 3.8.2 Nehoda letounu De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300

De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300 provozovaný společností Air Moorea opustil letiště Moorea-Temae ve Francouzské Polynésii. Hned po vzletu, po zatažení klapek, pilot ztratil kontrolu nad letounem a začal strmě klesat. Pilot nebyl schopen získat zpět kontrolu nad letadlem a havaroval do moře, kde se rozpadl a potopil se.

Nehoda byla způsobena ztrátou ovládní letounu v důsledku přetržení lana řízení výškového kormidla v malé výšce. Toto selhání bylo způsobeno velkým opotřebením lana, způsobující roztržení několika pramenů v důsledku namáhání během letu při využívání výškového kormidla. K nehodě přispěla absence výcviku pilotů na případy ztráty říditelnosti, opomenutí provozovatele provádět zvláštní kontroly (v tomto případě opotřebením lana výškového kormidla) a neschopnost výrobce a leteckých úřadů plně zohlednit jev opotřebením. (23) Nehoda souvisí také s faktory Nebezpečné klesání a odchylka podélného sklonu.

### 3.8.3 Nehoda letounu Boeing 737–53 A5

Boeing 737–53 A5 provozovaný společností Tatarstan Airlines byl zničen při nehodě na ruském letišti v Kazani. Všech 44 cestujících a šest členů posádky bylo zabito. Let 363 odletěl 17. listopadu 2013 z moskevského letiště Domodedova. Během letu si posádka na navigačním systému všimla, že trasa se změnila. Během sestupu směrem ke Kazani let pokračoval v přiblížení, které bylo kvůli problému se změnou trasy odkloněno 4 km severně od publikovaného postupu přiblížení. Poté, co se letoun otočil na finále, letadlo nebylo schopno zachytit směrový radiomaják ILS. Přiblížení bylo nestabilizované a když se letadlo srovnalo do osy přistávací dráhy, pilot si díky světelné sestupové soustavě PAPI všiml, že jsou příliš vysoko. Začal tedy stoupat. Použití tlačítka TO / GA způsobilo odpojení autopilota. Zvýšení výkonu motoru a zatažení klapek způsobilo velké zvýšení úhlu podélného sklonu a indikovaná rychlost letu začala klesat. S úhlem sklonu vyšším než 25 ° začala posádka používat sloupek ručního řízení ke snížení úhlu sklonu. Letoun přešel do strmého klesání. Výstražný systém signalizace blízkosti země vydal varování o rychlosti klesání. Letadlo nakonec dopadlo na zem mezi přistávací dráhou a hlavní pojezdovou dráhou asi 1850 m za prahem dráhy.

Šetření odhalilo, že kapitán měl velmi omezenou znalost angličtiny, což bylo považováno za nedostatečné k tomu, aby pochopil dokumenty a příručky psané v angličtině. Vzhledem k nedostatečnému dohledu nad školicím zařízením nebyly tyto nedostatky ve výcviku zaznamenány. Školení a řízení bezpečnosti v Tatarstan Airlines bylo považováno za stejně nedostatečné. Příčinou havárie Boeingu 737 byly systémové nedostatky v identifikaci rizik a řízení rizik, jakož i nefunkční systém řízení bezpečnosti v letecké společnosti a nedostatečná kontrola nad úrovní výcviku posádky, což vedlo k přijetí nepřipravené letové posádky. Když bylo provedeno nezdařené přiblížení, posádka nerozpoznala skutečnost, že autopilot byl odpojen. Nedostatek letových dovedností PIC (pilot in command – velitel letadla) vedl k vytvoření velkého negativního přetížení, ztrátě prostorové orientace a přechodu letadla do velkého sklonu. Potřeba zahájení nezdařeného přiblížení byla způsobena polohou letadla vzhledem k dráze, což bylo následkem chyby při určování polohy letadla palubními systémy přibližně o čtyři km a nedostatek aktivní pomoci služby řízení letového provozu při dlouhodobém sledování významných odchylek od postupu přiblížení. (24) Nehoda souvisí také s faktory: Nestabilizované přiblížení, Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti, Prostorová dezorientace, Odchylka podélného sklonu a Vysoká rychlost při stoupání/klesání.

## 3.9 Autopilot

Autopilot je technické zařízení sloužící k ovládní stroje bez asistence posádky. V dnešní době se využívají systémy schopné zajistit automatický let letadla po zvolené trase.

Nehody ovlivnily technické potíže spojené s autopilotem, ztráta nebo samovolné odpojení autopilota a chybné vedení letadla autopilotem.

### 3.9.1 Následky chybného vedení/fungování autopilota

Následkem technických potíží autopilota je nejčastěji odchylka klonění letadla. Na piloty tak přešla větší pracovní zátěž. Kvůli příliš pozdní reakci u jedné nehody nastala ztráta vztlaku. Kromě odchylky klonění došlo i jiným odchýlkám od plánované trasy/režimu (tabulka 13).

*Tabulka 13 Následky chybného vedení/fungování autopilota*

3x	Odchylka klonění (podélného sklonu)
----	-------------------------------------

### 3.9.2 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL

Boeing 737 - 8AL byl zničen, když krátce po vzletu z letiště Douala v Kamerunu narazil do terénu. Při nehodě bylo zabito všech 108 cestujících a šest členů posádky. Plánovaný čas odletu byl zpožděn z důvodu nepříznivého počasí, bouřky se silnými dešťovými přeháňkami. Když se počasí zlepšilo, let dostal povolení ke vzletu. Let probíhal v noci, tudíž bez vizuální reference, ale posádka ani tak neprovedla monitorování přístrojů. Při dosažení výšky 1000 stop pilot pustil řízení, aniž by zapojil autopilota. Úhel náklonu letounu se neustále zvětšoval, ale kapitán si měnící se polohu letounu neuvědomoval. Těsně předtím, než zazněl varovný signál upozorňující na příliš velký úhel náklonu, kapitán znovu převzal řízení, ale byl zmatený polohou letadla a dále zvětšoval úhel náklonu. V asi padesáti stupňovém náklonu byl zapnut autopilot, a sklon se tak stabilizoval. Poté se ale letoun do náklonu vrátil a přiblížil se k devadesáti stupňům a letoun se ve spirále zřítíl k zemi a dopadl do bažiny pět km od letiště Douala.

Letoun havaroval po ztrátě říditelnosti v důsledku prostorové dezorientace posádky, během které nebylo provedeno žádné monitorování přístrojů, ani za podmínky nepřítomnosti vizuální reference za letu v noci. K této situaci rovněž přispěla nedostatečná provozní kontrola, nedostatečná koordinace posádky spojená s nedodržením postupů sledování letu a zmatek ve využívání autopilota. (25) Tato nehoda souvisí s faktory: Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování.

## 3.10 Identifikace/rozpoznání situace

Tato událost představuje nezdařené, nebo chybné rozpoznání reality dané situace (selhání jednotlivce, nebo posádky v rozpoznání reality/skutečnosti dané situace).

Opět nelze s jistotou určit, co k této události vedlo. Objevuje se zde dvakrát faktor týkající se nadmořské výšky. Odchyly stanovené výšky a kurzu a chybný údaj nadmořské výšky. Dále zde napomohla i chybná interpretace signalizace pádové rychlosti, nedostatečné situační povědomí, nedostatečný výcvik v krizových situacích, nebo kouř v kokpitu, což zabránilo rozpoznání údajů na přístrojích. V jednom případě došlo k chybnému rozpoznání situace následkem hypoxie, což je nedostatek kyslíku v těle. Za letu k hypoxii může dojít ve velkých výškách, kde je výrazně nižší hustota vzduchu.

### 3.10.1 Následky identifikace/rozpoznání situace

Jako u většiny událostí, i u této převažuje srážka s terénem. Dále ve dvou případech došlo k vysazení motoru (tabulka 14).

*Tabulka 14 Následky identifikace/rozpoznání situace*

5x	Srážka s terénem/dopad/náraz
2x	Vysazení motoru

### 3.10.2 Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41

24. září 2009 letadlo British Aerospace 4121 Jetstream 41 provozované společností SA Airlink, bylo zničeno, když havarovalo ihned po vzletu z mezinárodního letiště Durban v Jižní Africe. Posádka složená ze dvou pilotů a letušky byla vážně zraněna a kapitán nakonec zranění podlehl. Letadlo zahájilo vzlet a krátce před tím, než se odpoutalo od dráhy, došlo k selhání pravého motoru kvůli selhání druhého stupně vzduchového těsnění. Během stoupaní se kolem letounu objevil kouř. Kapitán věži oznámil, že jeden motor selhal a pokračoval ve stoupaní. Okamžitě po zatažení podvozku se zastavil i levý motor. Letadlo začalo klesat a následně se aktivovalo třesení řídicí páky pro varování při přiblížení k pádové rychlosti. Letoun tvrdě dosedl na malé pole v rezidenční oblasti Merebank, 1,4 km od konce dráhy a srazil se s betonovým plotem. Trup se rozpadl na dvě části a křídla se oddělila od stroje. Při přistání byla zraněna i jedna osoba, kterou zasáhlo křídlo letadla.

Pravděpodobná příčina nehody je porucha motoru po vzletu následovaná nevhodnou reakcí posádky, která měla za následek ztrátu říditelnosti. K selhání motoru došlo z důvodu oddělení těsnící desky turbíny. Chybná identifikace selhaného motoru způsobila vypnutí druhého provozuschopného motoru. Nehodu ovlivnilo selhání kapitána a prvního důstojníka při provádění postupů řízení součinnosti posádky, jak je předepsáno ve výcvikové příručce provozovatele. Ke kolizi přispěla neschopnost

posádky dodržovat správné postupy pro poruchu motoru po vzletu, jak je předepsáno v letové příručce letadla. (26) Nehoda souvisí také s faktory: Odchylka od povoleného stoupání/klesání, Vysazení motoru a Požár/exploze/kouř.

### **3.11 Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat**

Událost představuje zapomenutí sledovat přístroje, zkontrolovat dané údaje při předletové kontrole, ale i zapomenutí plánovaného úkonu.

Ani u této události nelze jednoznačně určit, z jakého důvodu nastala. Jako příklad zde můžeme uvést zapomenutí odmrazit letoun, nedostatečný výcvik posádky, narůstající pracovní zátěž, nebo koordinace posádky.

#### **3.11.1 Následky zapomenutí monitorovat/zkontrolovat**

Následkem především zapomenutí sledovat přístroje zde opakovaně došlo k odchylce od potřebné rychlosti letounu. Také díky nedostatečnému monitorování a kontrole za letu došlo ke ztrátě vzlaku a ke srážce s terénem (tabulka 15).

*Tabulka 15 Následky zapomenutí monitorovat/zkontrolovat*

2x	Odchylka potřebné/určené rychlosti
2x	Srážka s terénem/dopad/náraz
1x	Ztráta vzlaku
1x	Signalizace pádové rychlosti
1x	Nestabilizované přiblížení

#### **3.11.2 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL**

Boeing 737 - 8AL byl zničen, když krátce po vzletu z letiště Douala v Kamerunu narazil do terénu. Při nehodě bylo zabito všech 108 cestujících a šest členů posádky. Plánovaný čas odletu byl zpožděn z důvodu nepříznivého počasí, bouřky se silnými dešťovými přeháňkami. Když se počasí zlepšilo, let dostal povolení ke vzletu. Let probíhal v noci, tudíž bez vizuální reference, ale posádka ani tak neprovedla monitorování přístrojů. Při dosažení výšky 1000 stop pilot pustil řízení, aniž by zapojil autopilota. Úhel náklonu letounu se neustále zvětšoval, ale kapitán si měnící se polohu letounu

neuvědomoval. Těsně předtím, než zazněl varovný signál upozorňující na příliš velký úhel náklonu, kapitán znovu převzal řízení, ale byl zmatený polohou letadla a dále zvětšoval úhel náklonu. V asi padesáti stupňovém náklonu byl zapnut autopilot, a sklon se tak stabilizoval. Poté se ale letoun do náklonu vrátil a přiblížil se k devadesáti stupňům a letoun se ve spirále zřítil k zemi a dopadl do bažiny pět km od letiště Douala.

Letoun havaroval po ztrátě říditelnosti v důsledku prostorové dezorientace posádky, během které nebylo provedeno žádné monitorování přístrojů, ani za podmínky nepřítomnosti vizuální reference za letu v noci. K této situaci rovněž přispěla nedostatečná provozní kontrola, nedostatečná koordinace posádky spojená s nedodržováním postupů sledování letu a zmatek ve využívání autopilota. (25) Tato nehoda souvisí i s faktory: Chybné vedení/fungování autopilota, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování.

### **3.12 Špatný briefing/předletová příprava**

Mezi briefing neboli předletovou přípravu patří tyto události: nevhodné složení letových posádek, plánování letu, kontrola před letem. Jde tu hlavně o nevhodné složení posádek, nedodržení postupů při kontrole letadla před letem, špatné naplánování letu, chybné nebo nekompletní odmrazení, vyrušení během činností, časový nátlak, přehlédnutí, nebo chybné užití checklistu.

Vyskytuje se zde spousta faktorů, které k události vedly, ale žádný se neopakoval. Ke špatnému briefingů tedy dochází z různých důvodů.

#### **3.12.1 Následky špatného briefing/předletové přípravy**

*Tabulka 16 Následky špatného briefing/předletové přípravy*

	<b>Primární stav</b>		<b>Sekundární stav</b>
3x	Špatné/nedostatečné odstranění sněhu/ledu/námrazy/odmrazování neprovedeno		
2x	Špatný výpočet zatížení a vyvážení/chybné určení polohy těžiště/přetížení při vzletu		
1x	Srážka s terénem	3x ztráta vztlaku	3x požár po nehodě

### 3.12.2 Nehoda letounu Cessna 525 Citation Jet

Cessna 525 Citation Jet vzlétla z dráhy na letišti Van Nuys za účelem vyzvednutí dvou cestujících na Long Beach. Svědci blízko konce dráhy uvedli, že levé přední dveře zavazadlového prostoru byly otevřené. Všichni svědci také uvedli, že letoun se začal mírně stáčet doleva, poté se let vyrovnal a byl pomalý. Začal klesat a následně dopadl na zem, křídla byla při pádu téměř svisle k zemi. Levé křídlo zasáhlo elektrické vedení kolmé na dráhu letu.

Jako pravděpodobná příčina byla určena neschopnost pilota udržet dostatečnou rychlost letu během počátečního stoupání, která měla za následek ztrátu vztlaku letadla. K nehodě přispěla nedostatečná předletová kontrola druhého pilota, který přehlédl špatné zajištění dveří zavazadlového prostoru, které se za letu otevřely a způsobily problémy, které posádka nedokázala eliminovat. (10) Tato nehoda dále souvisí s faktory Odchylka náklonu a Ztráta vztlaku.

## 3.13 Nestabilizované přiblížení

Nestabilizované přiblížení je přiblížení, kdy odchylky letadla od stanovených parametrů jsou mimo limit. Patří sem vysoká nebo nízká rychlost, vertikální odchylky a špatná konfigurace letadla.

### 3.13.1 Příčiny nestabilizovaného přiblížení

V nehodách hrála roli ztráta vztlaku a následný pád. U jedné nehody letoun havaroval při snaze dostat se do osy dráhy vlivem ztráty vztlaku při přílišném náklonu v nízké rychlosti. Se ztrátou kontroly se potýkal také pilot, který prováděl přístrojové přiblížení a podklesal sestupovou rovinu. Pilot se navíc nacházel v poloze vlevo od osy dráhy. Během přístrojového přiblížení překročil jiný letoun maximální rychlost klesání podle standardních provozních postupů. Dvě nehody byly způsobené vysokou rychlostí a polohou nad sestupovou rovinou postihly letadla po větru, nebo stříhy větru vyjela z dráhy, zatímco pilot příliš pozdě zahájil manévr go-around, který nakonec skončil vyjetím z dráhy.

Objevil se zde také problém s dodržováním standardních provozních postupů, pravidelné nacvičování nezdařených přiblížení, či efektivní rozložení činností posádky (tabulka 17).

*Tabulka 17 Příčiny nestabilizovaného přiblížení*

2x	Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat
----	-------------------------------------



### 3.13.2 Následky nestabilizovaného přiblížení

Nestabilizované přiblížení má mnoho různých následků, jako je vyjetí z dráhy, ztráta kontroly nad strojem či nízká rychlost při sestupu. Ty nejčastější, které se u těchto nehod objevily jsou srážky s terénem a ztráta vztlaku (tabulka 18).

*Tabulka 18 Následky nestabilizovaného přiblížení*

3x	Srážka s terénem/dopad/náraz
2x	Ztráta vztlaku

### 3.13.3 Nehoda letounu Boeing 737–53 A5

Boeing 737–53 A5 provozovaný společností Tatarstan Airlines byl zničen při nehodě na ruském letišti v Kazani. Všech 44 cestujících a šest členů posádky bylo zabito. Let 363 odletěl 17. listopadu 2013 z moskevského letiště Domodedova. Během letu si posádka na navigačním systému všimla, že trasa se změnila. Během sestupu směrem ke Kazani let pokračoval v přiblížení, které bylo kvůli problému se změnou trasy odkloněno 4 km severně od publikovaného postupu přiblížení. Poté, co se letoun otočil na finále, letadlo nebylo schopno zachytit směrový radiomaják ILS. Přiblížení bylo nestabilizované a když se letadlo srovnalo do osy přistávací dráhy, pilot si díky světelné sestupové soustavě PAPI všiml, že jsou příliš vysoko. Začal tedy stoupat. Použití tlačítka TO / GA způsobilo odpojení autopilota. Zvýšení výkonu motoru a zatažení klapek způsobilo velké zvýšení úhlu podélného sklonu a indikovaná rychlost letu začala klesat. S úhlem sklonu vyšším než 25 ° začala posádka používat sloupek ručního řízení ke snížení úhlu sklonu. Letoun přešel do strmého klesání. Výstražný systém signalizace blízkosti země vydal varování o rychlosti klesání. Letadlo nakonec dopadlo na zem mezi přistávací dráhou a hlavní pojezdovou dráhou asi 1850 m za prahem dráhy.

Šetření odhalilo, že kapitán měl velmi omezenou znalost angličtiny, což bylo považováno za nedostatečné k tomu, aby pochopil dokumenty a příručky psané v angličtině. Vzhledem k nedostatečnému dohledu nad školicím zařízením nebyly tyto nedostatky ve výcviku zaznamenány. Školení a řízení bezpečnosti v Tatarstan Airlines bylo považováno za stejně nedostatečné. Příčinou havárie Boeingu 737 byly systémové nedostatky v identifikaci rizik a řízení rizik, jakož i nefunkční systém řízení bezpečnosti v letecké společnosti a nedostatečná kontrola nad úrovní výcviku posádky, což vedlo k přijetí nepřipravené letové posádky. Když bylo provedeno nezdařené přiblížení, posádka nerozpoznala skutečnost, že autopilot byl odpojen. Nedostatek letových dovedností PIC (pilot in command – velitel letadla) vedl k vytvoření velkého negativního přetížení, ztrátě prostorové orientace

a přechodu letadla do velkého sklonu. Potřeba zahájení nezdařeného přiblížení byla způsobena polohou letadla vzhledem k dráze, což bylo následkem chyby při určování polohy letadla palubními systémy přibližně o čtyři km a nedostatek aktivní pomoci služby řízení letového provozu při dlouhodobém sledování významných odchylek od postupu přiblížení. (24) Nehoda souvisí také s faktory: Nedostatečný výcvik, Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti, Prostorová dezorientace, Odchylna podélného sklonu a Vysoká rychlost při stoupání/klesání.

### **3.14 Strmá sestupná spirála/vývrtka**

Pád do vývrtky hrozí zejména u letů při malých rychlostech. Nastane nesymetrickým odtržením na křídlech, přičemž k většímu odtržení dochází na vnitřním křídle, které má větší úhel náběhu a větší odpor než vnější křídlo. Tím vzniká moment, který způsobí stabilní režim otáčení nazývaný autorotace. Jde tedy o pohyb letounu po šroubovici na svislé ose s malým poloměrem směrem k zemi. Je nebezpečná především v malých výškách, ve kterých není dostatek času na vybrání vývrtky před dopadem. (27)

Spirála je klesavá zatáčka. Lze ji záměrně provádět při konstantní rychlosti, náklonu i rychlosti klesání. Pokud ale nastane neustálená spirála, kdy se pilotovi řízení vymkne kontrole, jeho rychlost, náklon a násobek zatížení se zvýší, a hrozí tak překročení pevnostních limitů letounu a střemhlavý let. Typické příklady, kdy se pilot dostává do spirály je nesprávná pilotáž při ostré zatáčce, nebo při ztrátě viditelnosti země v oblačnosti. (28) (9)

#### **3.14.1 Příčiny přechodu letounu do spirály/vývrtky**

Jediným faktorem, který se u této události vyskytl opakovaně je ztráta vztlaku. Díky ní došlo k poklesu rychlosti a následnému přechodu do vývrtky. Dále zde napomohl například prudký manévr, přetažení náklonu, nebo srážka za letu s jiným letounem (tabulka 19).

*Tabulka 19 Příčiny přechodu letounu do spirály/vývrtky*

6x	Ztráta vztlaku
----	----------------

#### **3.14.2 Následky přechodu letounu do spirály/vývrtky**

Následkem byla podle očekávání nejčastěji srážka s terénem, případně dopad nebo náraz letadla. V jednom jediném případě se pilotovi podařilo získat kontrolu nad letadlem a bezpečně přistál (tabulka 20).

Tabulka 20 Následky přechodu letounu do spirály/vývrtky

5x	Srážka s terénem/dopad/náraz
----	------------------------------

### 3.14.3 Nehoda letounu Boeing 737 – 8AL

Boeing 737 – 8AL byl zničen, když krátce po vzletu z letiště Douala v Kamerunu narazil do terénu. Při nehodě bylo zabito všech 108 cestujících a šest členů posádky. Plánovaný čas odletu byl zpožděn z důvodu nepříznivého počasí, bouřky se silnými dešťovými přeháňkami. Když se počasí zlepšilo, let dostal povolení ke vzletu. Let probíhal v noci, tudíž bez vizuální reference, ale posádka ani tak neprovedla monitorování přístrojů. Při dosažení výšky 1000 stop pilot pustil řízení, aniž by zapojil autopilota. Úhel náklonu letounu se neustále zvětšoval, ale kapitán si měnící se polohu letounu neuvědomoval. Těsně předtím, než zazněl varovný signál upozorňující na příliš velký úhel náklonu, kapitán znovu převzal řízení, ale byl zmatený polohou letadla a dále zvětšoval úhel náklonu. V asi padesáti stupňovém náklonu byl zapnut autopilot, a sklon se tak stabilizoval. Poté se ale letoun do náklonu vrátil a přiblížil se k devadesáti stupňům a letoun se ve spirále zřítíl k zemi a dopadl do bažiny pět km od letiště Douala.

Letoun havaroval po ztrátě říditelnosti v důsledku prostorové dezorientace posádky, během které nebylo provedeno žádné monitorování přístrojů, ani za podmínky nepřítomnosti vizuální reference za letu v noci. K této situaci rovněž přispěla nedostatečná provozní kontrola, nedostatečná koordinace posádky spojená s nedodržováním postupů sledování letu a zmatek ve využívání autopilota. (25) Tato nehoda souvisí s faktory: Chybné vedení/fungování autopilota, Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování.

### 3.14.4 Nehoda letounu Boeing 737 – 8AS

Boeing 737 – 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převládaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu

začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlosti byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Únava, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost, Pracovní zátěž a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### **3.15 Noční let/tma**

Noční let, tedy let ve tmě, je běžná záležitost v letectví a v dnešní době to není překážka k tomu, aby se let uskutečnil. Proto nelze uvést žádnou příčinu. Jediné, co k tomuto faktoru vedlo, je plánování letu nebo počasí. Je ale nutné tuto událost v této práci uvést, protože i tento faktor ovlivnil řetězec událostí v některých nehodách.

#### **3.15.1 Následky nočního letu/tmy**

Kvůli nízké viditelnosti za tmy došlo v nejvíce případech k prostorové dezorientaci pilota a tím také ke srážce s terénem. Další opakovaně se vyskytující situací byla odchylka náklonu letadla, které si pilot ve tmě nevšiml, a tím došlo k odchylce od povoleného stoupání nebo klesání. Tato událost také souvisí s nesoustředěností pilota, který dostatečně nemonitoroval přístroje a manévru si nevšiml (tabulka 21).

Tabulka 21 Následky nočního letu/tmy

	Primární stav	Sekundární stav
2x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)	2x odchylka od povoleného stoupání/klesání
6x	Prostorová dezorientace	4x srážka s terénem
1x	Srážka s terénem	

### 3.15.2 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL

Boeing 737 - 8AL byl zničen, když krátce po vzletu z letiště Douala v Kamerunu narazil do terénu. Při nehodě bylo zabito všech 108 cestujících a šest členů posádky. Plánovaný čas odletu byl zpožděn z důvodu nepříznivého počasí, bouřky se silnými dešťovými přeháňkami. Když se počasí zlepšilo, let dostal povolení ke vzletu. Let probíhal v noci, tudíž bez vizuální reference, ale posádka ani tak neprovedla monitorování přístrojů. Při dosažení výšky 1000 stop pilot pustil řízení, aniž by zapojil autopilota. Úhel náklonu letounu se neustále zvětšoval, ale kapitán si měnící se polohu letounu neuvědomoval. Těsně předtím, než zazněl varovný signál upozorňující na příliš velký úhel náklonu, kapitán znovu převzal řízení, ale byl zmatený polohou letadla a dále zvětšoval úhel náklonu. V asi padesáti stupňovém náklonu byl zapnut autopilot, a sklon se tak stabilizoval. Poté se ale letoun do náklonu vrátil a přiblížil se k devadesáti stupňům a letoun se ve spirále zřítil k zemi a dopadl do bažiny pět km od letiště Douala.

Letoun havaroval po ztrátě říditelnosti v důsledku prostorové dezorientace posádky, během které nebylo provedeno žádné monitorování přístrojů, ani za podmínky nepřítomnosti vizuální reference za letu v noci. K této situaci rovněž přispěla nedostatečná provozní kontrola, nedostatečná koordinace posádky spojená s nedodržováním postupů sledování letu a zmatek ve využívání autopilota. (25) Nehoda souvisí také s faktory: Chybné vedení/fungování autopilota, Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Porozumění situace/situační uvědomování.

### 3.15.3 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převládaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlost byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Ne zkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Únava, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Porozumění situace/situační uvědomování, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost, Pracovní zátěž a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### ***3.16 Porozumění situace/situační uvědomování***

V této události jde o pozornost, bdělost a vnímání posádky, nebo jednotlivce.

Situační povědomí je v letectví projevem tzv. napětí za letu, jehož forma se u každého člověka liší. Jde o osobní kontrolu a je to důležitý faktor efektivního rozhodování v průběhu letu. Zpracování informací u pilotů probíhá ve třech úrovních.

1. Vnímání informací
2. Integrace informací do ucelené představy o průběhu letu
3. Predikce událostí, které budou následovat

Na základě tohoto modelu je možné klasifikovat chyby a selhání pilota na jednotlivých úrovních vzniku chyby.

1. Signál nebyl pozorován, nebyl rozpoznán, byl chybně vnímán, nebo zapomenut. Výskyt u této úrovně je 76%
2. Představa je vytvořena z nedostatečných informací. Tato úroveň se vyskytuje ve 20 % případů.
3. Podcenění kontroly nebo rozhodnuto bylo podle neúplných podkladů. Tato příčina se objevila ve 4 % (29)

### 3.16.1 Příčiny porozumění situace/situačního uvědomění

K nedostatečnému situačnímu povědomí letové posádky došlo nejčastěji kvůli nedostatečnému výcviku pilota. U dalších případů se můžeme setkat s chybným vedením autopilota, který letoun vedl mimo letový plán, nebo s letem v noci tedy za nízké viditelnosti, kdy pilot nemá výhled na horizont, a musí se tak plně spolehnout na přístroje (tabulka 22).

*Tabulka 22 Příčiny porozumění situace/situačního uvědomění*

2x	výcvik
----	--------

### 3.16.2 Následky porozumění situace/situačního uvědomění

Následkem špatného situačního povědomí došlo ve zpracovávaných nehodách nejčastěji k odchylce náklonu letadla. Během jednoho letu přispěla také ztráta vztlaku, která dále vedla ke kolizi s terénem (tabulka 23).

Tabulka 23 Následky porozumění situace/situačního uvědomění

	Primární stav	Sekundární stav
1x	Srážka s terénem	
1x	Ztráta vztlaku	2x srážka s terénem
2x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)	

### 3.16.3 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AL

Boeing 737 - 8AL byl zničen, když krátce po vzletu z letiště Douala v Kamerunu narazil do terénu. Při nehodě bylo zabito všech 108 cestujících a šest členů posádky. Plánovaný čas odletu byl zpožděn z důvodu nepříznivého počasí, bouřky se silnými dešťovými přeháňkami. Když se počasí zlepšilo, let dostal povolení ke vzletu. Let probíhal v noci, tudíž bez vizuální reference, ale posádka ani tak neprovedla monitorování přístrojů. Při dosažení výšky 1000 stop pilot pustil řízení, aniž by zapojil autopilota. Úhel náklonu letounu se neustále zvětšoval, ale kapitán si měnící se polohu letounu neuvědomoval. Těsně předtím, než zazněl varovný signál upozorňující na příliš velký úhel náklonu, kapitán znovu převzal řízení, ale byl zmatený polohou letadla a dále zvětšoval úhel náklonu. V asi padesáti stupňovém náklonu byl zapnut autopilot, a sklon se tak stabilizoval. Poté se ale letoun do náklonu vrátil a přiblížil se k devadesáti stupňům a letoun se ve spirále zřítíl k zemi a dopadl do bažiny pět km od letiště Douala.

Letoun havaroval po ztrátě říditelnosti v důsledku prostorové dezorientace posádky, během které nebylo provedeno žádné monitorování přístrojů, ani za podmínky nepřítomnosti vizuální reference za letu v noci. K této situaci rovněž přispěla nedostatečná provozní kontrola, nedostatečná koordinace posádky spojená s nedodržováním postupů sledování letu a zmatek ve využívání autopilota. (25) Tato nehoda souvisí s faktory: Chybné vedení/fungování autopilota, Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat, Strmá/sestupná spirála/vývrтка, Noční let/tma.

### 3.16.4 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převládaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun



tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlosti byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Únava, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost, Pracovní zátěž a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### **3.17 Rozhodování**

Opět není jednoznačné, co k této události vedlo, jde tu o rozhodnutí, která značně ovlivnila řetězec událostí. Například vzlétnout za nepříznivého počasí, stres, nedostatečné zkušenosti, nebo znalosti posádky.

#### **3.17.1 Následky špatného rozhodování**

Přímým důsledkem je u této události dopad, nebo srážka letounu s terénem a následný požár havarovaného vraku. Důsledkem lidského rozhodnutí byla také například srážka dvou letadel za letu, nebo hypoxie (tabulka 24).

*Tabulka 24 Následky rozhodování*

	<b>Primární stav</b>	<b>Sekundární stav</b>
3x	Srážka s terénem/dopad/náraz	3x požár po havárii

### 3.17.2 Nehoda letounu Shorts 360-100

K nehodě dvou dopravních hornoplošníků Shorts 360-100 došlo 5. února 2006 poblíž města Watertown ve Spojených Státech. Let byl plánován k ověření správného průtoku paliva z právě přidaných pomocných palivových nádrží. Před odletem se obě letové posádky rozhodly, že se po odletu spojí do formace, aby pořídily video a fotografie obou letadel. Krátce po startu navázaly posádky rádiový a vizuální kontakt. Pilot jednoho letounu prostřednictvím rádia oznámil že druhý letoun podklesá, aby zajistil pěkné snímky. Během tohoto manévru se však srazilo s levým křídlem a motorem druhého stroje. Kapitán se ještě pokusil stoupat ve snaze zabránit kolizi, ale křídlo se oddělilo od trupu, letadlo se stalo neovladatelné, a nakonec havarovalo nedaleko dálnice. Druhý letoun se naklonil doleva, začal rychle klesat, dokud nad ním posádka znovu nezískala kontrolu. Poté pilot nouzově přistál na letišti Juneau-Dodge County Airport, kde skončil 100 metrů za prahem dráhy. Z důvodu úniku hydraulické kapaliny přistál se zasunutými klapkami a pouze částečně vysunutým podvozkem.

V závěrečné zprávě této nehody byla jako možná příčina uvedeno, že letová posádka nedokázala udržet bezpečnou vzdálenost s druhým letadlem při manévrování ve formaci. Ke kolizi přispělo také rozhodnutí obou pilotů letět ve formaci. (30)

### 3.17.3 Nehoda letounu Cessna 500 Citation I

18. října 2013 byla Cessna 500 Citation I zničena, když narazila do terénu poblíž Derby. Oba členové posádky zemřeli. Letoun byl vlastněn kalifornským farářem Edem Dufresnem z World Harvest Church. Byl také na palubě letu, který odletěl z letiště Wichita-Mid-Continent. Poté, co letoun vystoupal na 15 000 stop, začal rychle klesat a havaroval. Následně došlo k explozi a požáru. Po předchozím letu pilot hlásil, že měl několik nefunkčních letových přístrojů, včetně autopilota, navigačního ukazatele horizontální situace a umělého horizontu. Při údržbě byl nahrazen pouze umělý horizont. I přes nefunkční přístroje se pilot rozhodl vzlétnout. V době ztráty kontroly letoun právě vlétl do oblasti se silnou námrazou, což mělo vliv na letové vlastnosti letounu. Současně řídící letového provozu změnil rádiovou frekvenci, letovou výšku a trať. Je pravděpodobné, že tyto pokyny zvýšily pracovní zatížení

pilota. Vzhledem k nefunkčním přístrojům je pravděpodobné, že se pilot při pokusu o manévrování a udržení kontroly nad letounem stal dezorientovaným, což vedlo ke ztrátě kontroly nad strojem.

Pravděpodobná příčina nehody je vstup letounu do oblasti s podmínkami tvoření námrazy, což mělo za následek vznik námrazy, a zvýšené pracovní zatížení pilota. Následná dezorientace při manévrování v podmínkách letů podle přístrojů s nefunkčními přístroji dále vedla ke ztrátě ovládnutí letounu. K nehodě také přispělo rozhodnutí pilota vzlétnout v podmínkách IFR a letět s jedním pilotem bez funkčního autopilota a s nefunkčními letovými přístroji. (17) Nehoda souvisí i s faktory: Podmínky tvoření námrazy, Prostorová dezorientace a Pracovní zátěž.

### **3.18 Problémy v komunikaci**

K této události se řadí sledování/kontrola komunikace, události spojené s komunikací mezi letovou posádkou, komunikace letové posádky s ANS a další faktory spojené s nedostatečnou komunikací mezi členy posádky a řízením letového provozu. Nejde zde o technické potíže systémů, ale pouze o nedostatečnou, nebo chybnou komunikaci.

Proč k nedostatečné nebo chybné komunikaci došlo, se zjistit nedá, není to ani účelné. Pilotům chyběly zkušenosti, nesoustředili se na danou fázi letu, nebo jen nedodrželi postupy úkonů. Řadí se sem i nenadálé situace, kdy došlo k nějakému incidentu a s narůstající zátěží piloti nezvládli komunikovat mezi sebou, nebo s pozemní službou.

S touto událostí je spojené dodržení postupů podle SOP – Standard operating procedure, což jsou standardní pracovní postupy, které detailně popisují instrukce a postupy provádění úkonů a činností s cílem dosáhnout správného výsledku díky stejným pracovním postupům pro všechny členy posádky. Tyto postupy jsou součástí systému řízení dokumentace v organizaci a snižuje riziko, že se na něco důležitého zapomene.

#### **3.18.1 Následky problémů v komunikaci**

Nejčastějším následkem nedostatku komunikace je srážka s terénem, kolize s elektrickým vedením, nebo dopad letadla na zem (tabulka 25).

*Tabulka 25 Následky problémů v komunikaci*

6x	Srážka s terénem/dráty/dopad/náraz
----	------------------------------------

### 3.18.2 Nehoda letounu Beechcraft 99 Airliner

Letoun Beechcraft 99 Airliner byl zničen, když 14. srpna 2009 havaroval v rezidenční oblasti Évora v Portugalsku. Letadlo provádělo výsadky. V den nehody začaly lety v jedenáct hodin ráno. Trvání každého letu bylo asi 15 minut. Během posledního letu bylo na palubě dvanáct parašutistů. Záměrem bylo vystoupat do výšky 13000 stop, kde měly být seskoky zahájeny. Během stoupání ale levý motor vysadil a vrtule byla automaticky zapraporována. Pilot přerušil stoupání ve výšce 10000 stop a informoval parašutisty, že jeden motor vysadil a měli by skočit, zatímco on bude pokračovat na přistání s jedním motorem. Jedenáct parašutistů vyskočilo. Jeden se vrátil do kokpitu a zůstal na palubě s pilotem. Pilot začal klesat a kontaktoval věž, ale neřekl nic o nefunkčním motoru ani o jakékoli potřebné pomoci. Bylo mu řečeno, aby nahlásil finále. Pokračoval v přiblížení k přistávací dráze, ale udržoval příliš vysokou rychlost. Letadlo provedlo nízký průlet po celé délce dráhy, aniž by se kola podvozku dotkla země. Pilot proto zvýšil výkon pravého motoru a letadlo se začalo naklánět doleva bez výrazného stoupání. Letoun v náklonu přeletěl nedalekou obytnou čtvrť a narazil do jednoho z domů a začal ihned hořet.

Šetření později odhalilo, že pilot byl kvalifikován pouze k létání s jednomotorovým letadlem. Společnost neměla osvědčení leteckého provozovatele a nebyla zaregistrována u portugalského úřadu pro civilní letectví. Primární příčinou této nehody bylo, že pilot nebyl způsobilý k provozování vícemotorových letadel, a neměl tedy žádné znalosti a výcvik, aby mohl letět s tímto typem letadla, provést přistání s jedním motorem nebo udržovat směrové řízení během letu s jedním nepracujícím motorem. Nevhodné monitorování paliva a opomenutí při provádění postupů doporučených výrobcem způsobilo vysazení levého motoru. K nehodě přispěl nedostatečný dohled příslušných orgánů nad letovými činnostmi prováděnými piloty a letadly se zahraničními licencemi a registracemi na portugalském území. (31) Tato nehoda také souvisí s faktory: Odchylka náklonu, Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti, Vysazení motoru a Dohled/přehlédnutí.

### 3.19 Chybné rozhodnutí/plán

Narozdíl od rozhodování jednotlivce, nebo letové posádky, kdy šlo o jakékoli rozhodnutí za letu, které způsobilo řetězec dalších událostí, které mohly danou situaci způsobit, nebo naopak zachránit, chybné rozhodnutí nebo plán je faktor, který jasně přispěl k nehodě, nebo zhoršil situaci, která již nastala. Patří sem i špatná rozhodnutí pro potřebu daných situací.

Faktory, které k této události přispěly jsou špatná viditelnost, nebo rozptýlení týkající se letu. Žádný z těchto situací však nenastal opakovaně.

### 3.19.1 Následky chybného rozhodnutí/plánu

Následkem chybného rozhodnutí nebo plánu je v nejčastějším případě vysazení motoru. V dalších případech došlo k nárazu letounu do terénu a následný požár (tabulka 26).

*Tabulka 26 Následky chybného rozhodnutí/plánu*

	<b>Primární stav</b>	<b>Sekundární stav</b>
2x	Vysazení motoru	
1x	Dopad/náraz/srážka letounu s terénem	3x požár po havárii

### 3.19.2 Nehoda letounu Embraer EMB-110P1 Bandeirante

Letoun Embraer EMB-110P1 Bandeirante letěl z Bangoru do Manchesteru. Počasí v Manchesteru však bylo mlhavé a pilot tam nemohl přistát, proto požádal o pokračování na své náhradní letiště v Burlingtonu. Během letu na náhradní letiště byl však pilot kontaktován o změně cílového letiště na lépe vyhovující destinaci Bennington, který je o 45 mil blíže. Pilot nakonec zažádal o další změnu svého cíle, a to na letiště Keene. Letoun s plnými klapkami klesal na přistání, které nebylo stabilní a při pokusu o přerušování přistání přidal plný výkon levému motoru, ale kombinace vysokého výkonu, pomalé rychlosti letu a plných klapek vedla k dosažení minimální rychlosti říditelnosti s nepracujícím kritickým motorem. Nebylo možné určit, proč byl pravý motor nefunkční. Nebyly zjištěny žádné mechanické nebo palivové anomálie, které by vylučovaly normální provoz. Letoun se převrátil a havaroval na dráze.

Jako příčina této nehody bylo uvedeno nesprávné rozhodnutí pilota, pokusit se o nezdařené přiblížení pouze s jedním funkčním motorem při malé rychlosti letu, s plnými klapkami, což mělo za následek dosažení minimální rychlosti říditelnosti. Přispívající faktory zahrnují nefunkční motor z neznámých důvodů, rozhodnutí pilota za letu odklonit se na letiště s nízkou oblačností a viditelností, zatímco jinde existovaly lepší podmínky. (32) Nehoda souvisí i s faktorem Vysazení motoru.

## 3.20 Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti

V této události se jedná o týmové zkušenosti a dovednosti, znalost vybavení stroje, kvalifikace a zkušenosti, znalosti letadlových systémů a vybavení nebo posádka bez licence/oprávnění.

Jediná příčina, která vedla k letu při nedostatku zkušeností, nebo k úkonu, na který posádka nebyla kvalifikovaná, je přehlédnutí dopravce.

### 3.20.1 Následky kvalifikace/vědomostí/malých zkušeností

Následkem je u této události především srážka s terénem, stromy, vysokou vegetací, elektrickým vedením, nebo v jednom případě i pozemní kolize s letištní budovou. Dvakrát u pilota došlo ke ztrátě prostorové orientace. U jedné nehody se pilot za nízké viditelnosti rozhodl pro let podle přístrojů, na který mu chyběla kvalifikace (tabulka 27).

*Tabulka 27 Následky kvalifikace/vědomostí/malých zkušeností*

14x	Srážka s terénem, stromy, dráty
2x	Prostorová dezorientace

### 3.20.2 Nehoda letounu Canadair CL-215 - 6B11

Náhodný požár začal 18. března 2005 na svahu poblíž Seravezzy v Itálii. Při hašení ohně byl povolán vrtulník. Protože se oheň rychle rozšířil, měl být nasazen druhý vrtulník, který však nebyl k dispozici. Ministerstvo civilní ochrany bylo kontaktováno, aby vyslalo hasičský letoun. Canadair CL-215 - 6B11 odletěl na letišti Roma-Ciampino v 16:28 při hasičské misi. Na místo požáru dorazil letoun v 17:20. Po průzkumu situace zahájila posádka svou misi. V 18:04, bezprostředně po vypuštění vody, letadlo narazilo do kabelu elektrického vedení a křídlo, které se oddělilo od trupu a vznikl požár. Piloti ztratili kontrolu nad strojem a letoun spadl do obytné oblasti a narazil do jednoho z domů.

Nehoda byla způsobena střetem letadla s dráty elektrického vedení během hasičské mise. Kolize byla způsobena soustředěním posádky na požár a nepozorností ohledně trajektorie letu a jejich překážek. Poškození způsobené nárazem na elektrické vedení vážně narušilo ovladatelnost letadla. K havárii přispěla snížená viditelnost překážek způsobena kouřem z požáru a neadekvátní varování ohledně možných překážek za letu. Dále zde přispěly malé zkušenosti kapitána v kombinaci s dalšími nezkušenými členy posádky, což značně ovlivnilo jejich rozhodování. Schopnosti posádky byly výrazně snížené teplem, které se do letounu dostalo otevřeným okénkem. (33)

### 3.20.3 Nehoda letounu Learjet 35 A

Letadlo, Learjet 35 A směřující do Cozumelu, Mexiko, dopadlo do Atlantského oceánu asi tři km severovýchodně od Fort Lauderdale. Všichni čtyři členové posádky zemřeli. Letoun právě dokončil záchranný let a vrátil se zpět na svou základnu v mexickém Cozumelu. Poté, co letadlo znovu vzlétlo a pokračovalo v letu po trati nad oceánem, kopilot zažádal o návrat na letiště vzletu kvůli poruše motoru. Letoun však při manévru zpomalil a začal klesat. Posádka vyslala nouzové volání „Mayday, Mayday,

Mayday“, ale stroj pokračoval v sestupu a dopadl do oceánu asi 1 míle od pobřeží. Podle hovorů zaznamenaných v hlasovém zapisovači kokpitu, žádný člen posádky nepoužil kontrolní seznam během provozu, (před nebo během startu, při pojíždění a vzletu) nebo po ohlášené nouzové události za letu. Po vyhlášení poruchy motoru řídicímu letového provozu požádal pilot druhého pilota o nespécifikovanou pomoc, protože nemohl nijak identifikovat nouzovou situaci. Kopilot však stav stroje neověřil a pilotovi neposkytl žádné informace, ani pomoc.

Pravděpodobná příčina je neschopnost pilota udržet kontrolu nad letounem po vysunutí reversu motoru za letu. K nehodě přispělo selhání letové posádky při provádění příslušných nouzových postupů, nedostatečná kvalifikace a schopnost v dané situaci. Důvod vysunutí reversu za letu se nepodařilo zjistit. (34) Nehoda také souvisí s faktorem Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### **3.21 Údržba**

Dopravní letadla musí být zkonstruována tak, aby splňovala mezinárodní i příslušné národní předpisy, které se týkají bezpečnosti a spolehlivosti a musí těmito průběžně aktualizovaným požadavkům vyhovovat po celou dobu provozu letounu. V současné době jsou letadla konstruována podle filozofie „fail safe“, což znamená, že jsou bezpečná i při poruše. Všechny podstatné systémy a části letadla jsou zálohovány, nebo existují postupy, jak let dokončit v případě závady. „Smyslem údržby je udržet pravděpodobnost vzniku technické závady, kombinace závad či řetězu závad, které by mohly vést k nehodě letadla, pod předepsanou úroveň.“ (27)

Závada na stroji se může objevit náhle, vlivem postupného opotřebení, nebo po vyčerpání životnosti. Právě výrobce letadla, motoru, nebo dalších celků letadla stanovuje, jak často se má daná část zkontrolovat, či vyměnit, jaké jsou možné míry opotřebení a jak s nimi dále postupovat. Společným prvkem většiny programů údržby dopravních letadel jsou tyto úrovně prováděné údržby: traťová údržba, jejíž trvání je od pár desítek minut až po několik hodin a lze ji provést i na venkovní stojánce, další je střední údržba, která má trvání od několika hodin až po délku několika dní a provádí se po dosažení určitého počtu letových hodin. Dále je tu těžká údržba, která již vyžaduje rozebrání podstatných částí stroje a trvá až několik týdnů. Nakonec je tu generální oprava, což je nejvyšším stupněm těžké údržby a letadlo je při něm kompletně rozebráno, aby mohly být veškeré jeho části zkontrolovány. Délka opravy je opět několik týdnů. (35)

K událostem spojeným s nehodami v této práci patří: mimořádné opravy, pravidelné opravy, technický materiál použitý k údržbě, testování montáže, bezpečnostní postupy a výcvik techniků na údržbu, provozní doba letadla nebo interval mezi údržbami překročena, Dohled a kontrola při údržbě, nebo chybný postup/dokumentace užitý k údržbě.

K faktorům týkajících se údržby přispěla především nedostatečná kontrola a dohled nad danými úkony. Většinou šlo o chybnou montáž dané části stroje, ale v několika případech došlo také k přehlédnutí překročené doby nebo intervalu mezi údržbami. U jedné nehody přispěla chybná kontrola před letem.

### 3.21.1 Následky chybné údržby

Následkem chybné údržby na letadle v rámci těchto prací je nejčastěji srážka s terénem nebo s pozemní překážkou během vzletu nebo za letu. Došlo k nim dohromady třikrát. U dvou nehod následkem přehlédnutí a překročení provozní doby letadla došlo k poškození krytu a upevnění motoru (tabulka 28).

*Tabulka 28 Následky chybné údržby*

3x	Srážka s terénem/překážkou
2x	Poškození/ krytu motoru/motorového lože

### 3.21.2 Nehoda letounu Grumman G-73 T Turbo Mallard

19. prosince 2005 byl letoun Grumman G-73 T Turbo Mallard provozovaný společností Flying Boat připraven k letu do Bimini na Bahamách. Během stoupání do letové hladiny se pravé křídlo oddělilo od trupu a unikající palivo se vznítilo. Letoun začal nekontrolovatelně padat a narazil na hladinu lodního kanálu sousedícího s přístavem Maiami na Floridě, kde se následně potopil.

Vyšetřování odhalilo, že pravé křídlo se oddělilo od havarovaného letounu z důvodu únavových lomů a prasklin v zadním z-podélníku, ve spodním potahu a v zadní pásnici nosníku. To zapříčinilo selhání programu údržby, správně identifikovat a opravit únavové trhliny v pravém křídle a neschopnost Federální letecké správy odhalit a opravit nedostatky v programu údržby společnosti. Všech 20 lidí na palubě zahynulo a letadlo bylo zcela zničeno. (36)

## 3.22 Nečekané/nepříznivé počasí/chybné informace

Mezi událost spojenou s počasím se řadí chybné nebo nedostatečné vyhodnocení počasí, nepříznivá oblačnost, mezi kterou patří například příliš vysoká horní hranice oblačnosti, dále výskyt neočekávaných změn počasí, zajištění/poskytnutí informací o počasí meteorologickou službou.

K těmto případům nejčastěji došlo z důvodu nedodržení postupů například při přípravě letu nebo při vyhodnocení počasí za letu. Přispělo zde i rozhodnutí uskutečnit let i za podmínek nepříznivého počasí například za větru, který překračoval limity, stříhu větru, které ztěžovaly řízení letounu nebo výskyt



microburstu. Ve dvou případech posádka vlétla do bouřky, která byla součástí dalšího řetězce událostí a vedla ke ztrátě říditelnosti.

### 3.22.1 Následky počasí

Následkem jevů spojených s počasím, které dále vedly ke ztrátě říditelnosti, jsou různé události. Jen jedna se však vyskytla opakovaně. Je to špatná viditelnost, která v posloupnosti s dalšími událostmi vedla ke katastrofě. Došlo například také ke srážce s terénem, po které dále nastal požár havarovaného vaku, nestabilizované přiblížení, prostorová dezorientace nebo turbulence (tabulka 29).

*Tabulka 29 Následky počasí*

2x	Špatná viditelnost
----	--------------------

### 3.22.2 Nehoda letounu Cessna 208B Grand Caravan

Cessna 208B Grand Caravan byla 7. října 2007 zničena, když se srazila s terénem poblíž Naches ve Washingtonu. Při nehodě zemřel pilot a devět cestujících. K nehodě došlo v noci s nízkou viditelností, v oblasti vrstevnaté oblačnosti a horských vln, kde jsou podmínky tvoření námrazy. Zaznamenané radarové údaje naznačují, že pilot se pravděpodobně pokoušel letět nad dešťovou přeháňkou a mraky. Těsně před nehodou pilot dosáhl 15 000 stop výšky, ale nepoužil doplňkový kyslík. V této nadmořské výšce by pilot byl podstatně ovlivněn hypoxií, ale neměl by prakticky žádné symptomy a pravděpodobně by o svém stavu nevěděl. Následkem hypoxie pilot nebyl schopen udržet dostatečnou rychlost letu, a došlo tak ke ztrátě vzlaku a následnému pádu letadla.

Nehodu zapříčinilo selhání pilota v udržení potřebné rychlosti dané fáze letu a následná ztráta vzlaku. Dále zde přispěl fyziologický stav pilota způsobený hypoxií a jeho pokus o let do oblastí se známým nepříznivým počasím. K nehodě také přispělo neúmyslné vlétnutí do meteorologických podmínek podle přístrojů, na který pilot neměl potřebnou kvalifikaci. (15) Tato nehoda souvisí i s faktorem Odchylka od potřebné rychlosti.

### 3.22.3 Nehoda letounu Tupolev Tu-154M

Tupolev Tu-154M odletěl z Anapa do Petrohradu 22. srpna 2006 v 15:05. Kvůli bouřkám se pilot rozhodl změnit kurz a pokusil se vystoupat nad jejich základnu. Bouřkové mraky však dosahovaly až do patnácti km a Tupolev vlétl do oblasti silných turbulencí. Úhel náběhu se zvýšil a rychlost letu klesla na nulu. Letoun ztratil vzlak a havaroval na pole, kde začal hořet.

Příčinou havárie byla ztráta říditelnosti v manuálním režimu letu s vysokými úhly náběhu, které způsobily ztrátu vztlaku a následnou kolizi se zemí s velkou vertikální rychlostí. Šlo zde o špatnou koordinaci posádky a nedodržení pokynů v letové příručce letounu, aby se zabránilo ztrátě vztlaku. Také použité metody výcviku posádky nebyly dostatečné pro let ve vysokých nadmořských výškách. (11) Nehoda souvisí s faktorem Ztráta vztlaku.

### **3.23 Pilotova kontrola nad letadlem**

Tato událost zahrnuje obecnou kontrolu pilota nad letadlem za letu, ale ve dvou případech došlo také ke ztrátě říditelnosti, zatímco stroj byl stále na zemi. Ztrátu říditelnosti za letu zapříčinil nesprávný postup provedení nezdařeného přiblížení. Ke ztrátě říditelnosti na zemi došlo z důvodu pozdního přerušování vzletu kvůli nízké rychlosti.

#### **3.23.1 Následky ztráty pilotovy kontroly nad letadlem**

U tří nehod se ztráta říditelnosti projevila jako odchylka letadla kolem jeho podélné osy s následnou srážkou s terénem. Jen u jedné z uvedených nehod zvládla posádka letoun uvést zpět do ustáleného letu. V jednom případě ke ztrátě kontroly došlo z neznámých důvodů (tabulka 30).

*Tabulka 30 Následky ztráty pilotovy kontroly nad letadlem*

3x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)
2x	Srážka s terénem/dopad/náraz

#### **3.23.2 Nehoda letounu Cessna 208B Super Cargomaster**

Cessna 208B Super Cargomaster přistála v Helsinkách-Vantaa 31. ledna 2005 se dvěma piloty na palubě. Následující den se Cessna měla vrátit zpět na domovské letiště ve Švédsku. V daný den ale onemocněl druhý pilot a let byl proto naplánován pro jednočlennou posádku. Na letišti sněžilo a teplota se pohybovala kolem nuly. Pilot před letem odstranil nahromaděný sníh a námrazu z povrchu letadla. Nepodařilo se mu však odstranit veškerou námrazu. Pilot po vzletu stoupal, dokud nedosáhl výšky 800 stop. Hned po zatažení klapek ztratil kontrolu nad letadlem, které se začalo stáčet doprava. Pilot se s letadlem pokusil o nouzové přistání, ale letadlo narazilo do terénu mezi přistávacími dráhami. Řetězec událostí začal, když letoun stál přes noc venku, vystavený účinkům počasí. Silné sněžení během noci nahromadilo na povrchu trupu, křídlech a stabilizátoru silnou vrstvu ledu a sněhu, která během dne částečně roztála a znovu zamrzla, když okolní teplota klesala k bodu mrazu Pilot si při předletové

kontrole námrazy všiml, ale odmrazit letadlo nenechal. Místo toho se led pokusil odstranit sám, což vedlo k nekompletnímu odmrazení. Pilot tak vzletl s letadlem, jehož aerodynamické vlastnosti byly kvůli námraze zásadně ovlivněny. Je pravděpodobné, že pro tyto situace nebyl dostatečně vycvičen. Další faktor, který nehodu ovlivnil, byl tlak společnosti na dodržení letového řádu, který mohl navíc ovlivnit opomenutí řádného odmrazování. Letové řády s odkazem na otevírací dobu cílového letiště společnosti neumožňovaly dlouhá zpoždění v provozu. To mohlo částečně vyvolat tlak na pilota, aby co nejdříve dokončil předletové činnosti. Pokud jde o nastavení klapek pro vzlet, nebylo pro stávající okolnosti vhodné. Navíc, pilot nevykonal žádné účinné nápravné opatření k opětovnému získání kontroly nad letounem. (18) Tato nehoda dále souvisí s faktory Odchylka náklonu a Nedostatečné odmrazování.

### **3.24 Odchylka od povoleného klesání/stoupání**

Řadí se sem nedodržení určené letové hladiny, například prostoupání nebo proklesání sousední hladiny, odchýlení o 300 ft a více a odchylka z kurzu, která souvisí s výškou.

#### **3.24.1 Příčiny odchylky povoleného klesání/stoupání**

Ačkoli se zdá, že za tuto odchylku může pouze řízení pilota, převažují zde dvě události, které tuto situaci zapříčinily. Jde o prostorovou dezorientaci a odchylku náklonu letounu. V jednom případě došlo k vysazení motoru a následnému klesání, aby letoun udržel potřebnou rychlost k letu. Také se zde objevil případ, kdy letadlo vzletlo přetížené a jeho letové vlastnosti se změnily. Odchylku v klesání a stoupání způsobila jednou i ztráta vzlaku (tabulka 31).

*Tabulka 31 Příčiny odchylky od povoleného klesání/stoupání*

3x	Prostorová dezorientace
3x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)

#### **3.24.2 Následky odchylky od povoleného klesání/stoupání**

Jako následek převládá srážka s terénem, nebo se stromy a vysokou vegetací (tabulka 32).

*Tabulka 32 Následky odchylky od povoleného klesání/stoupání*

8x	Srážka s terénem, stromy, náraz/dopad
----	---------------------------------------

### **3.24.3 Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41**

24. září 2009 letadlo British Aerospace 4121 Jetstream 41 provozované společností SA Airlink, bylo zničeno, když havarovalo ihned po vzletu z mezinárodního letiště Durban v Jižní Africe. Posádka složená ze dvou pilotů a letušky byla vážně zraněna a kapitán nakonec zranění podlehl. Letadlo zahájilo vzlet a krátce před tím, než se odpoutalo od dráhy, došlo k selhání pravého motoru kvůli selhání druhého stupně vzduchového těsnění. Během stoupání se kolem letounu objevil kouř. Kapitán věži oznámil, že jeden motor selhal a pokračoval ve stoupání. Okamžitě po zatažení podvozku se zastavil i levý motor. Letadlo začalo klesat a následně se aktivovalo třesení řídicí páky pro varování při přiblížení k pádové rychlosti. Letoun tvrdě dosedl na malé pole v rezidenční oblasti Merebank, 1,4 km od konce dráhy a srazil se s betonovým plotem. Trup se rozpadl na dvě části a křídla se oddělila od stroje. Při přistání byla zraněna i jedna osoba, kterou zasáhlo křídlo letadla.

Pravděpodobná příčina nehody je porucha motoru po vzletu následovaná nevhodnou reakcí posádky, která měla za následek ztrátu říditelnosti. K selhání motoru došlo z důvodu oddělení těsnící desky turbíny. Chybná identifikace selhaného motoru způsobila vypnutí druhého provozuschopného motoru. Nehodu ovlivnilo selhání kapitána a prvního důstojníka při provádění postupů řízení součinnosti posádky, jak je předepsáno ve výcvikové příručce provozovatele. Ke kolizi přispěla neschopnost posádky dodržovat správné postupy pro poruchu motoru po vzletu, jak je předepsáno v letové příručce letadla. (26) Nehoda souvisí také s faktory: Odchylna od povoleného stoupání/klesání, Identifikace/rozpoznání situace, Vysazení motoru a Požár/exploze/kouř.

## **3.25 Vysazení motoru**

Vysazení motorů může v tomto případě znamenat nenadálé vysazení motoru nezávisle na posádce jako následek předešlých událostí, nebo bezpečnostní zastavení motoru posádkou, taktéž z důvodu předešlých událostí.

Při fungování alespoň jednoho motoru letoun může bezpečně přistát, letadla jsou dokonce konstruována tak, aby mohla pokračovat v letu bez výrazných omezení. Z bezpečnostních důvodů se však v takové situaci posádka snaží najít vhodné nejbližší letiště a nouzově zde přistát. Hlavním důvodem je riziko vysazení i druhého motoru.

### **3.25.1 Příčiny vysazení motoru**

Faktor, který nejčastěji přispěl k vysazení motoru je požár pohonné jednotky. Ve zpracovávaných nehodách došlo k tomuto incidentu dohromady devětkrát. Další příčinou ztráty tahu motoru byla chybná identifikace a rozpoznání. Příkladem zde může být nehoda, kdy piloti po vysazení motoru

omylem vypnuli i druhý, stále fungující motor. Při samovolné ztrátě tahu motoru se listy vrtule přestaví do praporu, je to poloha, kdy kladou nejmenší odpor a vrtule se přestane otáčet. S touto událostí se pojí tři nehody, u kterých šlo o poruchu automatického praporování, nebo zapraporování špatného motoru (tabulka 33).

*Tabulka 33 Příčiny vysazení motoru*

9x	Požár pohonné jednotky
2x	Rozpoznání/identifikace dané situace
3x	Zapraporování/aretace

### 3.25.2 Následky vysazení motoru

Následkem vysazení motoru je dle očekávání nejčastěji srážka s terénem, nebo náraz do budovy. Dalším častým výskytem je tu nedodržení potřebné rychlosti pro bezpečný let s jedním motorem, většinou byla rychlost příliš nízká, což dále vedlo ke ztrátě vztlaku. U jedné nehody došlo k vysazení motoru při vzletu, a letadlo tak nemělo dostatečnou rychlost pro tuto fázi letu a došlo k havárii (tabulka 34).

*Tabulka 34 Následky vysazení motoru*

8x	Srážka s terénem (vodorovným/vyvýšeným) /dopad/náraz
4x	Odchylka od potřebné rychlosti
2x	Ztráta vztlaku

### 3.25.3 Nehoda letounu Antonov An-12BP

Antonov An-12BP byl připraven na nákladní let z Moskvy na letiště Komsomol'sk-na-Amure s mezipřistáními v Omsku a Bratsku. Vzletová hmotnost byla 60500 kilogramů, což bylo v mezích. Letadlo přepravilo 9043 kilogramů materiálů pro výrobu letadel Gagarin v Komsomolsku na Amuru. Motory byly nastartovány a letadlo začalo pojíždět na odletovou dráhu, kde posádka oznámila přítomnost ptáků. Během stoupání se projevila pumpáž motoru číslo tři a čtyři. Letoun začal ztrácet výšku a při

pokusu o udržení nadmořské výšky rychlost prudce klesla. Letadlo havarovalo v lese 4 km od konce dráhy, kde začalo hořet

K havárii letadla došlo v důsledku velkého náklonu a následné kolize letounu s terénem v důsledku snížení rychlosti letu se dvěma zapraporovanými motory na pravém křídle. Snížení rychlosti letu na kritickou hodnotu bylo způsobeno nedostatkem dostupného tahu dvou motorů v této fázi vzletu. K vysazení dvou motorů došlo v důsledku kolize s ptáky. (37) Tato nehoda souvisí i s faktory Odchylka náklonu a Odchylka od potřebné rychlosti.

### **3.25.4 Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41**

24. září 2009 letadlo British Aerospace 4121 Jetstream 41 provozované společností SA Airlink, bylo zničeno, když havarovalo ihned po vzletu z mezinárodního letiště Durban v Jižní Africe. Posádka složená ze dvou pilotů a letušky byla vážně zraněna a kapitán nakonec zranění podlehl. Letadlo zahájilo vzlet a krátce před tím, než se odpoutalo od dráhy, došlo k selhání pravého motoru kvůli selhání druhého stupně vzduchového těsnění. Během stoupání se kolem letounu objevil kouř. Kapitán věži oznámil, že jeden motor selhal a pokračoval ve stoupání. Okamžitě po zatažení podvozku se zastavil i levý motor. Letadlo začalo klesat a následně se aktivovalo třesení řídicí páky pro varování při přiblížení k pádové rychlosti. Letoun tvrdě dosedl na malé pole v rezidenční oblasti Merebank, 1,4 km od konce dráhy a srazil se s betonovým plotem. Trup se rozpadl na dvě části a křídla se oddělila od stroje. Při přistání byla zraněna i jedna osoba, kterou zasáhlo křídlo letadla.

Pravděpodobná příčina nehody je porucha motoru po vzletu následovaná nevhodnou reakcí posádky, která měla za následek ztrátu říditelnosti. K selhání motoru došlo z důvodu oddělení těsnící desky turbíny. Chybná identifikace selhaného motoru způsobila vypnutí druhého provozuschopného motoru. Nehodu ovlivnilo selhání kapitána a prvního důstojníka při provádění postupů řízení součinnosti posádky, jak je předepsáno ve výcvikové příručce provozovatele. Ke kolizi přispěla neschopnost posádky dodržovat správné postupy pro poruchu motoru po vzletu, jak je předepsáno v letové příručce letadla. (26) Nehoda souvisí také s faktory: Odchylka od povoleného stoupání/klesání, Identifikace/rozpoznání situace a Požár/exploze/kouř.

### **3.26 Prostorová dezorientace**

Prostorová dezorientace je neschopnost posádky přesně určit vlastní polohu a pohyb vzhledem k prostředí. V letectví jde o termín, kterým se označuje neschopnost správně interpretovat polohu letadla v prostoru, nadmořskou výšku nebo rychlost letu ve vztahu k Zemi nebo referenčnímu bodu. Jde o stav, kdy vnímání polohy pilota letadla nesouhlasí se skutečností. I když tento stav může být

způsoben poruchou vestibulárního aparátu, nejčastěji jde o přechodný stav vyplývající ze špatného počasí při letu s nízkou nebo žádnou viditelností. (38)

### 3.26.1 Příčiny prostorové dezorientace

Prostorovou dezorientaci zapříčinila především nízká viditelnost za tmy, kdy pilot nevidí horizont a pokud nekontroluje přístroje tak, jak má, rychle se odchýlí z kurzu/náklonu, což je další faktor, který k dezorientaci často vedl. Hraje tu roli i nedostatečný výcvik pilota nebo letové posádky a jejich zkušenosti (tabulka 35).

*Tabulka 35 Příčiny prostorové dezorientace*

6x	Noc/tma
3x	výcvik
2x	Zkušenosti jednotlivce/posádky
2x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)

### 3.26.2 Následky prostorové dezorientace

Následkem prostorové dezorientace je stejně jako u většiny ostatních událostí především srážka s terénem. Další častá situace, která nastala, je odchylka od povoleného stoupání nebo klesání s následnou kolizí a odchylka náklonu letadla (tabulka 36).

*Tabulka 36 Následky prostorové dezorientace*

	<b>Primární stav</b>	<b>Sekundární stav</b>
7x	Srážka s terénem/dopad/náraz	
2x	Odchylka od povoleného stoupání/klesání	2x srážka s terénem
2x	Odchylka náklonu (podélného sklonu)	2x Odchylka od povoleného stoupání/klesání

### 3.26.3 Nehoda letounu Cessna 550 B Citation Bravo

Cessna 550 B Citation Bravo byla 14. února 2010 zničena při nehodě v oblasti hory Großer Zschirnstein. Oba piloti zemřeli. Let TIE039C odletěl z mezinárodního letiště Praha-Ruzyně ve 20:08 na letiště Karlstad ve Švédsku. Když letoun vystoupal do letové hladiny, kopilot se zeptal kapitána, jestli v noci někdy zkoušel provést výkřut. Letová posádka pokračovala v rozhovoru o provedení výkřutu. Během toho se stroj naklonil o 30 ° doleva a okamžitě o 20 ° doprava. Pražský ATC pak informoval let, aby kontaktoval Mnichovský ATC. Byl navázán kontakt a bylo povoleno stoupání z FL260 na FL330. Posádka to potvrdila. Ve 20:18 se kapitán zeptal druhého pilota, zda byla jejich výška dostatečně vysoká na to, aby provedl výkřut. Kopilot potvrdil, že nadmořská výška byla dostatečná. Ve 20:19 let dosáhl hladiny FL270. O pět vteřin později se úhel náběhu zvedl o 14 °, letoun se otočil kolem své podélné osy a ocitl se v poloze "na zádech". Během chvíle se otočil o dalších 90 ° a úhel náběhu rapidně klesl. Rychlost letu se během sestupu zvýšila na 380 uzlů. Letová posádka se nedokázala zorientovat a letadlo dopadlo do lesa.

Nehoda byla způsobena tím, že se posádka pokusila provést manévr, který není v souladu s letovou příručkou a zásadami provádění letů v obchodní letecké dopravě. Posádka ztratila prostorovou orientaci a následně schopnost vrátit se do původní letové polohy. Let probíhal v nočních podmínkách, a tak chyběly vizuální reference. Osobní vztah mezi dvěma piloty vedl k nedostatečnému profesionálnímu chování při společné práci v kokpitu. Letadlo nebylo navrženo nebo schváleno pro akrobacii. (19) Tato nehoda dále souvisí s faktory: Odchylka náklonu, Prudký manévr, Noční let, Odchylka podélného sklonu a Nebezpečné klesání.

### 3.26.4 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převládaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlost byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.



Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Únava, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost, Pracovní zátěž a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### **3.27 Nebezpečné klesání**

Jde o klesání pod výšku rozhodnutí, nebo pod meteorologická minima při přiblížení, klesání ve kterékoli fázi letu, kde bezpečná vzdálenost od země je poloviční, nebo nižší. Zahrnuje také sblížení srážky se zemí, vodou nebo pozemním předmětem.

Ve dvou případech k nebezpečnému klesání došlo z neznámého důvodu s následnou kolizí.

K nebezpečnému klesání letadla může dojít s úmyslem sklesat rychle do bezpečné výšky, když například dojde k dekompresi i s možností zdravotních problémů cestujících. Může ale nastat i bez úmyslu pilota zahájit klesání. Příkladem může být ztráta vztlaku, ze které pilot nedokázal letadlo dostat do stabilizované polohy, srážka letadel za letu, turbulence v úplavu, strmá sestupná spirála nebo odchylka o potřebné rychlosti.

Hrozí zde ale, že letadlo se přiblíží ke kritickému úhlu náběhu a na křídlech dojde k odtržení proudění a letadlo ztratí vztlak.

#### **3.27.1 Následky nebezpečného klesání**

Jednoznačným následkem nebezpečného klesání je srážka s terénem, po které často následoval požár havarovaného stroje (tabulka 37).

Tabulka 37 Následky nebezpečného klesání

	Primární stav	Sekundární stav
9x	Srážka s terénem/dopad/náraz	2x požár po havárii

### 3.27.2 Nehoda letounu De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300

De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300 provozovaný společností Air Moorea opustil letiště Moorea-Temae ve Francouzské Polynésii. Hned po vzletu, po zatažení klapek, pilot ztratil kontrolu nad letounem a začal strmě klesat. Pilot nebyl schopen získat zpět kontrolu nad letadlem a havaroval do moře, kde se rozpadl a potopil se.

Nehoda byla způsobena ztrátou ovládní letounu v důsledku přetržení lana řízení výškového kormidla v malé výšce. Toto selhání bylo způsobeno velkým opotřebením lana, způsobující roztržení několika pramenů v důsledku namáhání během letu při využívání výškového kormidla. K nehodě přispěla absence výcviku pilotů na případy ztráty říditelnosti, opomenutí provozovatele provádět zvláštní kontroly (v tomto případě opotřebením lana výškového kormidla) a neschopnost výrobce a leteckých úřadů plně zohlednit jev opotřebením. (23) Nehoda souvisí také s faktory Nedostatečný výcvik a odchylka podélného sklonu.

### 3.27.3 Nehoda letounu Cessna 550 B Citation Bravo

Cessna 550 B Citation Bravo byla 14. února 2010 zničena při nehodě v oblasti hory Großer Zschirnstein. Oba piloti zemřeli. Let TIE039C odletěl z mezinárodního letiště Praha-Ruzyně ve 20:08 na letiště Karlstad ve Švédsku. Když letoun vystoupal do letové hladiny, kopilot se zeptal kapitána, jestli v noci někdy zkusil provést výkřut. Letová posádka pokračovala v rozhovoru o provedení výkřutu. Během toho se stroj naklonil o 30 ° doleva a okamžitě o 20 ° doprava. Pražský ATC pak informoval let, aby kontaktoval Mnichovský ATC. Byl navázán kontakt a bylo povoleno stoupání z FL260 na FL330. Posádka to potvrdila. Ve 20:18 se kapitán zeptal druhého pilota, zda byla jejich výška dostatečně vysoká na to, aby provedl výkřut. Kopilot potvrdil, že nadmořská výška byla dostatečná. Ve 20:19 let dosáhl hladiny FL270. O pět vteřin později se úhel náběhu zvedl o 14 °, letoun se otočil kolem své podélné osy a ocitl se v poloze "na zádech". Během chvíle se otočil o dalších 90 ° a úhel náběhu rapidně klesl. Rychlost letu se během sestupu zvýšila na 380 uzlů. Letová posádka se nedokázala zorientovat a letadlo dopadlo do lesa.

Nehoda byla způsobena tím, že se posádka pokusila provést manévr, který není v souladu s letovou příručkou a zásadami provádění letů v obchodní letecké dopravě. Posádka ztratila prostorovou orientaci a následně schopnost vrátit se do původní letové polohy. Let probíhal v nočních podmínkách, a tak chyběly vizuální reference. Osobní vztah mezi dvěma piloty vedl k nedostatečnému profesionálnímu chování při společné práci v kokpitu. Letadlo nebylo navrženo nebo schváleno pro akrobacii. (19) Tato nehoda dále souvisí s faktory: Odchylka náklonu, Prudký manévr, Noční let, Odchylka podélného sklonu a Prostorová dezorientace.

### **3.28 Odchylka podélného sklonu**

Klopení letadla je otáčení letounu kolem své příčné osy pohybem předě nahoru nebo dolů. Tím se zvyšuje úhel náběhu, a roste tak vztlak a odpor a letadlo začne stoupat, nebo se úhel náběhu sníží, vztlak i odpor klesnou a letadlo začne klesat.

#### **3.28.1 Příčina odchylky podélného sklonu**

K odchylce klopení došlo především následkem odchylky letounu kolem jeho podélné osy, tedy klonění. K události došlo v pár případech také nekompletním odmrazením, chybným řízením autopilota, špatně zajištěným nákladem v letadle, kontaminovaným palivem, prostorovou dezorientací nebo polohou těžiště mimo limit (tabulka 38).

*Tabulka 38 Příčina odchylky podélného sklonu*

2x	Odchylka náklonu
----	------------------

#### **3.28.2 Následky odchylky podélného sklonu**

Následkem odchylky klopení je hlavně srážka s terénem a následný požár vraku havarovaného letadla a ve dvou případech zde došlo i k zaznění signalizace pádové rychlosti (tabulka 39).

Tabulka 39 Následky odchylky podélného sklonu

	Primární stav	Sekundární stav
6x	Srážka s terénem/dopad/náraz	5x požár po havárii
2x	Signalizace pádové rychlosti	
1x	Vysoká rychlost při stoupání/klesání	2x srážka s terénem

### 3.28.3 Nehoda letounu De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300

De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300 provozovaný společností Air Moorea opustil letiště Moorea-Temae ve Francouzské Polynésii. Hned po vzletu, po zatažení klapek, pilot ztratil kontrolu nad letounem a začal strmě klesat. Pilot nebyl schopen získat zpět kontrolu nad letadlem a havaroval do moře, kde se rozpadl a potopil se.

Nehoda byla způsobena ztrátou ovládní letounu v důsledku přetržení lana řízení výškového kormidla v malé výšce. Toto selhání bylo způsobeno velkým opotřebením lana, způsobující roztržení několika pramenů v důsledku namáhání během letu při využívání výškového kormidla. K nehodě přispěla absence výcviku pilotů na případy ztráty říditelnosti, opomenutí provozovatele provádět zvláštní kontroly (v tomto případě opotřebením lana výškového kormidla) a neschopnost výrobce a leteckých úřadů plně zohlednit jev opotřebením. (23) Nehoda souvisí také s faktory Nedostatečný výcvik a Nebezpečné klesání.

### 3.28.4 Nehoda letounu Boeing 737–53 A5

Boeing 737–53 A5 provozovaný společností Tatarstan Airlines byl zničen při nehodě na ruském letišti v Kazani. Všech 44 cestujících a šest členů posádky bylo zabito. Let 363 odletěl 17. listopadu 2013 z moskevského letiště Domodedova. Během letu si posádka na navigačním systému všimla, že trasa se změnila. Během sestupu směrem ke Kazani let pokračoval v přiblížení, které bylo kvůli problému se změnou trasy odkloněno 4 km severně od publikovaného postupu přiblížení. Poté, co se letoun otočil na finále, letadlo nebylo schopno zachytit směrový radiomaják ILS. Přiblížení bylo nestabilizované a když se letadlo srovnalo do osy přistávací dráhy, pilot si díky světelné sestupové soustavě PAPI všiml, že jsou příliš vysoko. Začal tedy stoupat. Použití tlačítka TO / GA způsobilo odpojení autopilota. Zvýšení výkonu motoru a zatažení klapek způsobilo velké zvýšení úhlu podélného sklonu a indikovaná rychlost

letu začala klesat. S úhlem sklonu vyšším než 25 ° začala posádka používat sloupek ručního řízení ke snížení úhlu sklonu. Letoun přešel do strmého klesání. Výstražný systém signalizace blízkosti země vydal varování o rychlosti klesání. Letadlo nakonec dopadlo na zem mezi přistávací dráhou a hlavní pojezdovou dráhou asi 1850 m za prahem dráhy.

Šetření odhalilo, že kapitán měl velmi omezenou znalost angličtiny, což bylo považováno za nedostatečné k tomu, aby pochopil dokumenty a příručky psané v angličtině. Vzhledem k nedostatečnému dohledu nad školicím zařízením nebyly tyto nedostatky ve výcviku zaznamenány. Školení a řízení bezpečnosti v Tatarstan Airlines bylo považováno za stejně nedostatečné. Příčinou havárie Boeingu 737 byly systémové nedostatky v identifikaci rizik a řízení rizik, jakož i nefunkční systém řízení bezpečnosti v letecké společnosti a nedostatečná kontrola nad úrovní výcviku posádky, což vedlo k přijetí nepřipravené letové posádky. Když bylo provedeno nezdařené přiblížení, posádka nerozpoznala skutečnost, že autopilot byl odpojen. Nedostatek letových dovedností PIC (pilot in command – velitel letadla) vedl k vytvoření velkého negativního přetížení, ztrátě prostorové orientace a přechodu letadla do velkého sklonu. Potřeba zahájení nezdařeného přiblížení byla způsobena polohou letadla vzhledem k dráze, což bylo následkem chyby při určování polohy letadla palubními systémy přibližně o čtyři km a nedostatek aktivní pomoci služby řízení letového provozu při dlouhodobém sledování významných odchylek od postupu přiblížení. (24) Nehoda souvisí také s faktory: Nedostatečný výcvik, Nestabilizované přiblížení, Kvalifikace/vědomost/zkušenosti, Prostorová dezorientace a Vysoká rychlost při stoupání/klesání.

### **3.29 Stres/úzkost**

Stres je reakce organismu na vnitřní i vnější stresory, kterými jsou například pracovní zátěž, časová tíseň, nemoc, ale i osobní záležitosti, jako je ztráta blízké osoby nebo ztráta zaměstnání. Je to neustálý tlak vyvíjený na organismus, a vede tak k jeho přetížení.

V letectví je důležité hlídat psychický stav pilotů a celé letové posádky.

#### **3.29.1 Příčiny stresu a úzkosti**

Za letu nejčastěji ke stresu nebo vzniku stresových situací došlo následkem nějaké nouzové situace, která nastala díky předešlým událostem. Dalším představitelem výskytu stresu je přetížení pilota, ať už jde o přetížení týkající se daného letu nebo každodenní přetěžování pilota obecně (tabulka 40).

*Tabulka 40 Příčiny stresu a úzkosti*

2x	Nouzová situace
----	-----------------

### 3.29.2 Následky stresu a úzkosti

Následkem výskytu stresu nebo úzkosti u pilotů je často kolize se zemí. Dále stres značně ovlivňuje lidské rozhodování a jednání, v tomto případě předletovou přípravu a plánování letu (tabulka 41).

*Tabulka 41 Následky stresu a úzkosti*

2x	Srážka s terénem/dopad/náraz
----	------------------------------

### 3.29.3 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převažovaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlosti byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však

důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Únava, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Pracovní zátěž a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### **3.30 Dohled/přehlédnutí**

Výrobce předkládá letadlo tak, aby vyhovovalo mezinárodním i příslušným národním předpisům ohledně bezpečnosti a spolehlivosti. Těmto požadavkům však musí vyhovovat i po celou dobu provozu, a proto zde platí sdílená odpovědnost mezi výrobcem a provozovatelem. Nejde ale jen o předpisy a požadavky na údržbu, u kterých je nutný dohled. Po celou dobu letu je nutné sledovat, zda se letoun neodchýlí od plánované trasy.

Jde zde tedy o obecný dohled, kontrolu a inspekci, provozní přehlédnutí, kontrolu/inspekci provedenou chybně, nebo neprovedenou vůbec.

Proč tato událost nastala, nemá smysl zjišťovat. Jde pouze o selhání lidského faktoru. Zapomenutí, nebo nesplnění povinnosti. Událost se dá shrnout jako problém/záležitost společnosti.

#### **3.30.1 Následky provozního přehlédnutí/dohledu**

Nejčastějším následkem je opět srážka s terénem. U dalších nehod se provedl špatně úkon odmrazování, nebo se na něj úplně zapomnělo (tabulka 42).

*Tabulka 42 Následky provozního přehlédnutí/dohledu*

3x	Srážka s terénem
----	------------------

#### **3.30.2 Nehoda letounu Beechcraft 99 Airliner**

Letoun Beechcraft 99 Airliner byl zničen, když 14. srpna 2009 havaroval v rezidenční oblasti Évora v Portugalsku. Letadlo provádělo výsadky. V den nehody začaly lety v jedenáct hodin ráno. Trvání každého letu bylo asi 15 minut. Během posledního letu bylo na palubě dvanáct parašutistů. Záměrem bylo vystoupat do výšky 13000 stop, kde měly být seskoky zahájeny. Během stoupání ale levý motor vysadil a vrtule byla automaticky zapraporována. Pilot přerušil stoupání ve výšce 10000 stop a informoval parašutisty, že jeden motor vysadil a měli by skočit, zatímco on bude pokračovat na přistání s jedním motorem. Jedenáct parašutistů vyskočilo. Jeden se vrátil do kokpitu a zůstal na palubě s pilotem. Pilot začal klesat a kontaktoval věž, ale neřekl nic o nefunkčním motoru ani o jakékoli potřebné pomoci. Bylo mu řečeno, aby nahlásil finále. Pokračoval v přiblížení k přistávací dráze, ale udržoval příliš

vysokou rychlost. Letadlo provedlo nízký průlet po celé délce dráhy, aniž by se kola podvozku dotkla země. Pilot proto zvýšil výkon pravého motoru a letadlo se začalo naklánět doleva bez výrazného stoupání. Letoun v náklonu přeletěl nedalekou obytnou čtvrť a narazil do jednoho z domů a začal ihned hořet.

Šetření později odhalilo, že pilot byl kvalifikován pouze k létání s jednomotorovým letadlem. Společnost neměla osvědčení leteckého provozovatele a nebyla zaregistrována u portugalského úřadu pro civilní letectví. Primární příčinou této nehody bylo, že pilot nebyl způsobilý k provozování vícemotorových letadel, a neměl tedy žádné znalosti a výcvik, aby mohl letět s tímto typem letadla, provést přistání s jedním motorem a směrově ovládat letoun při letu s jedním nepracujícím motorem. Nedostatečné monitorování množství paliva a opomenutí při provádění postupů doporučených výrobcem způsobilo vysazení levého motoru. K nehodě přispěl nedostatečný dohled příslušných orgánů nad letovými činnostmi prováděnými piloty a letadly se zahraničními licencemi a registracemi na portugalském území. (31) Tato nehoda také souvisí s faktory: Odchylna náklonu, Problémy v komunikaci, Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti a Vysazení motoru.

### **3.31 Pracovní zátěž**

Pracovní zátěž člověka je souhrn požadavků a podmínek, které ovlivňují fyziologický a psychický stav člověka. Veškerá aktivita představuje pro organismus určitou zátěž. V letectví je třeba na tuto zátěž piloty dobře připravit. Velikost této zátěže totiž závisí na připravenosti jedince S nadměrnou pracovní zátěží se potom zhoršuje pracovní nasazení a snižuje se fyzická síla a zhoršuje se i psychika, u které se objevují známky stresu. Ten je také jedním z faktorů, probíraný v této práci. U této události je však stres odezvou člověka na pracovní zátěž.

Příčin zde moc není. Záleží totiž na věku, zdravotním stavu i na dovednostech pilota, aby se u něj objevily známky přetížení. V našem případě zde hrál roli například nedostatečný výcvik posádky, nebo nenadálé odpojení autopilota, a tím vzniklý nárůst povinností ze strany pilota.

#### **3.31.1 Následky pracovní zátěže**

Jasným následkem je opět pád letadla a srážka s terénem, kdy pilot s narůstajícími povinnostmi nezvládl letoun vrátit do vodorovného letu (tabulka 43).

*Tabulka 43 Následky pracovní zátěže*

4x	Srážka s terénem/dopad/náraz
----	------------------------------



### 3.31.2 Nehoda letounu Cessna 500 Citation I

18. října 2013 byla Cessna 500 Citation I zničena, když narazila do terénu poblíž Derby. Oba členové posádky zemřeli. Letoun byl vlastněn kalifornským farářem Edem Dufresnem z World Harvest Church. Byl také na palubě letu, který odletěl z letiště Wichita-Mid-Continent. Poté, co letoun vystoupal na 15 000 stop, začal rychle klesat a havaroval. Následně došlo k explozi a požáru. Po předchozím letu pilot hlásil, že měl několik nefunkčních letových přístrojů, včetně autopilota, navigačního ukazatele horizontální situace a umělého horizontu. Při údržbě byl nahrazen pouze umělý horizont. I přes nefunkční přístroje se pilot rozhodl vzlétnout. V době ztráty kontroly letoun právě vlétl do oblasti se silnou námrazou, což mělo vliv na letové vlastnosti letounu. Současně řídicí letového provozu změnil rádiovou frekvenci, letovou výšku a trať. Je pravděpodobné, že tyto pokyny zvýšily pracovní zatížení pilota. Vzhledem k nefunkčním přístrojům je pravděpodobné, že se pilot při pokusu o manévrování a udržení kontroly nad letounem stal dezorientovaným, což vedlo ke ztrátě kontroly nad strojem.

Pravděpodobná příčina nehody je vstup letounu do oblasti s podmínkami tvoření námrazy, což mělo za následek vznik námrazy, a zvýšené pracovní zatížení pilota. Následná dezorientace při manévrování v podmínkách letů podle přístrojů s nefunkčními přístroji dále vedla ke ztrátě ovládnutí letounu. K nehodě také přispělo rozhodnutí pilota vzlétnout v podmínkách IFR a letět s jedním pilotem bez funkčního autopilota a s nefunkčními letovými přístroji. (17) Nehoda dále souvisí s faktory: Podmínky tvoření námrazy, Rozhodování a Prostorová dezorientace.

### 3.31.3 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převažovaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlost byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné

podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda souvisí i s faktory: Únava, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost a Řízení/optimalizace součinnosti v posádce.

### **3.32 Požár/exploze/kouř**

Výskyt kouře a požáru v letadle je vážné riziko. U letadel s přetlakovou kabinou se kouř rychle šíří do celého prostoru. V letadle jsou rozmístěné detektory kouře, které mají včas varovat posádku na hrozbu blížícího se vzniku požáru. Jsou umístěny hlavně v citlivých prostorech, jako je nákladový prostor, na toaletách a v prostorech instalace elektroniky a avioniky. V případě, že se v kokpitu spustí alarm upozorňující na kouř, posádka zahájí standardní postup podle daného typu varování. Pokud se kouř nachází přímo v kokpitu, musí si posádka nasadit kyslíkové masky. Poté bývá zahájeno nouzové přistání. Kouř bývá nebezpečný hlavně tehdy, když není možné určit jeho zdroj. V letadle jsou umístěny také detektory ohně, které reagují na teplo nebo světlo, ale ty poskytují pouze opožděné varování a v některých situacích nevarují vůbec, protože mohou být od požáru poškozeny natolik, že nejsou schopny reagovat vůbec.

U nehod v rámci této práce se vyskytl: požár pohonné jednotky, požár lithiových baterií, požár nákladu, kouř v kokpitu, kouř v kabině cestujících a exploze v neznámém místě.

Exploze a požáry způsobené havárií letadla zde nejsou uvedeny.

#### **3.32.1 Příčiny požáru/kouře**

Požár byl často způsoben z neznámých důvodů, ve třech případech byl požár pohonné jednotky způsoben závadou na disku nebo lopatce kompresoru. U jedné nehody došlo k požáru pohonné jednotky z důvodu unikání paliva. Požár se často přesouval do dalších částí letadla. Jako první začaly hořet lithiové baterie v nákladovém prostoru a z karga se plameny přesunuly až do kokpitu. K výskytu

kouře většinou došlo následkem požáru v různých částech letounu, mimo požár k němu napomohlo například přetížení při vzletu (tabulka 44).

*Tabulka 44 Příčiny požáru/kouře*

3x	Závada disku/lopatky kompresoru
----	---------------------------------

### 3.32.2 Následky požáru/kouře

Následkem výskytu požáru nebo kouře byla často vyhlášena nouzová situace a letadlo začalo nouzově klesat. V pěti případech došlo k vysazení motoru. Tři nehody skončily srážkou s terénem (tabulka 45).

*Tabulka 45 Následky požáru/kouře*

5x	Vysazení motoru
2x	Odchylna klonění (podélného sklonu)
3x	Srážka s terénem/dopad/náraz

### 3.32.3 Nehoda letounu de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100

K požárů pohonné jednotky došlo u nehody letounu de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100, který 29. července 2006 vzletl se sedmi parašutisty na palubě. Ihned po startu začal Twin Otter ztrácet výšku a narazil do stromů severozápadě od letiště poblíž Sullivan Regional. Několik svědků uvedlo, že slyšeli neobvyklý hluk a z pravého motoru letadla šlehaly plameny, což také dokazují fotografické důkazy.

Národní rada pro bezpečnost dopravy uvádí, že pravděpodobnou příčinou této nehody bylo selhání pilota, udržet rychlost letu po ztrátě výkonu jednoho z motorů následkem zlomení lopatek kompresoru z neznámých důvodů. Pilot a pět parašutistů nehodu nepřežili, další dva parašutisté byli zraněni. Let byl proveden bez předloženého letového plánu a v čase havárie převládaly vizuální meteorologické podmínky. (15) Tato nehoda souvisí i s faktorem Odchylna od potřebné rychlosti.

### 3.32.4 Nehoda letounu British Aerospace 4121 Jetstream 41

24. září 2009 letadlo British Aerospace 4121 Jetstream 41 provozované společností SA Airlink, bylo zničeno, když havarovalo ihned po vzletu z mezinárodního letiště Durban v Jižní Africe. Posádka složená ze dvou pilotů a letušky byla vážně zraněna a kapitán nakonec zranění podlehl. Letadlo zahájilo vzlet a krátce před tím, než se odpoutalo od dráhy, došlo k selhání pravého motoru kvůli selhání druhého

stupně vzduchového těsnění. Během stoupání se kolem letounu objevil kouř. Kapitán věži oznámil, že jeden motor selhal a pokračoval ve stoupání. Okamžitě po zatažení podvozku se zastavil i levý motor. Letadlo začalo klesat a následně se aktivovalo třesení řídicí páky pro varování při přiblížení k pádové rychlosti. Letoun tvrdě dosedl na malé pole v rezidenční oblasti Merebank, 1,4 km od konce dráhy a srazil se s betonovým plotem. Trup se rozpadl na dvě části a křídla se oddělila od stroje. Při přistání byla zraněna i jedna osoba, kterou zasáhlo křídlo letadla.

Pravděpodobná příčina nehody je porucha motoru po vzletu následovaná nevhodnou reakcí posádky, která měla za následek ztrátu říditelnosti. K selhání motoru došlo z důvodu oddělení těsnící desky turbíny. Chybná identifikace selhaného motoru způsobila vypnutí druhého provozuschopného motoru. Nehodu ovlivnilo selhání kapitána a prvního důstojníka při provádění postupů řízení součinnosti posádky, jak je předepsáno ve výcvikové příručce provozovatele. Ke kolizi přispěla neschopnost posádky dodržovat správné postupy pro poruchu motoru po vzletu, jak je předepsáno v letové příručce letadla. (26) Nehoda souvisí také s faktory: Odchylka od povoleného stoupání/klesání, Identifikace/rozpoznání situace a Vysazení motoru.

### **3.33 Řízení/optimalizace součinnosti v posádce (CRM/TRM)**

CRM, tedy Crew Resource Management je proces optimalizace činnosti letové posádky, který vede k efektivnímu využívání všech dostupných zdrojů pro zachování bezpečného a ekonomického provozu letadla. Řadí se sem špatná koordinace mezi členy posádky, Nedostatečné povědomí o situaci, neprovádění tzv. crosschecků, česky křížových kontrol, při kterých má posádka za úkol provádět kontrolu jednotlivých úkonů navzájem. CRM se zaměřuje především na vícečlenné posádky, ale většina těchto principů se uplatňuje i v jednočlenném provozu. Mimo jiné je cílem zajistit, aby piloti přijímali informace nejen od ostatních členů posádky, ale také z externích zdrojů. Řízení optimalizace součinnosti v posádce je věcí výcviku pilotů, proto zde nenajdeme příčiny, co k této události vedly.

#### **3.33.1 Následky CRM/TRM**

Nedodržení těchto postupů vedlo jako u většiny dalších událostí k pádu letadla a následné srážce s terénem. Dále u pilotů došlo k prostorové dezorientaci, nebo k nestabilizovanému přiblížení na přistání (tabulka 46).

*Tabulka 46 Následky CRM/TRM*

7x	Srážka s terénem
----	------------------

### 3.33.2 Nehoda letounu Learjet 35 A

Letadlo, Learjet 35 A směřující do Cozumelu, Mexiko, dopadlo do Atlantského oceánu asi tři km severovýchodně od Fort Lauderdale. Všichni čtyři členové posádky zemřeli. Letoun právě dokončil záchranný let a vrátil se zpět na svou základnu v mexickém Cozumelu. Poté, co letadlo znovu vzletlo a pokračovalo v letu po trati nad oceánem, kopilot zažádal o návrat na letiště vzletu kvůli poruše motoru. Letoun však při manévru zpomalil a začal klesat. Posádka vyslala nouzové volání „Mayday, Mayday, Mayday“, ale stroj pokračoval v sestupu a dopadl do oceánu asi 1 míle od pobřeží. Podle hovorů zaznamenaných v hlasovém zapisovači kokpitu, žádný člen posádky nepoužil kontrolní seznam během provozu, (před nebo během startu, při pojíždění a vzletu) nebo po ohlášené nouzové události za letu. Po vyhlášení poruchy motoru řídicímu letového provozu požádal pilot druhého pilota o nespécifikovanou pomoc, protože nemohl nijak identifikovat nouzovou situaci. Kopilot však stav stroje neověřil a pilotovi neposkytl žádné informace, ani pomoc.

Pravděpodobná příčina je neschopnost pilota udržet kontrolu nad letounem po vysunutí reversu motoru za letu. K nehodě přispělo selhání letové posádky při provádění příslušných nouzových postupů, nedostatečná kvalifikace a schopnost v dané situaci. Důvod vysunutí reversu za letu se nepodařilo zjistit. (34) Nehoda souvisí i s faktorem Kvalifikace/vědomosti/zkušenosti.

### 3.33.3 Nehoda letounu Boeing 737 - 8AS

Boeing 737 - 8AS byl 25. ledna 2010 zničen při nehodě šest km jihozápadně od mezinárodního letiště Bejrút v Libanonu. Všech 82 cestujících a osm členů posádky zemřelo. Letadlo provozovalo let Ethiopian Airlines z mezinárodního letiště v Bejrútu na letiště Addis Ababa-Bole. Let probíhal v noci, kdy převládaly meteorologické podmínky podle přístrojů s ohlášenou kupovitou oblačností a bouřkami. Krátce po vzletu posádka dostala pokyn, otočit let doleva na kurz 270 °. Během stoupání ale letoun tento směr neudržel. Těsně před dosažením nadmořské výšky 7700 stop se aktivovaly vibrace řídicí páky, pro varování před pádovou rychlostí. Mezitím letoun dosáhl úhlu náběhu 32 ° a začal rychle sestupovat na 6000 stop. Když se vibrace řídicí páky zastavily, letadlo začalo znovu stoupat. Těsně před dosažením 9000 stop, se vibrace řídicí páky znovu aktivovaly a letoun se prudce otočil doleva a znovu začal rychle klesat. Maximální zaznamenaný úhel byl 118 ° a maximální zaznamenaná rychlost byla 407,5 uzlů. Letadlo zmizelo z radarové obrazovky a havarovalo do Středozemního moře.

Pravděpodobná příčina nehody byla určena jako nesprávné řízení rychlosti, nadmořské výšky, a polohy letadla letovou posádkou, což mělo za následek ztrátu říditelnosti. Nedodržení zásad CRM a vzájemné podpory letové posádky bránilo jakýmkoli včasným zásahům do řízení letounu. K nehodě přispěla špatná manipulace s ovládacími prvky letu posádkou, která vedla k nežádoucímu chování letadla a ke

zvýšení úrovně stresu pilotů. Zvýšila se také pracovní zátěž posádky. Let v noci bez vizuálních referencí pravděpodobně vedl k prostorové dezorientaci posádky a ke ztrátě situačního povědomí. Nezkušenost letové posádky v kombinaci s jejich neznalostí letiště s největší pravděpodobností také přispěla ke zvýšení pracovní zátěže a stresu posádky. Let byl uskutečněn s minimálním odpočinkem posádky, což mohlo mít za následek chronickou únavu ovlivňující výkon kapitána. Byly zaznamenány příznaky zdravotní nezpůsobilosti, které mohou vysvětlit většinu z výše uvedených faktorů, neexistují však důkazy, které by to potvrdily. (22) Tato nehoda dále souvisí s faktory: Únava, Strmá/sestupná spirála/vývrtka, Noční let/tma, Porozumění situace/situační uvědomování, Prostorová dezorientace, Nebezpečné klesání, Stres a úzkost a Pracovní zátěž.

### **3.34 Vysoká rychlost při stoupání/klesání**

#### **3.34.1 Příčiny vysoké rychlosti při stoupání/klesání**

U vysoké rychlosti při klesání převažují dva hlavní faktory, kvůli kterým situace nastala. Je jím chybné rozhodnutí nebo plán pilota a ztráta vzlaku letounu, kterou se pilot snažil uřídit zvýšením rychlosti, a tak uvedl letoun do strmého klesání.

Ke strmějšímu stoupání došlo například z důvodu prudkého manévru k vyhnutí s pozemní překážkou (tabulka 47).

*Tabulka 47 Příčiny vysoké rychlosti při stoupání/klesání*

2x	Chybné rozhodnutí/plán
2x	Ztráta vzlaku

#### **3.34.2 Následky vysoké rychlosti při stoupání/klesání**

Užití příliš vysoké rychlosti při klesání a v pár případech i stoupání zapříčinilo nejčastěji kolizi s terénem. Ve dvou případech došlo i ke ztrátě vzlaku a se stejnou četností nastala odchylka klopení s následnou ztrátou vzlaku (tabulka 48).

*Tabulka 48 Následky vysoké rychlosti při stoupání/klesání*

	<b>Primární stav</b>	<b>Sekundární stav</b>
7x	Srážka s terénem (vodorovným/vyvýšeným)	
2x	Ztráta vztlaku	
2x	Odchylna klopení	2x ztráta vztlaku
1x	Signalizace pádové rychlosti	

### 3.34.3 Nehoda letounu Boeing 737–53 A5

Boeing 737–53 A5 provozovaný společností Tatarstan Airlines byl zničen při nehodě na ruském letišti v Kazani. Všech 44 cestujících a šest členů posádky bylo zabito. Let 363 odletěl 17. listopadu 2013 z moskevského letiště Domodedova. Během letu si posádka na navigačním systému všimla, že trasa se změnila. Během sestupu směrem ke Kazani let pokračoval v přiblížení, které bylo kvůli problému se změnou trasy odkloněno 4 km severně od publikovaného postupu přiblížení. Poté, co se letoun otočil na finále, letadlo nebylo schopno zachytit směrový radiomaják ILS. Přiblížení bylo nestabilizované a když se letadlo srovnalo do osy přistávací dráhy, pilot si díky světelné sestupové soustavě PAPI všiml, že jsou příliš vysoko. Začal tedy stoupat. Použití tlačítka TO / GA způsobilo odpojení autopilota. Zvýšení výkonu motoru a zatažení klapek způsobilo velké zvýšení úhlu podélného sklonu a indikovaná rychlost letu začala klesat. S úhlem sklonu vyšším než 25 ° začala posádka používat sloupek ručního řízení ke snížení úhlu sklonu. Letoun přešel do strmého klesání. Výstražný systém signalizace blízkosti země vydal varování o rychlosti klesání. Letadlo nakonec dopadlo na zem mezi přistávací dráhou a hlavní pojezdovou dráhou asi 1850 m za prahem dráhy.

Šetření odhalilo, že kapitán měl velmi omezenou znalost angličtiny, což bylo považováno za nedostatečné k tomu, aby pochopil dokumenty a příručky psané v angličtině. Vzhledem k nedostatečnému dohledu nad školicím zařízením nebyly tyto nedostatky ve výcviku zaznamenány. Školení a řízení bezpečnosti v Tatarstan Airlines bylo považováno za stejně nedostatečné. Příčinou havárie Boeingu 737 byly systémové nedostatky v identifikaci rizik a řízení rizik, jakož i nefunkční systém řízení bezpečnosti v letecké společnosti a nedostatečná kontrola nad úrovní výcviku posádky, což vedlo k přijetí nepřipravené letové posádky. Když bylo provedeno nezdařené přiblížení, posádka nerozpoznala skutečnost, že autopilot byl odpojen. Nedostatek letových dovedností PIC (pilot in command – velitel letadla) vedl k vytvoření velkého negativního přetížení, ztrátě prostorové orientace

a přechodu letadla do velkého sklonu. Potřeba zahájení nezdařeného přiblížení byla způsobena polohou letadla vzhledem k dráze, což bylo následkem chyby při určování polohy letadla palubními systémy přibližně o čtyři km a nedostatek aktivní pomoci služby řízení letového provozu při dlouhodobém sledování významných odchylek od postupu přiblížení. (24) Nehoda souvisí také s faktory: Nedostatečný výcvik, Nestabilizované přiblížení, Kvalifikace/vědomost/zkušenosti, Prostorová dezorientace a Odchylka podélného sklonu.



## 4. ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na analýzu faktorů, které vedou ke ztrátě říditelnosti v obchodní letecké dopravě. Pro tento účel jsem využila data ze závěrečných zpráv 183 leteckých nehod, které se udály mezi lety 2004–2015. Nehody, které zatím nebyly došetřeny, nebo z jiného důvodu nebyly vydány závěrečné zprávy, nejsou obsahem této práce. Nejvyšší počet nehod v průběhu tohoto dvanáctiletého období jsem zaznamenala v roce 2007 a 2011. V obou letech došlo ke 22 nehodám, jejichž příčinou byla ztráta říditelnosti.

Nehody jsem zhodnotila v reportovacím nástroji INBAS, kde jsem nejprve tvořila jednotlivá hlášení a následně rozebírala posloupnosti událostí, což mi poté sloužilo k analýze hledaných faktorů.

Dohromady jsem vyhodnotila 76 faktorů, které ve vzájemné kombinaci měly za následek ztrátu říditelnosti. Z důvodu vysokého počtu těchto faktorů jsem vybrala ty, které se v daném období vyskytly alespoň desetkrát. Po jejich srovnání jsem vyhodnotila tři nejčastější příčiny událostí. Jsou jimi ztráta vztlaku, odchylka od náklonu společně s odchylkou podélného sklonu letounu a odchylka od potřebné rychlosti v dané fázi letu.

Nejčastějším následkem ztráty říditelnosti byla jednoznačně srážka s terénem. Často také došlo ke ztrátě prostorové orientace posádky a ke ztrátě vztlaku, nebo zazněla signalizace pádové rychlosti-pouze v těch případech, kde ztráta vztlaku nebyla příčinou.

Ztrátu vztlaku jsem vyhodnotila jako nejčastější příčinu ztráty říditelnosti a je důsledkem případů způsobených chybným nebo neprovedeným odmrazováním, problémy s hmotností a vyvážením letounu. Kromě toho jsem jako častou příčinu ztráty vztlaku vyhodnotila i odchylku od potřebné rychlosti v dané fázi letu a nestabilizované přiblížení.

Odchylka náklonu společně s odchylkou od podélného sklonu byla způsobena především kontaminovaným palivem v nádržích, opět problémy s hmotností a vyvážením letounu, a potom také špatným/nedostatečným odmrazováním a prostorovou dezorientací u letové posádky.

K odchylce od potřebné nebo určené rychlosti došlo nejčastěji vysazením, nebo bezpečnostním zastavením motoru a následně nevhodnou reakcí pilota na let s jedním motorem, nedostatečným monitorováním přístrojů a pozornosti ze strany letové posádky (tabulka 49).

Tabulka 49 Souhrn příčin nejčastěji se opakujících událostí, které vedly ke ztrátě říditelnosti

	Ztráta vztlaku	Odchylka náklonu (a podélného sklonu)	Odchylka od potřebné/určené rychlosti
Odmrazování	6x	3x	
Odchylka od určené/potřebné rychlosti	6x		
Nestabilizované přiblížení	4x		
Kalkulace zatížení a vyvážení/chybná poloha těžiště	4x	4x	
Odchylka náklonu (podélného sklonu)	4x		
Kontaminované palivo		4x	
Prostorová dezorientace		3x	
Zastavení/vysazení motoru			4x
Zapomenutí monitorovat/zkontrolovat vybavení/přístroje			3x

V tabulce 49 jsou znázorněny nejčastější příčiny tří událostí, které jsem vyhodnotila jako nejčastější faktory, které vedly ke ztrátě říditelnosti.

Bylo by dobré zaměřit se na tyto tři události a rozebrat je detailněji, aby se zjistilo, co k nim vede, a mohlo se tak zajistit účinné řešení, aby k nim dále nedocházelo. V rámci této práce nebylo jednoznačně zjištěno, jaká je jejich příčina. Vedlo k nim spoustu různých faktorů (tabulka 1,3,5). Proto není možné navrhnout žádná doporučení pro zvýšení bezpečnosti v otázce ztráty říditelnosti a snížení pravděpodobnosti ztráty říditelnosti. Ráda bych se tímto tématem zabývala v další práci během mého studia.

## 5. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Příčiny ztráty vztlaku .....	18
Tabulka 2 Následky ztráty vztlaku .....	19
Tabulka 3 Příčiny odchylky náklonu .....	21
Tabulka 4 Následky odchylky náklonu.....	21
Tabulka 5 Příčiny odchylky od určené/potřebné rychlosti.....	23
Tabulka 6 Následky od určené/potřebné rychlosti .....	24
Tabulka 7 Následky tvoření námrazy.....	25
Tabulka 8 Příčiny nedostatečného nebo neprovedeného odmrazování .....	27
Tabulka 9 Následky nedostatečného nebo neprovedeného odmrazování .....	27
Tabulka 10 Následky prudkého manévru .....	29
Tabulka 11 Následky únavy .....	30
Tabulka 12 Následky nedostatečného výcviku.....	32
Tabulka 13 Následky chybného vedení/fungování autopilota.....	34
Tabulka 14 Následky identifikace/rozpoznání situace .....	35
Tabulka 15 Následky zapomenutí monitorovat/zkontrolovat .....	36
Tabulka 16 Následky špatného briefingu/předletové přípravy.....	37
Tabulka 17 Příčiny nestabilizovaného přiblížení .....	38
Tabulka 18 Následky nestabilizovaného přiblížení.....	39
Tabulka 19 Příčiny přechodu letounu do spirály/vývrtky.....	40
Tabulka 20 Následky přechodu letounu do spirály/vývrtky .....	41
Tabulka 21 Následky nočního letu/tmy .....	43
Tabulka 22 Příčiny porozumění situace/situačního uvědomění .....	45
Tabulka 23 Následky porozumění situace/situačního uvědomění .....	46
Tabulka 24 Následky rozhodování.....	48
Tabulka 25 Následky problémů v komunikaci .....	49
Tabulka 26 Následky chybného rozhodnutí/plánu.....	51
Tabulka 27 Následky kvalifikace/vědomostí/malých zkušeností .....	52
Tabulka 28 Následky chybné údržby .....	54
Tabulka 29 Následky počasí.....	55
Tabulka 30 Následky ztráty pilotovy kontroly nad letadlem.....	56
Tabulka 31 Příčiny odchylky od povoleného klesání/stoupání .....	57
Tabulka 32 Následky odchylky od povoleného klesání/stoupání .....	57
Tabulka 33 Příčiny vysazení motoru .....	59
Tabulka 34 Následky vysazení motoru .....	59
Tabulka 35 Příčiny prostorové dezorientace.....	61
Tabulka 36 Následky prostorové dezorientace .....	61
Tabulka 37 Následky nebezpečného klesání.....	64
Tabulka 38 Příčina odchylky podélného sklonu .....	65
Tabulka 39 Následky odchylky podélného sklonu.....	66

Tabulka 40 Příčiny stresu a úzkosti.....	68
Tabulka 41 Následky stresu a úzkosti.....	68
Tabulka 42 Následky provozního přehlédnutí/dohledu.....	69
Tabulka 43 Následky pracovní zátěže.....	70
Tabulka 44 Příčiny požáru/kouře.....	73
Tabulka 45 Následky požáru/kouře.....	73
Tabulka 46 Následky CRM/TRM .....	74
Tabulka 47 Příčiny vysoké rychlosti při stoupání/klesání.....	76
Tabulka 48 Následky vysoké rychlosti při stoupání/klesání .....	77
Tabulka 49 Souhrn příčin nejčastěji se opakujících událostí, které vedly ke ztrátě říditelnosti .....	80

## 6. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Režimy letu, ve kterých k nehodám došlo.....	13
Graf 2 Úmrtnost.....	14
Graf 3 Faktory, které nejčastěji přispěly ke ztrátě říditelnosti.....	15
Graf 4 Velikost vztlaku v závislosti na úhlu náběhu .....	17

## 7. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Síly působící na letoun.....	16
Obrázek 2 Stabilita letadla.....	20

## 8. CITOVANÁ LITERATURA

1. Ing. Keller, Ladislav. Ztráta říditelnosti. [Online] <https://docplayer.cz/109741530-Ztrata-riditelnosti-capt-ing-ladislav-keller.html>.
2. INBAS. [Online] <https://www.inbas.cz/reporting-tool>.
3. Loss of Control In-flight (LOC-I). IATA. [Online] 2019. <https://www.iata.org/whatwedo/safety/Pages/loss-of-control-inflight.aspx>.
4. Bc. Ptáčková, Jana. Porovnání státních plánů bezpečnosti v zemích EU. ČVUT. [Online] 30. 5 2018. <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/80381/F6-DP-2018-Ptackova-Jana-DP-2018-Ptackova-Jana-diplomova%20prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.
5. Loss of Control (LOC-I). EASA. [Online] 2019. <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/general-aviation/flying-safely/loss-of-control>.
6. flying revue. *Provoz a údržba letadel*. [Online] 12. 2 2019. <https://www.flying-revue.cz/provoz-a-udrzba-letadel>.
7. Předpisy ICAO Annex (L). *L13 Předpis o odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů*. [Online] 14. 11 2013. <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>.
8. Vrba, Martin. Vysoké učení technické v Brně. *Vztlaková mechanizace soutěžního modelu letadla*. [Online] 7. 11 2011. [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=171098](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=171098).
9. Ing. Keller, Ladislav. Principy letu. *Učebnice Pilotů*. Cheb : SVĚT KŘÍDEL, 2013, 1, stránky 40-44.
10. Cessna 525 CitationJet. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 10. září 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070112-0>.
11. Tupolev Tu-154M. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 5. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20060822-0>.
12. Aerospace engineering. *Control and Stability of Aircraft*. [Online] 23. leden 2016. <https://aerospaceengineeringblog.com/control-and-stability-of-aircraft/>.
13. Spectrum Aeronautical Spectrum 33. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 20. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20060725-0>.

14. Britten-Norman BN-2A-21 Islander. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. srpen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20071017-1>.
15. Cessna 208B Grand Caravan. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20071007-0>.
16. Cessna 208B Super Cargomaster. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 20. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20051006-0>.
17. Cessna 500 Citation I. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20131018-0>.
18. Cessna 208B Super Cargomaster. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 13. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20050131-0>.
19. Beechcraft 99 Airliner. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 13. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20090814-0>.
20. Michal Lehnert, Michal Botek, Martin Sigmund, David Smékal, Petr Šťastný, Tomáš Malý, Pavel Háp, Jan Bělka, Filip Neuls. *Kondiční trénink*. Olomouc : Michal Lehnert, 2014. 978-80-244-4369-0 (e-kniha).
21. Bratršovský, David. ČVUT. *Únava - nedostatek odpočinku u člena letové posádky*. [Online] 25. srpen 2016. <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/65971/F6-BP-2016-Bratrsovsky-David-Unava%20nedostatek%20odpocinku%20u%20clena%20letove%20posadky.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
22. Boeing 737-8AS (WL). *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 13. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20100125-0>.
23. de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 300. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070809-0>.
24. Boeing 737-53A. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20131117-0>.



25. Aviation Safety Network. [Online] c1996-2019. [Citace: 13. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070505-0> – .
26. British Aerospace 4121 Jetstream 41. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 11. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20090924-0> .
27. flying revue. *Provoz a údržba letadel*. [Online] 12. únor 2019. [Citace: 10. listopad 2019.] <https://www.flying-revue.cz/provoz-a-udrzba-letadel>.
28. flyMag. *Jak rozpoznat spirálu od vývrtky*. [Online] 9. říjen 2015. <http://www.flymag.cz/article.php?id=10445>.
29. Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy a nových dopravních technologií. *KAPITOLA II. BEZPEČNOST LETECKÉ DOPRAVY (ČÁST 2)*. [Online] 2009. [Citace: 22. říjen 2019.] <http://projekt150.havvel.cz/node/123>.
30. Shorts 360-100. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20060205-0>.
31. de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter 100. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20060729-0>.
32. Embraer EMB-110P1 Bandeirante. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20050113-0>.
33. Canadair CL-215-6B11 (CL-415). *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20050318-0>.
34. Learjet 35A. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20131119-0>.
35. Novotný, Bc. Tomáš. Vysoké učení technické v Brně. *Řízení údržby letadel a odstraňování závad při provozu*. [Online] 20. listopad 2008. [Citace: 12. listopad 2019.] [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=18070](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18070).
36. Grumman G-73T Turbo Mallard. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 10. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20051219-0>.

37. Cessna 550B Citation Bravo. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 13. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20100214-0>.
38. Psychologie pro každého. *Orientace a její poruchy*. [Online] 23. leden 2017. [Citace: 10. říjen 2019.] <https://psychologieprokazdeho.cz/orientace-a-jeji-poruchy/>.
39. Aviation Safety Net. [Online] c1996-2019. [Citace: 13. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20090212-0>.
40. Aviation Safety Network. [Online] c1996-2019. [Citace: 12. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070213-0>.
41. Canadair CL-600-2B19 Regional Jet CRJ-100SE. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. říjen 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070213-0>.
42. Antonov An-12BP. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 20. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070729-0>.
43. de Havilland Canada DHC-8-402 Q400. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20090212-0>.
44. Antonov An-12BP. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070729-0>.
45. Cessna 525 CitationJet. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 20. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20070112-0>.
46. Boeing 737-53A. *Flight Safety foundation, Aviation Safety Network, Databases*. [Online] c1996-2019. [Citace: 15. listopad 2019.] <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20131117-0>.