



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
Ústav letecké dopravy

**Analýza šetřených událostí letounu Tecnam P2002JF na bázi
systémového přístupu**

**Analysis of Tecnam P2002JF Investigated Accidents With Systemic
Approach**

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích
Studijní obor: PIL – Profesionální pilot

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Grötschelová
Druhý vedoucí práce: doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Yana Savchenko

Praha 2023



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621.....Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Yana Savchenko

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **Analýza šetřených událostí letounu Tecnam P2002JF na bázi systémového přístupu**

Název tématu (anglicky): Analysis of Tecnam P2002JF Investigated Accidents With Systemic Approach

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je analyzovat šetřené události letounu Tecnam P2002JF pomocí systémového přístupu k bezpečnosti a identifikovat bezpečnostní problémy související s letovými postupy.
- Analyzujte letové postupy letounu Tecnam P2002JF.
- Analyzujte systémový přístup k bezpečnosti na základě modelu STAMP a jeho metodik.
- Analyzujte vybrané události letounu Tecnam P2002JF pomocí systémového přístupu k bezpečnosti.
- Identifikujte bezpečnostní problémy spojené s letovými postupy a navrhněte opatření k jejich zmírnění.
- Výsledky vyhodnoťte a porovnejte se závěry původních šetření.



- 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: ICAO Doc 9859: Safety Management Manual. 4. Edition, 2018.
Leveson, N. Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety. MIT Press, 2012.
Leveson, N. CAST Handbook, 2019.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kateřina Grötschelová**
doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: **8. října 2021**
(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: **7. srpna 2023**
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



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Yana Savchenko
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 1. prosince 2022



Abstrakt

Letové postupy jsou jedním z hlavních pilířů pro bezpečné provedení letu. I přes všechnu snahu dojde čas od času k nehodě či incidentu, který je třeba šetřit a případně zavést nápravná opatření. Cílem mé bakalářské práce je analyzovat šetřené události letounu Tecnam P2002JF pomocí systémového přístupu k bezpečnosti a identifikovat bezpečnostní problémy související s letovými postupy. Systémový přístup nabízí možnost zkoumat nehody jako komplexní celek a najít tak hlubší původ bezpečnostních problémů v systému. V první části jsou analyzovány letové postupy a různé přístupy k bezpečnosti. Na tomto základě je vybrána vhodná analýza, která vychází z modelu Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP). Následuje rešerše událostí letounu Tecnam P2002JF. V další části bylo vybranou metodou Casual Analysis Based on Systems Theory (CAST) analyzováno celkem osm vybraných šetřených událostí. Analýza vygenerovala otázky, které mohou pomoci při odhalování bezpečnostních problémů souvisejících s letovými postupy letounu Tecnam P2002JF a zároveň byla navržena systémová doporučení, která by mohla být uvažována v běžném provozu.

Klíčová slova: bezpečnost, Casual Analysis Based on Systems Theory, letecké nehody a incidenty, letové postupy, systémový přístup, System-Theoretic Accident Model and Processes, Tecnam P2002JF.



Abstract

Flight procedures are one of the key things for ensuring the safe conduct of flights. Despite all efforts, accidents or incidents occasionally occur, which need to be investigated, and potentially followed by corrective measures. The goal of my bachelor's thesis is to analyze investigated occurrences of the Tecnam P2002JF aircraft using a systemic approach to safety and identify safety issues related to flight procedures. The systemic approach offers the opportunity to examine accidents as a complex whole and to find a deeper origin of safety problems in the system. The first part analyzes flight procedures and various approaches to safety. Based on this analysis, an appropriate method is chosen, relying on the Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP). Subsequently, a review of Tecnam P2002JF aircraft occurrences is conducted. In the following section, the Casual Analysis Based on Systems Theory (CAST) is used to analyze a total of eight selected investigated occurrences. The analysis raises questions that can help reveal safety issues associated with the flight procedures of the Tecnam P2002JF aircraft. Moreover, systemic recommendations are proposed, which could be considered in routine operations.

Keywords: aviation accidents and incidents, Casual Analysis Based on Systems Theory (CAST), flight procedures, safety, systemic approach, System-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP), Tecnam P2002JF.



Poděkování

Poděkování si zaslouží všichni, kteří měli jakoukoli zásluhu na vzniku mé bakalářské práce.

V první řadě bych pak chtěla poděkovat Ing. Kateřině Grötschelové za odborné vedení této práce, za pravidelné konzultace a trpělivost při zpracovávání práce.

Dále bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Andreji Lališovi, Ph.D. za poskytnutí odborné literatury.

Nakonec bych chtěla poděkovat své rodině za podporu při psaní závěrečné práce, a i během celého mého studia.




Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou prací s názvem „Analýza šetřených událostí letounu Tecnam P2002JF na bázi systémového přístupu“ vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

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

V Praze dne 7. srpna 2023


.....
Podpis



Obsah

Úvod.....	1
1. Tecnam P2002JF	2
1.1. Provozní příručka letadla pro piloty.....	2
2. Letové postupy.....	4
2.1. Checklisty.....	4
2.2. Normální postupy	5
2.3. Nouzové a abnormální postupy	6
3. Bezpečnost.....	7
3.1. Systém řízení provozní bezpečnosti (SMS).....	7
3.2. Systém povinného a dobrovolného hlášení událostí.....	8
3.3. Šetření leteckých nehod a incidentů	8
3.3.1. Historický vývoj šetření leteckých nehod a incidentů.....	9
4. Rešerše událostí letounu Tecnam P2002JF.....	16
4.1. Nehody/incidenty letounu Tecnam P2002JF	17
5. Metodika.....	21
5.1. Cíle pro CAST.....	21
6. Šetření nehod podle CAST	25
6.1. Pojízďení: Koroze podvozku.....	27
6.2. Pojízďení: Poškození tlumiče předového podvozku.....	31
6.3. Vzlet: Ztráta kontroly nad letadlem během rozjezdu	34
6.4. Vzlet: Ztráta směrové kontroly letadla během vzletu.....	38
6.5. Let: Pád letadla mezi obcemi Dány a Valkó	41
6.6. Let: Vývrtka během zkoušky PPL(A).....	45
6.7. Přistání: získání kvalifikaci instruktora	49
6.8. Přistání: Ztráta směrové kontroly kvůli asymetrickému brzdění letadla	52
6.9. Výstupy ze šetření nehod pomocí CAST	55
7. Diskuze.....	58
Závěr	60
Seznam použité literatury.....	62



Seznam obrázků

Obrázek 1: Letoun Tecnam P2002JF	2
Obrázek 2: Vývoj přístupu k bezpečnosti [14]	9
Obrázek 3: Model SHELL [14].....	12
Obrázek 4: Reasonův model [14]	13
Obrázek 5: Fáze letu [20]	16
Obrázek 6: První krok CAST analýzy [18]	22
Obrázek 7: Řídící struktura nehody 6.1. a 6.2.....	28
Obrázek 8: Řídící struktura nehody 6.3.....	35
Obrázek 9: Řídící struktura nehody 6.4.....	39
Obrázek 10: Řídící struktura nehody 6.5.....	42
Obrázek 11: Řídící struktura nehody 6.6.....	46
Obrázek 12: Řídící struktura nehody 6.7. a 6.8.	49



Seznam tabulek

Tabulka 1: Shromáždění základních informací nehody 6.1.....	27
Tabulka 2: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.1.....	29
Tabulka 3: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.1.....	30
Tabulka 4: Shromáždění základních informací nehody 6.2.....	31
Tabulka 5: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.2.....	32
Tabulka 6: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.2.....	33
Tabulka 7: Shromáždění základních informací nehody 6.3.....	34
Tabulka 8: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.3.....	36
Tabulka 9: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.3.....	37
Tabulka 10: Shromáždění základních informací nehody 6.4.....	38
Tabulka 11: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.4.....	39
Tabulka 12: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.4.....	40
Tabulka 13: Shromáždění základních informací nehody 6.5.....	41
Tabulka 14: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.5.....	42
Tabulka 15: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.5.....	44
Tabulka 16: Shromáždění základních informací nehody 6.6.....	45
Tabulka 17: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.6.....	46
Tabulka 18: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.6.....	48
Tabulka 19: Shromáždění základních informací nehody 6.7.....	49
Tabulka 20: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.7.....	50
Tabulka 21: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.7.....	51
Tabulka 22: Shromáždění základních informací nehody 6.8.....	52
Tabulka 23: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.8.....	53
Tabulka 24: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.8.....	54
Tabulka 25: Souhrn otázek, který vznikl v rámci systémového šetření osmi událostí.....	55



Seznam zkratek

ADREP	Accident or Incident Data Reporting System	Systém pro hlášení dat o nehodách nebo incidentech
AFM	Aircraft flight manual	Letová příručka letadla
AIA	Accident Investigation authority	Orgán pro šetření nehod
APR	Approach	přiblížení
CAST	Causal Analysis based on Systems Theory	Kauzální analýza založená na systémové teorii
EASA	European Union Aviation Safety Agency	Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví
ELT	Emergency Locator Transmitter	
EMG	Emergency descent	nouzové klesání
ENR	En route	let
FCOM	Flight Crew Operating Manual	
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	
FTA	Fault Tree Analysis	
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ICL	Initial climb	počáteční stoupání
LDG	Landing	přistání
MNV	Maneuvering	manévrování
N-VFR	Night-Visual Flight Rules	Noční let za viditelnosti
Ot. /min.	Revolutions Per Minute	Otáčky za minutu
OM	Operations Manual	
PBT	Pushback/towing	tlačení/odtahování
PIM	Post-impact	po dopadu
POH	Pilot's Operating Handbook	Příručka letadla pro piloty
PPL	Private Pilot License	Licence soukromého pilota
SMS	Safety Management System	Systém řízení provozní bezpečnosti
SSP	State Safety Programme	Státní program bezpečnosti
STAMP	Systems-Theoretic Accident Mode and Processes	Systémově-teoretický model nehod a procesů
STD	Standing	stání
STPA	Systems-Theoretic Process Analysis	
TOF	Takeoff	vzlet
TXI	Taxi	pojždění
UND	Uncontrolled descent	nekontrolované klesání
UNK	Unknown	neznámé
VFR	Visual Flight Rules	Let za viditelnosti



Úvod

Lidé bohužel občas chybují a ve většině případů se není čeho bát, pokud jde ale o bezpečnost letu, pilot musí udělat všechna možná opatření, aby zabránil nehodě nebo incidentu. Bezpečnost jakéhokoli letu je závislá na včasné reakci posádky a kontrolních systémů na potenciální nebezpečné situace, které by mohly ohrozit letadlo, cestující a posádku. Letové postupy jsou osvědčenou pomůckou, která nám pomáhá plnit řadu úkolů v rušném prostředí plném vnějších podnětů.

V porovnání s obchodním letectvím, všeobecné letectví má větší procento nehod, a proto je důležité snížit počet nehod a zvýšit provozní bezpečnost. Pro zvýšení provozní bezpečnosti je možné použít systémový přístup modelu bezpečnosti STAMP, který nabízí možnost zkoumat nehody jako komplexní celek a najít tak hlubší původ bezpečnostních problémů v systému.

Cílem práce je analyzovat šetřené události letounu Tecnam P2002JF pomocí systémového přístupu k bezpečnosti a identifikovat bezpečnostní problémy související s letovými postupy. Práce je zpracovávána za účelem identifikace možných bezpečnostních problémů souvisejících s letovými postupy a následného definování bezpečnostních doporučení či opatření, která by měla zajistit větší bezpečnost provozu letounu Tecnam P2002JF.

V první části práce je možné najít popis letounu Tecnam P2002JF, popis letových postupů a také analýzu systémového přístupu k bezpečnosti. Následuje výběr vhodné analýzy na bázi modelu STAMP a také výběr vhodného vzorku nehod a incidentů. Výsledkem práce bude návrh doporučení, která by měla přispět k větší bezpečnosti provozu letounu Tecnam P2002JF.

1. Tecnam P2002JF

V této kapitole je popsán dvoumístný dolnoplošník s pevným podvozkem Tecnam P2002JF (obrázek 1). Vyniká především vysokým výkonem a spolehlivostí, což je potvrzeno velkým počtem těchto letadel, která jsou v současnosti ve světě provozována. Snadná pilotáž a spolehlivost dělají z tohoto letadla vynikající volbu pro pilotní výcvik, a tak je často používán v leteckých školách.

Pro Tecnam P2002JF je k dispozici nejširší výběr avioniky, který umožňuje téměř jakýkoli typ provozu: vybavení pro denní lety (VFR), vybavení pro noční lety (N-VFR). Má displeje z tekutých krystalů Garmin 500 a GNS 650 [9].

Tecnam P2002JF jedním z modelů vybraných pro výcvik pilotů v leteckých školách po celém světě, a to díky vynikajícím letovým výkonům a levné údržbě, stejně jako efektivitě a nízké spotřebě. Letoun má svoji příručku, která slouží pro provoz i údržbu letadla.



Obrázek 1: Letoun Tecnam P2002JF

1.1. Provozní příručka letadla pro piloty

Výrobce udává postupy pro provoz letadla v příručce. U malých letadel jsou Pilot Operating Handbook (POH) a Airplane Flight Manual (AFM) v jednom dokumentu. Nejsou však stejné. Liší se v tom smyslu, že AFM schvaluje regulátor, který udělil výrobcu



letadla schválení konstrukce. AFM je také velmi specifický dokument uspořádaný v pořadí stanoveném předpisy. Kapitoly pro AFM jsou rozděleny do devíti částí, z nichž sedm kapitol lze najít ve všech AFM letadel. Kapitoly jsou následující [10]:

- Obecné
- Limitace
- Nouzové postupy
- Normální postupy
- Výkonnost
- Popis konstrukce a systémů
- Hmotnost a vyvážení
- Handling, servis a údržba

Další věcí na AFM je, že každý model letadla má samostatný AFM.

POH obsahuje především informace od výrobce pro pilota o způsobu ovládání letadla. Může obsahovat podrobné popisy systémů letadla a doporučené postupy. Tyto postupy jsou však nezávazné, jelikož POH není schválený dokument. To znamená, že pilot nebo letecká společnost nemusí následovat POH. Mohou provozovat letadlo, pokud dodržují postupy uvedené v AFM.

V letadlech dopravní kategorie neexistuje POH, ale místo toho máme něco, čemu se říká Manuál provozních postupů letové posádky (FCOM – Flight Crew Operating Procedures Manual). To je velmi podobné obsahu POH a opět není schvalován regulátorem. Letecká společnost tedy může volně vytvářet své vlastní postupy pomocí AFM. Obvykle mají letecké společnosti provozní dokument pro každou svou flotilu, který je napsán na základě AFM. Tento dokument je obecně schválen místními úřady. U některých leteckých společností se tomu říká Operations Manual Part B nebo OM B. Aerolinky také dostávají přizpůsobené FCOM od výrobce letadla, kde si mohou nechat výrobcem napsat pro ně určené postupy, které chtějí. AFM na rozdíl od FCOM nemůže být upraveno leteckou společností. Někteří výrobci poskytují i další dokumenty.

Když jsou POH a AFM kombinovány v jednom dokumentu, je snadné oba identifikovat. Stránky, které jsou součástí AFM, budou mít obvykle schvalovací razítko s nápisem „Schváleno EASA (European Union Aviation Safety Agency – Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví)“.



2. Letové postupy

Letové postupy jsou standardizované a systematické procedury a pravidla, která jsou klíčová pro bezpečný a efektivní provoz letadel. Malé chyby v letectví se skládají do velkých problémů, a proto je důležité, aby piloti dodržovali standardizované letové postupy. Bezpečnost v letectví se však nezlepšuje pouze díky zavedení letových postupů.

V letecké dopravě došlo k důležitému posunu v myšlení ohledně lidských chyb. Dříve byly lidské chyby v letectví nevyhnutelné a často způsobovaly tragédie. Nyní se však staví na silné kultuře bezpečnosti, kde je kladen důraz na výcvik, spolupráci a řešení problémů. Piloti jsou školeni, aby identifikovali a předcházeli rizikům, a spoléhají se na osvědčené postupy a standardy. Tato kultura bezpečnosti se stala klíčovým faktorem, který přispěl k výraznému zlepšení bezpečnosti v leteckém provozu.

Letové postupy hrají důležitou roli v minimalizaci rizik a zajištění spolehlivého provozu letadel. Spolu s kulturou bezpečnosti představují základní prvky, které zajistily významné zlepšení bezpečnosti v letecké dopravě a odmítly přijmout lidské chyby jako nevyhnutelné.

2.1. Checklisty

Checklisty pro piloty jsou stejně důležité jako jakékoli jiné vybavení potřebné pro let. Seznam úkonů je používán piloty před kritickou fází letu, aby nedošlo k opomenutí provedení nějakého úkonu.

Aby nedošlo k opomenutí provedení nějakého úkonu, existuje mnemotechnická pomůcka, kterou je mentální kontrolní seznam, který lidem umožňuje zapamatovat si dlouhé a složité algoritmy. Mnemotechniky obvykle vypadají jako sada písmen, která se podobají skutečnému slovu nebo spojení více slov. Každé písmeno zde ale představuje konkrétní význam, který je třeba se naučit nazpaměť.

Zpočátku se to může zdát neobvyklé a spíše zstrašující. Mnemotechniky jsou však skvělým způsobem, jak uložit více informací, aniž by člověku zabíraly mnoho místa v hlavě. Zde jsou některé z nejjednodušších a nejoblíbenějších mnemotechnických pomůcek používaných v letectví. Příkladem je:



- **IMSAFE** [11]

IMSAFE je běžná letecká mnemotechnická pomůcka. Pomáhá posoudit, zda je pilot připraven na nadcházející let. Existuje mnoho faktorů, které mohou negativně ovlivnit bezpečnost. Před každým letem by si pilot měl přečíst tento kontrolní seznam a bude se tak cítit jistěji.

I – **Illness** (nemoc). Pokud se necítíte dobře, je nejlepší zůstat doma, dokud se brzy neuzdravíte.

M – **Medication** (medikace). Piloti, kteří berou speciální léky, by si měli být vědomi jejich vedlejších účinků.

S – **Stress** (stres). Během letu je lepší nemít žádné vnitřní zážitky, které by vás mohly odvádět od práce v kokpitu.

A – **Alcohol** (alkohol). Pod vlivem alkoholu je lepší nesadat za kormidlo.

F – **Fatigue** (únava). Létat unavený je stejně nebezpečné, jako řídit auto.

E – **Emotion** (emoce). Dá se to přirovnat k bodu o stresu, jen se to bude týkat emočního stavu.

- **GUMPS** [13]

GUMPS je jednou z nejčastěji používaných leteckých mnemotechnických pomůcek. Slouží k zabránění rozptýlení během přiblížení na přistání, a také k zapamatování všech důležitých kroků v procesu provádění tohoto postupu.

G – **Gas** (palivo). Ujistit se, že v obou nádržích je palivo; je zapnuto palivové čerpadlo; tlak paliva je v normálních mezích.

U – **Undercarriage** (podvozek). Ujistěte se, že podvozek je venku.

M – **Mixture** (směs paliva). Obohaťte palivovou směs letadla.

P – **Propeller** (šroub). Zkontrolujte, zda není nastaveno malé stoupání (pokud je vrtule s proměnným stoupáním).

S – **Seat belts and switches** (bezpečnostní pásy a spínače). Ujistěte se, že máte zapnuté bezpečnostní pásy. Zkontrolujte také, zda jsou zapnutá přistávací světla, topení a další potřebné spínače.

2.2. Normální postupy

Pilot by měl využívat normální postupy k ovládní letounu, postupy uvedené postupně podle jednotlivých fází letu a pilot by je měl umět z paměti. Pro každou fázi je vypsán sled úkonů, které má pilot udělat.



Filozofie DO-READ-CHECK (PROVEĎTE – PŘEČTĚTE – ZKONTROLUJTE) [12]:

- DO – Všechny nácviky během přípravy klimatizace, spouštění, před vzletem, za letu a po přistání musí být provedeny z paměti.
- READ-CHECK – Kontrolní seznam se pak používá v příslušné fázi letu ke kontrole základních položek (kontrolní seznam není seznam úkolů – všechna nastavení jsou již provedena dříve). Protože výcvikové operace jsou jednopilotní, všechny kontroly za letu se provádějí z paměti pomocí checklistu.

2.3. Nouzové a abnormální postupy

Pilot by měl využívat nouzové postupy v situacích, které nejsou běžné. Nouzové postupy, ve kterých se vyžaduje okamžitá akce, obvykle pilot začíná s MEMORY ITEMS (PAMĚŤOVÝMI POLOŽKAMI) a dále vyhledává checklist pro poruchu, která se vyskytla, a to pomocí READ-DO-CHECK (PŘEČTĚTE – PROVEĎTE – ZKONTROLUJTE).

Filozofie READ-DO-CHECK (PŘEČTĚTE – PROVEĎTE – ZKONTROLUJTE) [12]:

Tato metoda má jednu primární výhodu, nevyžaduje ze strany pilota žádné memorování nebo dokonce seznámení s letadlem. Procházením kontrolního seznamu položku po položce pilot prochází kroky potřebné pro danou fázi letu a může tak bezpečně nakonfigurovat letadlo, které je pro něj nové.



3. Bezpečnost

Bezpečnost v letectví je prioritou pro každý stát a organizaci zapojenou do leteckého provozu. Za účelem zajistit bezpečnostní standardy na státní úrovni, má každý stát povinnost zavést státní program bezpečnosti (SSP – State Safety Programme). Kromě toho státy vyžadují, aby organizace zavedly systém řízení provozní bezpečnosti (SMS – Safety Management System).

Celkově je bezpečnost v letectví komplexním a neustále se rozvíjejícím procesem, který je založen na spolupráci států, organizací a zaměstnanců. SSP a SMS jsou důležité nástroje, které pomáhají minimalizovat rizika a zajistit bezpečný a spolehlivý letecký provoz pro cestující a posádky po celém světě.

3.1. Systém řízení provozní bezpečnosti (SMS)

Dosažení bezpečnosti je nezbytným základem každé země nebo společnosti. To se netýká pouze komerčního letectví, ale i nekomerčního letectví. Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO – International Civil Aviation Organisation) definuje systémy řízení provozní bezpečnosti (SMS – Safety Management System) jako „systematický přístup k řízení provozní bezpečnosti, včetně nezbytných organizačních struktur, odpovědností, zásad a postupů“ [14]. To poskytuje plán pro bezpečnostní politiku civilního letectví, jehož cílem je zlepšit kvalitu řízení provozní bezpečnosti letectví a poskytnout model řízení provozní bezpečnosti pro řídicí orgány, bezpečnostní koncepce, nástroje a metody, aby bylo dosaženo standardizovaného řízení provozní bezpečnosti.

SMS je nový způsob řízení provozní bezpečnosti v letectví. Zaměřuje se na to, jak organizace pracují a jak mohou zabránit nehodám. Důležité je řídit rizika a předcházet problémům, než se stanou. Každý zaměstnanec musí být zapojen a mít na starosti bezpečnost. Díky zavedení SMS se podařilo výrazně zlepšit bezpečnost ve vzdušném provozu [14].

Členské země ICAO vyvinuly a zavedly „systémy řízení bezpečnosti“ pro civilní letectví, aby splnily průmyslový požadavek na bezpečnost letectví [14].

Podle ICAO je řízení bezpečnosti konzistentní přístup k identifikaci nebezpečí a řízení bezpečnostních rizik. Rizika kontroluje a případně je snižuje na přijatelnou úroveň nebo nad ni [15].



Řízení bezpečnosti civilního letectví se týká činností zahrnujících rozhodování, plánování, organizaci a regulaci za účelem dosažení cílů provozní bezpečnosti letectví, což zahrnuje nezbytnou organizační strukturu, odpovědnosti, zásady a postupy. Aplikací moderních principů řízení bezpečnosti a také analýzou mnoha nebezpečných faktorů lze rizika zmírnit a vyřešit z technických, organizačních a řídicích aspektů.

Řízení bezpečnosti letectví prošlo postupně několika významnými obdobími: věkem technologií, lidskými faktory, organizacemi a érou celého systému, ve které se právě nacházíme [14].

3.2. Systém povinného a dobrovolného hlášení událostí

Systém povinného i dobrovolného hlášení událostí je způsobem, jak zachytit a zaznamenávat události. Hlášení se podává pomocí vyplnění formuláře, který obsahuje otázky týkající se události a dalších souvisejících okolností. Hlášení událostí pomáhá zlepšit bezpečnost letectví tím, že zajišťuje, aby byly hlášeny, shromažďovány, ukládány, chráněny, vyměňovány, šířeny a analyzovány příslušné bezpečnostní informace.

Důležité je zdůraznit, že hlášení událostí není zaměřeno na připisování viny nebo odpovědnosti za danou událost. Místo toho podporuje neustálé učení a přispívá k bezpečnějšímu létání. Hlášení událostí pomáhají pokračovat v proaktivní práci tím, že identifikují bezpečnostní problémy a umožňují implementovat opatření dříve, než se tyto problémy zhorší nebo eskalují.

Celkově lze tedy říci, že události mohou být zachyceny a zaznamenány pomocí povinného nebo dobrovolného systému hlášení událostí. Tento systém přináší výhody v podobě shromažďování relevantních bezpečnostních informací, identifikace problémů a zlepšování bezpečnosti letectví prostřednictvím kontinuálního učení a implementace preventivních opatření.

3.3. Šetření leteckých nehod a incidentů

Důvodem pro šetření letecké nehody je, abychom efektivně odhalili nebezpečí, která vedla ke konkrétní nehodě nebo incidentu, a následně zavedli zmírňující opatření, jejichž cílem bude zabránit opakování při budoucí nehodě nebo incidentu.

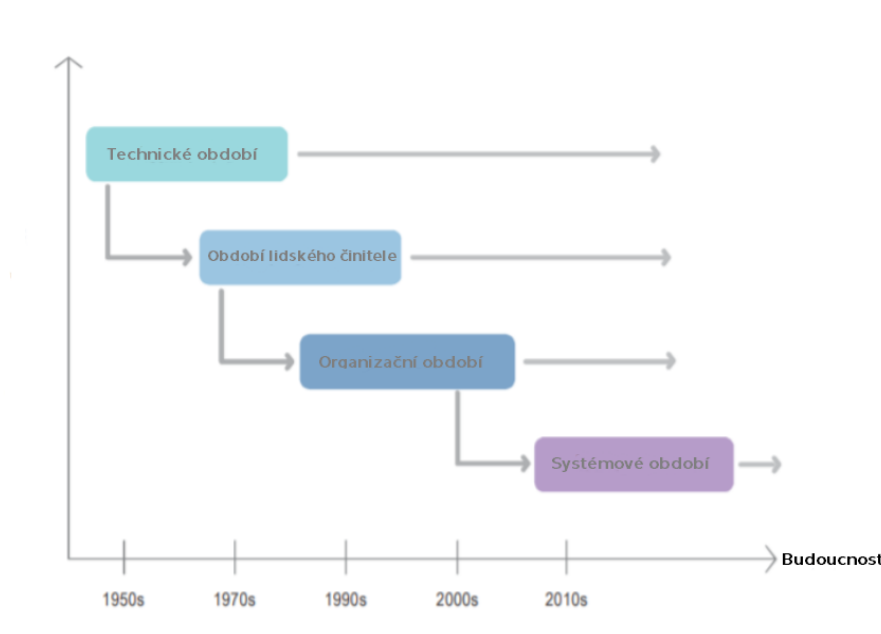
V průběhu šetření jsou obvykle identifikována další rizika, která potenciálně zvyšují pravděpodobné vystavení poškození a zranění.

Úkolem je vyvinout adekvátní proces šetření pro analýzu nehod a řešení hlavní příčiny a následně definovat vhodná zmírnění, která mohou být navržena a pokud budou implementována, mohou potenciálně snížit náklady spojené s budoucími nehodami.

Zkušenosti ukázaly, že nehodám často předcházejí incidenty a nedostatky související s bezpečností, které odhalují existenci bezpečnostních rizik. Bezpečnostní informace jsou proto důležitým zdrojem pro detekci potenciálních bezpečnostních rizik. Kromě toho, i když je schopnost poučit se z nehody zásadní, bylo zjištěno, že čistě reaktivní postupy mají omezené využití při pokračování ve zlepšování provozní bezpečnosti. Reaktivní přístupy by proto měly být doplněny proaktivními přístupy, které využívají jiné typy bezpečnostních informací k účinnému zlepšení bezpečnosti letectví.

3.3.1. Historický vývoj šetření leteckých nehod a incidentů

Vývoj šetření leteckých nehod a incidentů se stále zdokonaluje. V historii rozeznáváme čtyři na sebe navazující období, která jsou zobrazena na obrázku 2 a každé období má své typické metody šetření událostí [14].



Obrázek 2: Vývoj přístupu k bezpečnosti [14]

3.3.1.1. Technická éra

Technická éra se vztahuje k začátku 20. století a pokračovala až do konce 70. let, kdy se letectví objevilo jako forma civilní dopravy a jeho zjištěné bezpečnostní nedostatky byly spojeny s technickými poruchami nebo chybami [14].



Proto byla v té době hlavním cílem šetření a následné vylepšení systémů s ohledem na techniku a její faktory. Až do 50. let 20. století, kdy se technologie zdokonalovala a nehodovost klesala, se cíle vývoje postupně přesouvaly na předpisy a shodu [14].

V té době byly použity ke zkoumání leteckých nehod analýzy, jako například Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) nebo Fault Tree Analysis (FTA) [14].

FMEA

FMEA zahrnuje proaktivní identifikaci a eliminaci procesních a technických selhání za účelem předcházení nežádoucím událostem. FMEA identifikuje potenciální úzká místa nebo nezamýšlené důsledky při hodnocení stávajícího systému nebo procesu, to znamená, ještě před implementací nových procesů nebo zaváděním nových technických systémů. Jakmile zjistíme, jaké změny je třeba provést v procesu, musíme postupovat podle definovaných kroků [16]:

- Krok 1: Vybrat proces, který chceme analyzovat
- Krok 2: Stanovit a vybrat členy týmu
- Krok 3: Popsat proces
- Krok 4: Identifikovat, co by se mohlo pokazit během každého kroku procesu
- Krok 5: Vybrat problémy, které chceme odstranit
- Krok 6: Navrhnout změny ke snížení nebo prevenci problémů
- Krok 7: Měření úspěšnosti změn procesů

FTA

FTA se zaměřuje na pochopení kauzálního vztahu souvisejícího s událostí „nejvyšší úrovně“, která představuje nebezpečí, a postupně odkrývá po sobě jdoucí vrstvy se stejným formátem otázek, dokud nejsou identifikovány všechny přispívající faktory a základní příčiny [23].

FTA znázorňuje cestu k příčině události na základní úrovni založenou na riziku. Při analýze selhání umožňuje řetězec událostí znázorněný FTA řešiteli problémů vidět události vedoucí k příčině (nebo příčinám) [23].

Základní otázka při provádění analýzy zní: „Jaké chyby nebo selhání nižší úrovně by mohly způsobit nebezpečí?“ FTA se řídí konceptem booleovské logiky, která umožňuje vytvoření řady příkazů založených na True / False [23].



Výsledky pro každou událost jsou prezentovány v diagramu pomocí logických symbolů pro zobrazení závislostí mezi událostmi.

Existuje pět základních kroků k provedení analýzy stromu poruch [23]:

- Krok 1: Identifikujte nebezpečí
- Krok 2: Získejte porozumění analyzovaného systému
- Krok 3: Vytvořte strom chyb
- Krok 4: Identifikujte sady cest (Sady cest jsou jedinečné kombinace selhání, které mohou způsobit selhání systému.)
- Krok 5: Zmírněte riziko

3.3.1.2. *Éra lidského faktoru*

Stáří lidského faktoru se vztahuje k období od počátku 70. do poloviny 90. let. Na počátku 70. let se počet nehod výrazně snížil díky neustálému zlepšování technologií a rámce bezpečnostních předpisů. Letectví se stalo bezpečnějším způsobem dopravy a vyvíjející se bezpečnostní cíle se dále rozšířily na rozhraní člověk-stroj. Navzdory zdrojům investovaným do snižování lidských chyb jsou stále tyto chyby vyskytující se problémem. V té době byly některé modely použity ke zkoumání leteckých nehod. Typickým příkladem tohoto období je model SHELL [14].

SHELL

Model SHELL (obrázek 3) se skládá z pěti prvků [14]:

- Software (S): postupy a trénink
- Hardware (H): stroje a vybavení
- Environment (E): pracovní prostředí
- Liveware (L): další lidé na pracovišti
- Liveware (L): člověk (uprostřed)



Obrázek 3: Model SHELL [14]

System je studován pomocí modelu SHELL s cílem jasně pochopit, kde se práce provádí správně a kde je třeba věnovat větší pozornost. Použitím tohoto modelu při interním šetření lze zlepšit vlastní pracovní postup. Také je důležité, že tento model nezkoumá rozhraní, která nesouvisí s lidským činitelem, řadová zaměstnanci jsou klíčovým prvkem modelu SHELL a jsou umístěni ve středu modelu [14].

System má 4 rozhraní [14]:

- člověk-technický stroj (L-H) – zahrnuje ergonomii zařízení, vizuální umístění bezpečnostních informací a logické a intuitivní označování a používání spínačů nebo ovládacích prvků;
- člověk-software (L-S) – pokrývá postupy a předpisy, jak snadno je lze dodržovat a jak jsou jasné;
- člověk-člověk (L-L) – vztahy mezi lidmi na pracovišti;
- člověk-prostředí (L-E) – vztah mezi osobou a fyzickým prostředím (například teplota, osvětlení, hladina hluku, vibrace, a dokonce i kvalita vzduchu).

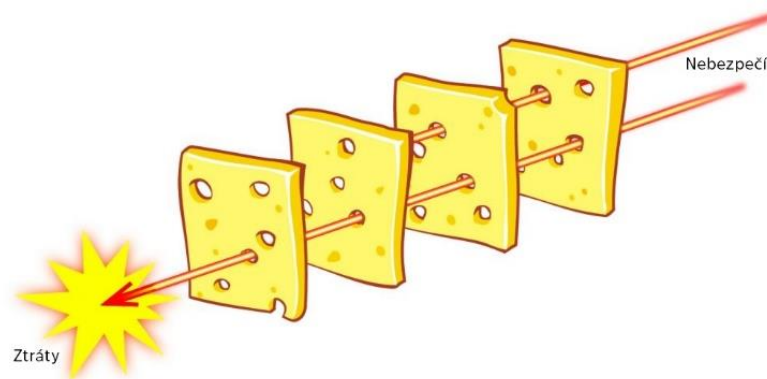
3.3.1.3. Organizační éra

Během 90. let začala organizace přistupovat k bezpečnosti ze systematického hlediska. Klasický reaktivní model, který se zaměřoval na identifikaci jednotlivých chyb a selhání, byl nahrazen proaktivním přístupem, který klade důraz na prevenci nehod a systematické řízení rizik. Organizace začaly chápat, že bezpečnost je výsledkem kombinace technických, lidských a organizačních faktorů a že je důležité analyzovat celý systém. Byl implementován nový proaktivní přístup k bezpečnosti, který představuje například Reasonův model [14].

Reasonův model

Jedná se o přístup k analýze nehod, který zdůrazňuje, že nehody nevznikají z jediné příčiny, ale jsou často důsledkem kombinace několika faktorů, které selhaly nebo byly narušeny.

Představte si švýcarský sýr nakrájený na plátky (obrázek 4). Každý plátek je vrstvou ochrany, každý otvor je selháním ochrany. Když vrstvy následují za sebou, pak jedna vrstva ochrany uzavře díru ve druhé vrstvě a tím zastaví nehodu [14].



Obrázek 4: Reasonův model [14]

Problémy, které se váží k jednotlivým bariérám jsou [14]:

- Organizační vlivy
- Nebezpečný dozor
- Podmínky pro nebezpečné jednání
- Nebezpečné jednání

Tento model zdůrazňuje potřebu zkoumat nejen konkrétní příčiny, ale také systémové nedostatky a interakce mezi faktory, které přispívají k vzniku nehod.

3.3.1.4. Éra celého systému

Postupem času se řízení bezpečnosti civilního letectví začalo posouvat ke standardizaci a systematizaci: budování strukturovaného rámce, budování systému, zavádění postupů a stanovování standardů [14].

S rostoucí modernizací civilního letectví a rostoucím rozsahem operací se dělba práce zpřesnila a výrobní spolupráce s různými průmyslovými odvětvími a různými místy v leteckém průmyslu se rozšířila. Civilní letectví udělalo velký skok v řízení bezpečnosti, když vybuodovalo pět systémů – systém dohledu, právní a regulační systém, systém



hlášení bezpečnostních informací, systém vnitřní regulace a systém řízení provozní bezpečnosti (SMS) [14].

V roce 2010 nastoupila éra celého systému. Celý letecký průmysl je vnímán jako systém, všichni poskytovatelé služeb a jejich systémy řízení bezpečnosti byly považovány za podsystémy, což státu umožňuje zvážit a sledovat vztahy mezi různými poskytovateli služeb a také to, jak spolupracují [14].

STAMP

Tradiční přístupy k bezpečnosti jsou nyní v některých případech zpochybňovány, a to s nástupem nových technologií a rostoucí složitostí dnešních systémů, které se snažíme budovat. Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP) je nový model bezpečnosti popsáný prof. Leveson a založený na přístupu systémového myšlení. Tím by měl přispět k vývoji a konstrukci bezpečnějších systémů. I když je model STAMP relativně nový, již se používá v medicíně, kosmickém, leteckém, obranném, jaderném a automobilovém průmyslu, stejně jako v dalších odvětvích. [17].

STAMP je tedy model kauzality nehod založený na systémové teorii a systémovém myšlení. STAMP integruje do inženýrské analýzy kauzální faktory, jako je software, lidské faktory, nové technologie, sociální a organizační design a kultura bezpečnosti, které v našich stále složitějších systémech hrají důležitou roli a proto mohou působit stále negativněji na bezpečnost [17].

Existují dvě základní metody založené na STAMP, těmi jsou Systems-Theoretic Process Analysis (STPA) a Causal Analysis using System Theory (CAST) [17].

STPA je analýza nebezpečí založená na STAMP, zatímco CAST je ekvivalentem pro analýzu nehod a incidentů. Tyto nástroje se stále více používají v různých průmyslových odvětvích [17].

STPA

STPA je proaktivní metoda, která zkoumá potenciální příčiny nehod během jejich vývoje, čímž umožňuje tyto příčiny řídit anebo eliminovat.

Základní kroky STPA [17]:

1. Stanovit cíl analýzy, ztráty a nebezpečí
2. Vytvořit řídicí strukturu zkoumaného systému



3. Identifikovat nebezpečné řídicí akce
4. Identifikovat možný vývoj ztrát (ztrátové scénáře)

CAST

CAST je reaktivní metoda, která umožňuje zkoumat vznik nehody či incidentu a identifikovat příčinné faktory, které způsobily nežádoucí stavy.

Základní kroky CAST [18]:

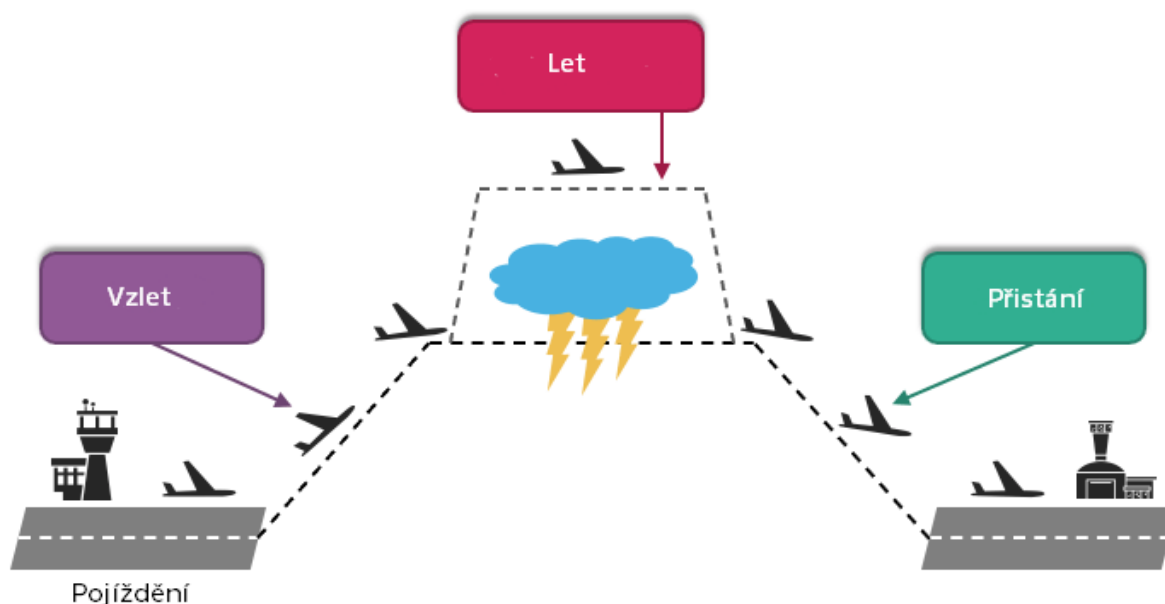
1. Shromáždění základních informací
2. Modelování řídicí struktury
3. Analýza každého prvku řídicí struktury
4. Analýza řídicí struktury jako celku
5. Vytvoření bezpečnostních doporučení a jejich implementace

4. Rešerše událostí letounu Tecnam P2002JF

Tématem bakalářské práce je analýza šetřených událostí letounu Tecnam P2002JF na bázi systémového přístupu.

Na začátku byl proveden sběr všech nehod a incidentů letounu Tecnam P2002JF z dostupných zdrojů, konkrétně z databáze Aviation Safety Network¹. Následně byly tyto nehody/incidenty podrobně zpracovány a pečlivě analyzovány. Výsledkem tohoto procesu bylo jejich rozdělení do čtyř základních kategorií, kterými jsou: pojiždění, vzlet, let a přistání (viz obr. 5). Podrobnější soupis nehod je uveden v kap. 4.1.

Nehody/incidenty letounu byly rozděleny na základě taxonomie ADREP (Accident or Incident Data Reporting System – Systém pro hlášení dat o nehodách nebo incidentech), která je souborem termínů používaných organizací ICAO. Ke kategorizaci nehod/incidentů byla využita její část "Event phases", která dokáže události rozdělit na fáze, během kterých došlo k letecké nehodě či incidentu. ADREP tak umožňuje tvořit analýzy trendů bezpečnosti podle událostí v každé z kategorií [22].



Obrázek 5: Fáze letu [20]

Taxonomie fází letu ADREP se skládá z následujících částí [20]:

- Primární fáze: stání (STD), pojiždění (TXI), vzlet (TOF), počáteční stoupání (ICL), let (ENR), manévrování (MNV), přiblížení (APR), přistání (LDG).

¹ Aviation Safety Network - <https://aviation-safety.net/database/databases.php>



- Sekundární fáze: nouzové klesání (EMG), nekontrolované klesání (UND), po dopadu (PIM), tlačení/odtahování (PBT), neznámé (UNK).

4.1. Nehody/incidenty letounu Tecnam P2002JF

V následujících popisích je možné najít volné shrnutí všech vyhledaných nehod.

1) Pojíždění [21]:

- 04.09.2012 – Pravý hlavní podvozek letadla F-HLAC se zhroutil při pojíždění na dráhu v mokré trávě.
- 04.05.2018 – Ulomila se pravá vzpěra hlavního podvozku letadla F-HAZA v místě spojení s trupem a došlo k poškození odtokové hrany křídla a pravé vztlačové klapky. Při kontrole prasklé vzpěry podvozku instruktor zjistil přítomnost koroze.
- 06.05.2018 – Potíže při zatáčení doprava s tím, že letadlo F-HAZC má trvalou tendenci zatáčet doleva. Posádka si všimla, že došlo k poškození předového podvozku, přičemž nosná náprava tlumiče přední nápravy byla zlomená.

2) Vzlet [21]:

- 04.05.2008 – Zvednutí předového kola letadla EI-LFC na začátku rozjezdu vedlo ke ztrátě kontroly směru v podmínkách bočního větru, což mělo za následek, že letadlo opustilo dráhu.
- 15.10.2009 – Při vzletu z travnatého letiště se letoun otočil doleva i přes použití plného pravého směrového kormidla. Vyjelo z ranveje, přešlo silnici a střetlo se se dvěma zaparkovanými vozidly.
- 06.06.2011 – Vývrtka.
- 26.10.2013 – Ztráta kontroly během vzletu.
- 06.02. 2016 – Při rychlosti 42 uzlů během rotace se letadlo setkalo s bočním větrem zprava, což způsobilo prudký náklon doleva a následné vyjetí z dráhy do pole sóji vedle. Tato situace nakonec vedla k převrácení letadla.
- 10.08.2017 – Letoun havaroval krátce po „touch and go“. Po nárazu došlo k požáru.
- 16.07.2018 – Krátce po vzletu letoun zaznamenal částečný pokles výkonu motoru.
- 19.08.2018 – Vážná událost, při které došlo k nebezpečnému přiblížení mezi startujícím lehkým letadlem a startujícím vrtulníkem, byla



způsobena tím, že pilot vrtulníku překročil osu dráhy bezprostředně před startujícím letadlem, aniž by předem vizuálně zkontroloval jeho polohu.

- 23.04.2022 – Během fáze vzletu na letišti „Guerrino Cesca“ letoun narazil do vinice.

3) Let [21]:

- 04.09.2009 – Indikace vysoké teploty oleje. Během návratu do Bankstownu selhal motor a pilot provedl vynucené přistání.
- 08.09.2013 – Problémy s elektronikou donutily pilotku nouzově přistát na poli. Bezpečně se vyhnula vysokonapětovému vedení, ale země byla příliš mokrá a přední kolo i vrtule byly následně rozbité.
- 12.11.2015 – Během cvičného letu ve výcvikovém prostoru se letoun s největší pravděpodobností dostal do vývrtky a srazil se se zemí.
- 25.03.2016 – Ztráta kontroly (hmotnost překročila limit).
- 01.04.2016 – Náráz do terénu.
- 02.02.2017 – Při vzletu se kokpit zaplnil kouřem. Bylo rozhodnuto provést vynucené přistání na pole, při kterém se zhroutil předový podvozek.
- 03.08.2017 – Pilot zjistil kouř v kokpitu a došlo k výpadku elektřiny, pilot provedl kontrolované přistání na dálnici.
- 04.08.2018 – Imitace poruchy motoru a nuceného přistání. Čtvrtá taková napodobenina skončila nehodou.
- 06.02.2019 – Došlo ke srážce ve vzduchu s ultralehkým letounem.
- 16.06.2019 – Srážka ve vzduchu.
- 12.02.2020 – (Přetažení) Během cvičného letu a za neznámých okolností letadlo narazilo do terénu a následoval požár.
- 08.07.2021 – Vývrтка.
- 23.09.2022 – Letadlo se zřítilo za neznámých okolností ve Vallée de Joux, na hoře Dent de Vaulion.
- 02.06.2023 – Pilot provedl nouzové přistání na poli v Castañares po technické závadě.

4) Přistání [21]:

- 09.09.2006 – Letadlo spadlo 120 m vlevo od dráhy 35, Rand Aerodrome.
- 11.03.2019 – Vynucené přistání v důsledku nedostatečného výkonu motoru, způsobeného chladicí kapalinou z nezajištěné hadice, kterou se nasává do pravých válců motoru.
- 03.10.2010 – Letoun se otočil, když se mu nepodařilo zastavit před koncem dráhy. Pilot a spolucestující byli v pořádku. Poškození: levé MLG



odstřižené, zborcené příďové kolo, poškozená montáž motoru, zlomená podpěra, ohnuté levé křídlo.

- 15.04.2012 – Došlo k nehodě letadla během přerušenoého přistání.
- 15.06.2013 – Přední a hlavní podvozek byl poškozen.
- 24.03.2014 – Letoun vybočil doleva, ulomil se příďový podvozek, pravé křídlo se dotklo dráhy a praskla vrtule.
- 30.08.2014 – Tvrdé přistání a vybočení z dráhy.
- 16.06.2015 – Pilot ztratil směrovou kontrolu během přistání, což mělo za následek nestabilní stáčení letadla. Levá hlavní podvozková noha se zhroutila, což způsobilo další deformaci křídla a klapky.
- 08.07.2015 – Nucené přistání po poruše motoru.
- 22.09. 2015 – Přistání mimo dráhu.
- 05.05.2016 – U letadla došlo ke zhroucení předního podvozku při přistání.
- 04.02.2017 – Letadlo narazilo na prahu dráhy a dostalo smyk přibližně 60 metrů doleva, a nakonec se zastavilo na trávě mezi pojezdovými drahami.
- 25.06.2017 – Letadlo přistálo příliš daleko na nezpevněné dráze a přešlo konec dráhy.
- 14.08.2017 – Letoun se dotkl země hlavním podvozkem, odrazil se a příďovým podvozkem narazil na dráhu.
- 23.06.2018 – Došlo ke ztrátě kontroly nad letadlem a následně došlo k nárazu na prahu dráhy.
- 08.06.2019 – Letadlo minulo ranvej a převrátilo se.
- 10.07.2019 – Letadlo se třikrát odrazilo od dráhy, což způsobilo poškození předního podvozku a vrtule. Příčinou byl nesprávný závěr manévru přistání, který vedl k neobvyklému kontaktu s dráhou.
- 01.02.2020 – Během manévru podrovnání docházelo ke snížení rychlosti, což způsobilo tvrdé přistání na přední podvozek.
- 20.06.2020 – Během přistání v době, kdy měl letoun již sníženou rychlost, se ulomila levá noha hlavního podvozku.
- 09.07.2020 – Ztráta kontroly způsobená asymetrickým brzděním během zpomalovacího manévru letadla na zemi.
- 14.07. 2020 – Letadlo havarovalo při přistávacím manévru na letišti, kdy levé křídlo ztratilo vztlak a došlo ke kontaktu s dráhou, což způsobilo zhroucení příďového podvozku a poškození vrtule, podvozku, křídla



a spodní části trupu. Pravděpodobnou příčinou nehody byla chyba manévru přistání a nedodržení postupů.

- 31.10.2020 – Letoun se převrátil během vynuceného přistání.
- 01.07.2021 – Při kontaktu s dráhou se zlomila noha předového podvozku, vrtule narazila na zem a letadlo se několik metrů vleklo po dráze, až se zastavilo na spodní straně přídě a dvou kolech hlavního podvozku.
- 20.07. 2021 – Letoun havaroval na letišti po nácvičku "touch and go".
- 12.10.2022 – Zlomený levý podvozek během brzdění při přistání na letišti Dreux-Vernouillet.
- 10.11.2022 – Letoun vyjel z dráhy během přistání.
- 20.05.2023 – Po přistání na letišti Gödöllő (LHGD) se zlomil přední podvozek letadla.



5. Metodika

Po provedení rešerše metodik pro šetření nehod pomocí systémového přístupu byla vybrána analýza Causal Analysis based on System Theory (CAST), jelikož se jedná o reaktivní metodu založenou na systémovém přístupu.

Tato kapitola obsahuje popis postupu při zpracovávání analýzy CAST a dále v práci následuje analyzování vybraných událostí. Na základě rozdělení událostí popsaného v minulé kapitole, budou z každé fáze letu vybrány dvě nehody/incidenty, celkem bude tedy v práci zkoumáno osm nehod/incidentů. Nakonec budou identifikovány bezpečnostní problémy související s letovými postupy a budou navržena případná nápravná opatření, která by mohla přispět k větší bezpečnosti provozu letounu Tecnam P2002JF.

5.1. Cíle pro CAST

Reaktivní metoda CAST je metoda, která umožňuje zkoumat vznik nehody či incidentu a identifikovat příčinné faktory, které způsobily nežádoucí stavy.

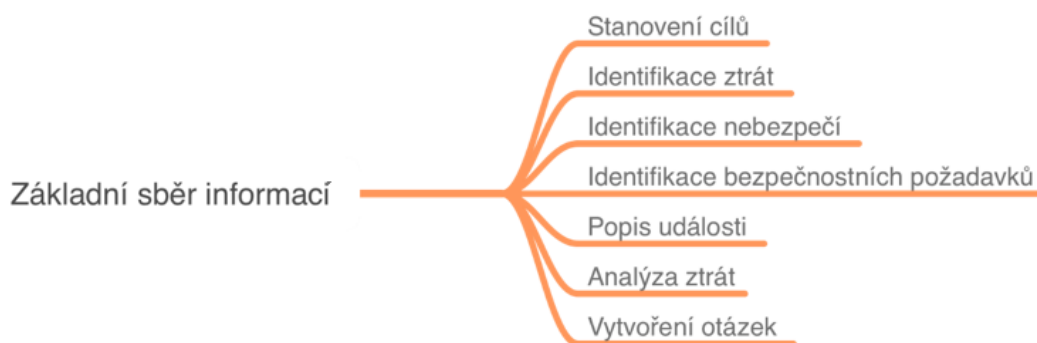
Provedení analýzy CAST v průběhu šetření nehody pomáhá identifikovat, jaké otázky je třeba zodpovědět a jaké informace je třeba během šetření shromáždit, aby bylo možné vytvořit komplexní vysvětlení, proč došlo ke ztrátě, a dále může pomoci formulovat doporučení, jak zabránit souvisejícím nehodám v budoucnu [18].

Protože příčina nehody je v modelu STAMP definována jako problém v řídicí struktuře, kdy právě v době události řídicí struktura nezabránila ztrátě, pak je cílem šetření nehody zjistit, proč řídicí struktura nebyla schopna prosadit nastavené bezpečnostní požadavky. Nehodou či incidentem jsou tyto požadavky porušeny, a je tedy cílem určit, jaké změny jsou v řídicí struktuře nutné, aby se předešlo podobné ztrátě v budoucnu. Vyšetřovatelé často zjistí, že na více úrovních struktury řízení, nejen na nižších úrovních, nebylo zajištěno dostatečné řízení.

Šetření nehod a incidentů metodou CAST se dělí na pět kroků [18]:

1) Shromáždění základních informací

První krok spočívá ve shromáždění dostupných dat a informací a vytvoření přehledu o události (viz obr. 6).



Obrázek 6: První krok CAST analýzy [18]

Metoda začíná identifikací hranic analyzovaného systému a následně se zaměřuje na identifikaci nebezpečí, která vedla ke ztrátě, požadavků, které musí být splněny a na provoz systému. Je důležité rozlišovat termín systémové nebezpečí a příčinu nebezpečí, která může způsobit selhání nebo nebezpečné chování systémové komponenty [18].

Po shromáždění těchto informací je nutné porozumět tomu, co se stalo v procesu řízení a zhodnotit, zda byly splněny požadavky na zmírnění nebezpečí, zda bylo bezpečnostní vybavení navrženo adekvátně, zda nechyběly nebo byly vhodné ovládací prvky, které by mohly zabránit nehodě. Dále se zkoumá možné selhání systému, nebezpečné interakce mezi součástmi systému a kontextové faktory, které mohly ovlivnit průběh události. Rovněž se hodnotí role jednotlivých složek systému během incident/nehody [18].

2) Modelování řídicí struktury

Každá událost šetřená pomocí CAST by měla být namodelována ve formě řídicí struktury. Řídicí akce jsou vazby mezi úrovněmi struktury a řídí procesy nebo prvky na nižších úrovních v hierarchii. Tyto řídicí akce prosazují bezpečnostní požadavky, za které je řídicí prvek odpovědný. K nehodám dochází, když tyto řídicí prvky poskytují nedostatečné řízení a bezpečnostní požadavky jsou porušeny chováním komponent nižší úrovně. Na každé úrovni hierarchické struktury může být nedostatečné řízení způsobeno chybějícími požadavky (nepřiřazená odpovědnost), neadekvátními příkazy řízení bezpečnosti, příkazy, které nebyly správně provedeny na nižší úrovni, nebo nedostatečně sdělenou či zpracovanou zpětnou vazbou k prosazení požadavků. Příčinou je vždy to, že řídicí struktura a řídicí prvky konstruované tak, aby zabránily nebezpečí, nebyly při předcházení nebezpečí účinné. Účelem CAST tedy je [18]:



- určit, proč a jak by mohlo být řízení v systému zlepšeno;
- vytvářet otázky a odpovídat na ně;
- identifikovat více řízení a požadavků.

3) Analýza každého prvku řídicí struktury

Metoda CAST se zaměřuje na identifikaci nedostatků v systému a hledá příčiny, které vedly k těmto nedostatkům. Dále tedy identifikuje role v události a hodnotí, zda byly jejich odpovědnosti splněny. Po dokončení a zdokumentování analýzy jednotlivých komponent lze vyvodit závěry o jejich úloze v průběhu nehody a navrhnout případná doporučení [18].

Analýza komponent klade důraz na generování otázek o průběhu události, které musí být během šetření zodpovězeny. Tím lze podrobně popsat, proč k nehodě došlo. Zvláštní pozornost je věnována následujícím problémům [18]:

- zodpovědnosti komponent související s nehodou;
- přispění (činnost, nečinnost, rozhodnutí) k nebezpečnému stavu;
- chybám v mentálním/procesním modelu přispívajícím k činnostem či rozhodnutím;
- kontextuálním faktorům vysvětlujícím činnosti, rozhodnutí a nedostatky procesního modelu.

4) Analýza řídicí struktury jako celku

Systémová analýza se zaměřuje na faktory, které ovlivňují chování a interakce všech složek spolupracujících v rámci řídicí struktury, aby se zabránilo nebezpečným stavům systému. Níže jsou uvedeny některé z důležitých systémových faktorů, které lze vzít v úvahu během analýzy [18]:

- komunikace a koordinace,
- bezpečnostní informační systém,
- kultura bezpečnosti,
- návrh/nastavení systému řízení bezpečnosti,
- změny a dynamika systému a jeho okolí v čase,
- vnitřní a vnější ekonomické a související faktory v systémovém prostředí, které ještě nebyly zahrnuty v analýze.



5) Vytvoření bezpečnostních doporučení a jejich implementace

Pokud byla analýza provedena důkladně, proces generování doporučení by měl být jednoduchý. Tato doporučení by se měla zaměřit na změny v řídicí struktuře, které by příště v podobné situaci mohly zabránit selhání a ztrátě [18].

Je důležité zajistit nejen dodržování doporučení, ale také poskytnout zpětnou vazbu, která zajistí, že doporučení jsou účinná při dosahování cílů a posilování bezpečnostního systému. Proces neustálého zmírňování rizik by měl být začleněn do programu řízení rizik, který monitoruje jak nebezpečí, tak i doporučení pro jeho snižování [18].

Existují tři klíčové požadavky pro vytvoření a implementaci doporučení [18]:

- určení odpovědnosti za implementaci doporučení;
- kontrola, zda byla doporučení implementována;
- zavedení systému zpětné vazby k určení, zda byla doporučení účinná.

Cílem je zajistit, aby se organizace neustále učila a zlepšovala své úsilí v oblasti řízení rizik, aby se potenciál ztrát v průběhu času snižoval [18].



6. Šetření nehod podle CAST

Prvním krokem byl sběr kompletních dat o všech nehodách letounu Tecnam P2002JF. Poté jsem tato data systematicky rozdělila do čtyř základních kategorií: pojiždění, vzlet, let a přistání [více kap. 4]. Tato kategorizace mi umožnila lépe organizovat informace a získat přehled o rozložení nehod v různých fázích letu.

Z každé kategorie byly následně (jako vzorek) vybrány dvě reprezentující nehody pro podrobný rozbor, který byl proveden s pomocí metody CAST.

Během analýzy pomocí CAST jsem se zaměřila na identifikaci příčin, které vedly k těmto vybraným nehodám, s cílem získat hloubkový pohled na možné bezpečnostní nedostatky v letových postupech. Cílem bylo odhalit potenciální nebezpečí a chyby ve stávajících procedurách, které mohou ovlivňovat bezpečnost letů.

V následujících podkapitolách je uveden podrobný rozbor osmi nehod a incidentů pomocí CAST, který je rozdělen do pěti klíčových kroků, které byly popsány v kapitole 5. Níže je pro každý krok uvedeno shrnutí postupu šetření vybraných nehod a jeho případných limitací:

Shromáždění základních informací: Šetření podle metodiky CAST začíná stanovením cílů analýzy a definováním rozsahu systému. Cílem šetření vedeného orgánem pro šetření leteckých nehod (např. v ČR je to ÚZPLN) je objasnit příčiny nehody a identifikovat faktory, které k ní přispěly.

Rozsah systému byl vždy definován na základě informací o prvcích zapojených do nehody ze závěrečné zprávy. Při určení rozsahu systému by vyšetřovatel vycházel z informací poskytnutých ze systému povinného hlášení událostí a z informací získaných na místě nehody, tedy ze zdrojů, které byly použity při šetření této nehody. Šetření podle CAST je v této práci prováděno pouze z informací závěrečné zprávy, což může přinášet nějaká omezení oproti klasickému šetření událostí. Nebezpečí, ztráty a bezpečnostní požadavky byly tedy stanoveny na základě závěrečné zprávy.

Modelování řídicí struktury: Po dokončení prvního kroku lze pokračovat na krok druhý, který spočívá v modelování řídicí struktury na základě známé události. Každá šetřená událost tedy obsahuje model řídicí struktury. Je důležité zdůraznit, že na řídicí vazbě mezi „Pilotem“ a „Řízením letounu“ je vždy uveden výčet kroků z AFM checklistu. Některé kroky checklistu na této řídicí vazbě by správně měly být uvedeny jako zpětná



vazba, ale pro zvýšení přehlednosti jsou kroky ponechány jako celek a zpětná vazba je zobecněna do bodů „Fyzický stav letounu“ a „Ověření správného provedení seznamu úkolů“.

Analýza každého prvku řídicí struktury: Třetím krokem navrženého postupu je určení úloh jednotlivých prvků během události, identifikace kontextuálních faktorů, odhalení chyb v mentálním nebo procesním modelu a formulace relevantních otázek. V tomto kroku je formou tabulek zahrnut i poslední pátý krok „Bezpečnostní doporučení“. Tato část obsahuje specifická doporučení pro každý prvek systému. Je důležité si uvědomit, že doporučení jsou tvořena pouze jako návrh, jelikož nejsou k dispozici všechny potřebné informace pro kompletní analýzu. Doporučení se opírají o informace získané v předchozích dvou krocích, a to jak na základě uvedených zodpovědností v tabulce, tak na základě vazeb v řídicí struktuře. V analýze každého prvku řídicí struktury byla použita obecná zodpovědnost, jelikož zkoumám nehody z různých států. Z tohoto důvodu bylo použito obecné znalosti o zodpovědnosti jednotlivých prvků řídicí struktury bez konkrétního zaměření na jednotlivé národní legislativy nebo specifické postupy. Otázky ve třetím kroku vznikají především z důvodu určení zodpovědností jednotlivých prvků a zjištění, zda existují nějaké nedostatky nebo chyby v současném modelu. Důležitost formulace relevantních otázek spočívá v tom, že umožňují přesněji identifikovat problematické oblasti a navrhnout případné zlepšení nebo řešení.

Analýza řídicí struktury jako celku: Ve čtvrtém kroku se opět pracuje s řídicí strukturou, tentokrát však probíhá její celková analýza. Současné postupy šetření však neobsahují všechny potřebné informační zdroje pro tento proces. Některé údaje potřebné pro odpovědi na otázky čtvrtého kroku nejsou v současných postupech šetření k dispozici. Během analýzy řídicí struktury jako celku je možné identifikovat více nedostatků v systému, které mohly přímo i nepřímo ovlivnit nastalou událost.

V rámci tohoto kroku je opět formou tabulek řešen i pátý krok „Bezpečnostní doporučení“.

Vytvoření bezpečnostních doporučení: V pátém kroku jsou bezpečnostní doporučení, která se vztahují k leteckým postupům. Tato doporučení jsou navržena tak, aby zvýšila úroveň bezpečnosti během letu a minimalizovala rizika spojená s prováděním leteckých postupů.



6.1. Pojždění: Koroze podvozku

„04.05.2018. Instruktor a jeho žák vzletli kolem 20:40. z letiště Saint-Cyr-l'Ecole s cílem provést okruhy s návratem do vyčkávacího bodu po každém přistání.

Instruktor uvedl, že přistání na dráhu 29 bylo trochu dlouhé, ale proběhlo bez problémů a brzdění bylo mírné.

Po uvolnění dráhy a ujetí asi 20 metrů mírnou rychlostí zaslechla posádka vrzání a letoun se otočil o 90° doprava a propadl se v trávě.

Posádka si všimla, že se v místě spojení s trupem ulomila pravá vzpěra hlavního podvozku a že došlo k poškození odtokové hrany křídla a pravé vztakové klapky.

Při kontrole zlomené vzpěry podvozku instruktor pozoroval přítomnost koroze [1].“

Shromáždění základních informací a modelování řídicí struktury

Tabulka 1: Shromáždění základních informací nehody 6.1.

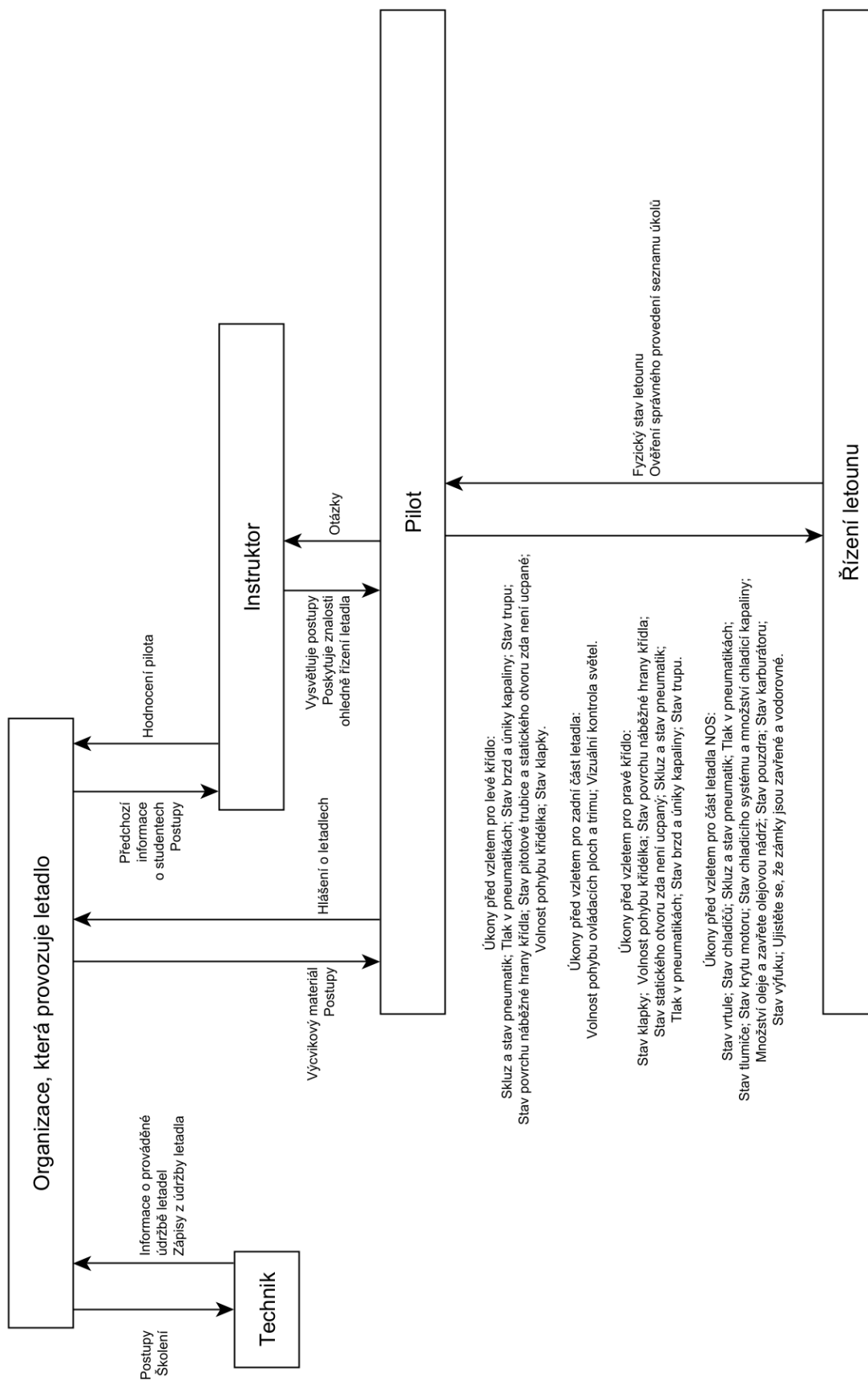
Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké školy
Nebezpečí	N-1: Porušení konstrukce letadla
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít k porušení konstrukce letadla

- K čemu došlo v řízeném procesu?

Došlo ke ztrátě kontroly nad řízením letounu, po výjezdu z dráhy se letadlu zlomil příďový podvozek, což bylo způsobeno korozí.

- Otázky:

Proč si nikdo nevšiml koroze předem?



Obrázek 7: Řídící struktura nehody 6.1. a 6.2.



Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 2: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.1.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Byla provedena předletová prohlídka letadla?</p> <p>Proč pilot nezjistil před letem, že letadlo mělo korozi na předřevém podvozku?</p> <p>Byla v checklistu zahrnuta položka týkající se prohlížení podvozkové nohy a dohledu nad korozí?</p>	<p>Pravidelně a důkladně kontrolovat každý krok během provádění checklistu, aby si byli piloti jisti, že provedli všechny nezbytné úkony. V případě potřeby se vrátit zpět a doplnit chybějící kroky.</p>
Instruktor	<ul style="list-style-type: none"> • Předávání znalostí, dovedností a technik potřebných k bezpečnému a efektivnímu provozu letadla. • Má za úkol ukázat a demonstrovat správné pilotní techniky a postupy. • Sleduje a hodnotí pokroky a dovednosti žáka pilota. • Odpovědný za zajištění bezpečnosti letu během výuky. 	<p>Bylo žákovi pilotovi ukázáno, jak provádět prohlídky letadla?</p> <p>Proč instruktor nezjistil před letem, že letadlo mělo korozi na předřevém podvozku?</p>	<p>Instruktor musí udělat letovou prohlídku po pilotovi-žákovi.</p>
Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Provádí pravidelné kontroly systému; • Údržba systémů a zařízení; • Používá měřidla a diagnostické testy k odhalení poruch; • Opravuje nebo vyměňuje poškozené části letadla; • Provádí odstraňování problémů; • Uchovává protokoly údržby a oprav; • Zajišťuje dodržování regionálních bezpečnostních předpisů; • Spolupracuje s ostatními mechaniky a elektrikáři 	<p>Má technik checklist pro kontrolu letadla?</p> <p>Kdy byla naposledy provedena celková kontrola letadla (byla ve správném časovém intervalu)?</p>	<p>Vytvořit checklist pro technika, pokud neexistuje.</p> <p>Hlídat časové intervaly mezi kontrolami letadla.</p>



Organizace, která provozuje letadlo	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla; 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Proč organizace nezajistila poctivé udržování letadel?</p> <p>Jak organizace dohlíží na techniky?</p>	<p>Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy.</p> <p>Organizace může využívat digitální verzi checklistů, což přispěje k efektivnějšímu procesu kontroly letadla.</p>
-------------------------------------	---	--	--

Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 3: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.1.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? • Mohl někdo, kdo létal dříve zaznamenat korozi a nenahlásit ji? • Mohl někdo, kdo létal dříve zaznamenat korozi a nahlásit, ale organizace informaci ignorovala? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést systém předání informací mezi prvky systému, pokud tato vazba chybí.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti, a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení pro techniky? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Nešetří organizace na údržbě letadel? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Byla změněna údržba v poslední době? • Neměnily se intervaly mezi pravidelnými kontrolami údržby? 	<p>Změnit intervaly mezi údržbou, pokud to situace vyžadují</p>

Bezpečnostní doporučení

Postup pro předletovou prohlídku letadla tvrdí: „Kontrola předního podvozku a pneumatiky: zkontrolujte tlak v pneumatice a stav kotoučů z gumového tlumiče“. Podle stanoveného postupu pro předletovou prohlídku letadla nebyla uvedena specifická položka týkající se kontroly podvozkové nohy. To mohlo vést pilota k tomu, že se spoléhal na postup a nepodíval se pod trup, a tak nezkontroloval přítomnost



korozí. Proto by bylo vhodné rozšířit bod kontroly předního podvozku v postupu předletové prohlídky.

6.2. Pojízďení: Poškození tlumiče předového podvozku

„06.05.2018 Po dokončení šesti letištních okruhů v Saint-Cyr-l'Ecole, které instruktor kvalifikoval jako „normální“, přistál pilot-žák na levé dráze 11 a pojížděl na parkoviště leteckého klubu. Při pojíždění po dráze 11 vpravo student sdělil svému instruktorovi, že má potíže s odbočováním vpravo a že letadlo má trvalou tendenci odbočovat vlevo. Instruktor převzal kontrolu a došel ke stejnému závěru. Protože se nemohl dostat na pojezdovou dráhu, zastavil letadlo na dráze. Posádka si všimla, že došlo k prasknutí předního podvozku, přičemž nosná náprava tlumiče předního podvozku byla zlomená na úrovni matice [2].“

Shromáždění základní informace

Tabulka 4: Shromáždění základních informací nehody 6.2.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti
Nebezpečí	N-1: Porušení konstrukce letadla
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít k porušení konstrukce letadla

- K čemu došlo v řízeném procesu?

Došlo ke ztrátě kontroly nad řízením letounu (pilot měl potíže s odbočením vpravo, protože letadlo mělo trvalou tendenci odbočovat vlevo), což bylo prasknutím tlumiče podvozku.

- Otázky:

Jak došlo k prasknutí tlumiče?

Byl tlumič prasklý i před letem?

Byla na podvozku korozí nebo únava materiálu?

Modelování řídicí struktury

Řídicí struktura u nehody 6.2. se shoduje s řídicí strukturou v nehodě 6.1., proto je k nalezení na obrázku 7.



Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 5: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.2.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Byla provedena předletová prohlídka letadla?</p> <p>Proč pilot nezjistil před letem, že letadlo mělo prasknutý tlumič na předovém podvozku, pokud tomu tak bylo?</p> <p>Byla v checklistu zahrnuta položka týkající se prohlížení podvozkové nohy a kontrola tlumiče?</p>	<p>Pravidelně a důkladně kontrolovat každý krok během provádění checklistu, aby si byli piloti jisti, že provedli všechny nezbytné úkony. V případě potřeby se vrátit zpět a doplnit chybějící kroky.</p>
Instruktor	<ul style="list-style-type: none"> • Předávání znalostí, dovedností a technik potřebných k bezpečnému a efektivnímu provozu letadla. • Má za úkol ukázat a demonstrovat správné pilotní techniky a postupy. • Sleduje a hodnotí pokroky a dovednosti žáka pilota. • Odpovědný za zajištění bezpečnosti letu během výuky. 	<p>Bylo žákovi pilotovi ukázáno, jak provádět prohlídky letadla?</p> <p>Proč instruktor nezjistil před letem, že letadlo mělo prasknutý tlumič na předovém podvozku, pokud tomu tak bylo?</p>	<p>Instruktor musí udělat letovou prohlídku po pilotovi-žákovi.</p>
Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Provádí pravidelné kontroly systému; • Údržba systémů a zařízení; • Používá měřidla a diagnostické testy k odhalení poruch; • Opravuje nebo vyměňuje poškozené části letadla; • Provádí odstraňování problémů; • Uchovává protokoly údržby a oprav; • Zajišťuje dodržování regionálních bezpečnostních předpisů; • Spolupracuje s ostatními mechaniky a elektrikáři. 	<p>Má technik checklist pro kontrolu letadla?</p> <p>Kdy byla naposledy provedena celková kontrola letadla (byla ve správném časovém intervalu)?</p>	<p>Vytvořit checklist pro technika, pokud neexistuje.</p> <p>Hlídat časové intervaly mezi kontrolami letadla.</p>
Organizace, která provozuje letadlo	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p>	<p>Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty i techniky, zda dodržují postupy.</p>



	<ul style="list-style-type: none"> • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla; 	<p>Proč organizace nezajistila poctivé udržování letadel?</p> <p>Jak organizace dohlíží na techniky?</p>	<p>Školení personálu.</p> <p>Organizace může využívat digitální verzi checklistů, což přispěje k efektivnějšímu procesu kontroly letadla.</p>
--	---	--	---

Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 6: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.2.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? • Měl někdo, kdo letěl s letadlem dříve, zkušenost, že by letadlo mělo tendenci odbočovat vlevo? Pokud ano, zaznamenal tuto zkušenost? • Pokud byla informace osobou zaznamenána, nebyla ignorována? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předávání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie, pokud to situace vyžaduje.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení pro techniky? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Nešetřila organizace na údržbě? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Byla změněna údržba v poslední době? • Neměnil se intervaly mezi vykonáváním údržby? 	<p>Změnit intervaly mezi údržbou, pokud to bude třeba.</p>

Bezpečnostní doporučení

Postup pro předletovou prohlídku letadla tvrdí: „Kontrola předního podvozku a pneumatiky: zkontrolujte tlak v pneumatice a stav kotoučů z gumového tlumiče“. Podle stanoveného postupu pro předletovou prohlídku letadla byla uvedena položka obsahující kontrolu tlumiče, ale prasknutí tlumiče mohlo nastat i během poježdění. Proto by bylo vhodné soustředit se na pravidelnou údržbu letadla a na to, aby piloti dodržovali postupy.



6.3. Vzlet: Ztráta kontroly nad letadlem během rozjezdu

„06.02.2016 ve 14:19 hodin UTC vzlítl pilot s instruktorem z letiště Morón za účelem provedení navigačního letu s letounem Tecnam P2002 JF, registrace LV-GKC. Plánovaná navigace spočívala v letu na letiště 25 de Mayo s návratem na letiště Morón. Let na letiště 25 de Mayo proběhl normálně, pilot bez problémů přistál na cílové destinaci.

Při přípravě na zpáteční let pilot nastartoval, pojížděl směrem k prahu dráhy 03 letiště 25 de Mayo a jakmile se dostal do polohy 90 stupňů od prahu, provedl odpovídající testy provozu letadla. Jakmile byl zarovnan na přední části dráhy, začal rozjezd a při dosažení rychlosti 42 uzlů se letadlo otočilo a pilot pocítil, že je ovlivněno bočním větrem z pravé strany. V tu chvíli letoun náhle změnil směr a zatáhl letadlo vlevo směrem ke kraji dráhy.

Vzlet nebyl přerušen na okraji dráhy, a proto letoun opustil dráhu do boku. Brzdění LV-GKC začalo, když se kola hlavního podvozku dostala do kontaktu s rostlinami sóji, které se nacházely na stranách dráhy. To způsobilo rychlé zpomalení a letoun se převrátil asi 14 metrů od levého okraje dráhy.

Posádka utrpěla lehká zranění a letoun opustila sama.

K nehodě došlo během dne a povětrnostní podmínky v době události byly dobré [3].“

Shromáždění základní informace

Tabulka 7: Shromáždění základních informací nehody 6.3.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti Z-3: Poškození infrastruktury Z-4: Zranění posádky
Nebezpečí	N-1: Zpomalení letadla během vzletu N-2: Ztráta kontroly nad letadlem N-3: Nevhodné podmínky kolem dráhy (sójové pole vlevo od dráhy) N-4: Vyjetí z přistávací dráhy
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít ke zpomalení letadla ve fázi vzletu BP-2: Nesmí dojít k ztrátě kontroly nad letadlem BP-3: V blízkosti dráhy musí být vhodné podmínky (nesmí dojít k tomu, aby se podvozek zapletl do rostlin rostoucích vedle dráhy) BP-4: Nesmí dojít k vyjetí z přistávací dráhy



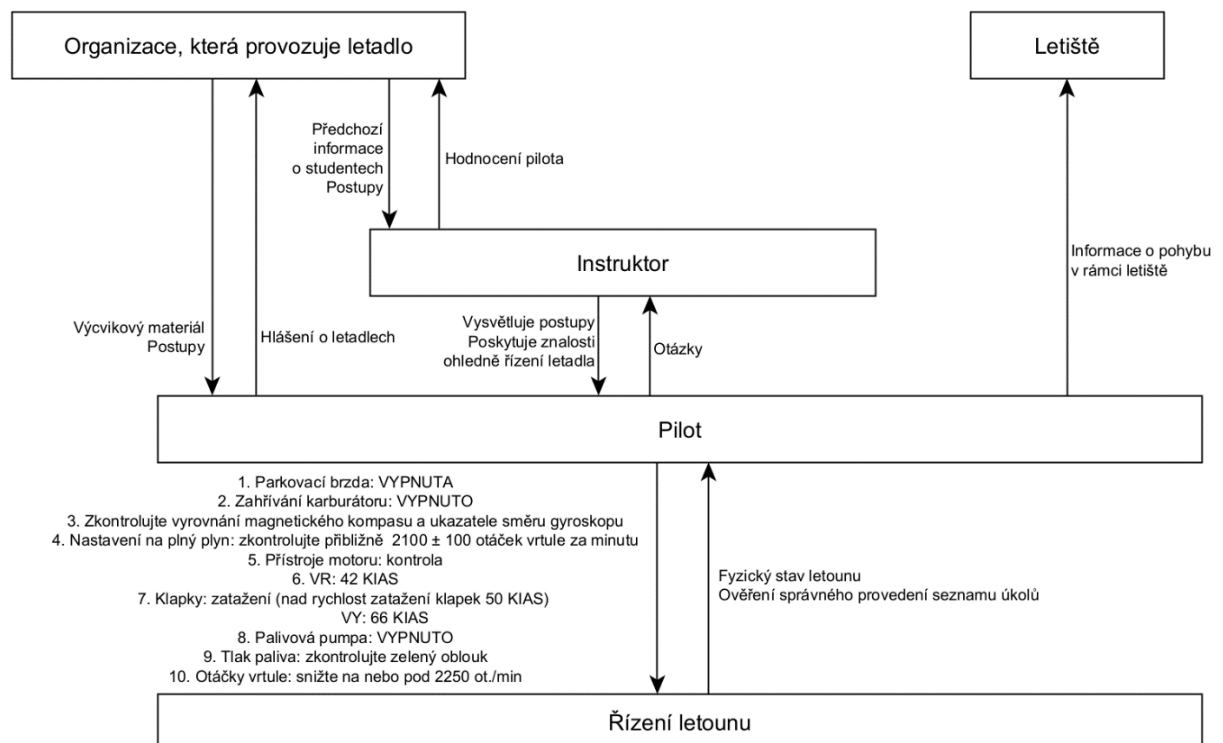
- K čemu došlo v řízeném procesu?

Pilotům se ztratila vizuální reference vlivem působení bočního větru, což jim znemožnilo udržovat vizuální orientaci při vzletu, a to vedlo k ztrátě kontroly nad řízením letounu.

- Otázky:

Proč pilot nepřerušil vzlet?

Modelování řídicí struktury



Obrázek 8: Řídicí struktura nehody 6.3.



Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 8: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.3.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Proč pilot neprovedl přerušený vzlet?</p> <p>Při vzletu s bočním větrem provedl opravu?</p> <p>Měl zkušenost s opravou bočního větru během vzletu?</p> <p>Mohl pilot začít rota ce dříve?</p> <p>Rychloměr ukazoval správně?</p> <p>Byla provedena předletová prohlídka letadla?</p> <p>Byla v checklistu zahrnuta položka týkající se kontroly rychloměru?</p>	<p>Pilot musí umět vzlétat s bočním větrem.</p> <p>Během předletové přípravy provést kontrolu vhodnosti letu s ohledem na boční vítr na základě zkušeností.</p>
Letiště	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpečnost letiště a provozu (dodržování bezpečnostních standardů, řádná údržba letištní infrastruktury a vybavení a správné zajištění pohybu letadel na letišti); • Dohled na životní prostředí; • Administrativní a právní záležitosti. 	<p>Sójové pole se nacházelo mimo bezpečnostní zónu letiště?</p>	<p>Monitorovat překážky v bezpečnostní zóně.</p>
Instruktor	<ul style="list-style-type: none"> • Předávání znalostí, dovedností a technik potřebných k bezpečnému a efektivnímu provozu letadla. • Má za úkol ukázat a demonstrovat správné pilotní techniky a postupy. • Sleduje a hodnotí pokroky a dovednosti žáka pilota. • Odpovědný za zajištění bezpečnosti letu během výuky. 	<p>Bylo pilotovi-žákovi ukázáno, jak provádět prohlídky letadla?</p> <p>Bylo pilotovi-žákovi vysvětleno, jak se chovat při vzletu s bočním větrem?</p> <p>Proč instruktor nezasáhl do řízení nebo rozhodování o letu?</p>	<p>Instruktor musí udělat letovou prohlídku po pilotovi-žákovi a musí ho naučit, jak se zachovat v různých situacích během letu.</p>



Organizace, která provozuje letadlo	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla; 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Jak organizace dohlíží na praktickou výuku a instruktory?</p> <p>Údržba rychloměru byla provedena podle plánu?</p> <p>Provádí organizace školení pro studenty a instruktory o letu s bočním větrem?</p>	<p>Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy.</p> <p>Organizace by měla pravidelně monitorovat praktickou výuku.</p> <p>Organizace by měla dbát na údržbu letadel.</p>
-------------------------------------	---	--	---

Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 9: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.3.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi instruktory? • Měl někdo z instruktorů zkušenost s tím, že by pilot-žák začínal rotace dříve? • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení zaměstnanců a studentů? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? • Měla organizace problém s neprováděním přerušení vzletu? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Mohla organizace šetřit na školení? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Změnily se intervaly školení? • Změnil se vyučující, který školil lety s bočním větrem? 	<p>Změnit intervaly mezi školením a monitorovat výuku jednotlivých instruktorů.</p>

Bezpečnostní doporučení

V současném AFM letounu pilot nemá k dispozici přesný postup, podle kterého by mohl zhodnotit svou schopnost vykonat let za dané situace, jako jsou povětrnostní podmínky. Proto by bylo vhodné zavést postup, při němž by pilot prověřil, zda všechny podmínky jsou v souladu se schopnostmi letadla i pilota.



6.4. Vzlet: Ztráta směrové kontroly letadla během vzletu

„04.05.2008 - Letadlo odlétalo z letiště Coonagh s pilotem a cestujícím. Vítr byl odhadnut ze směru 200 stupňů na 10-14 kts, což mělo za následek boční vítr. Když se letoun přiblížil ke vzletové rychlosti, otočil se doleva a opustil zpevněný povrch dráhy. Pilot pro nápravu použil plnou pravou směrovku, ale když se letadlo vrátilo na zpevněný povrch, zlomil se levý hlavní podvozek a poškodil ocasní plochu, když se pohyboval dozadu. Pilot přerušil vzlet, letoun prudce zpomalil a zastavil se v trávě na levé straně dráhy [4]“.

Shromáždění základní informace

Tabulka 10: Shromáždění základních informací nehody 6.4.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti Z-3: Poškození infrastruktury
Nebezpečí	N-1: Zpomalení letadla během vzletu. N-2: Ztráta kontroly nad letadlem. N-3: Porušení konstrukce letadla
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít ke zpomalení letadla ve fázi vzletu. BP-2: Nesmí dojít k ztrátě kontroly nad letadlem. BP-3: Nesmí dojít k porušení konstrukce letadla.

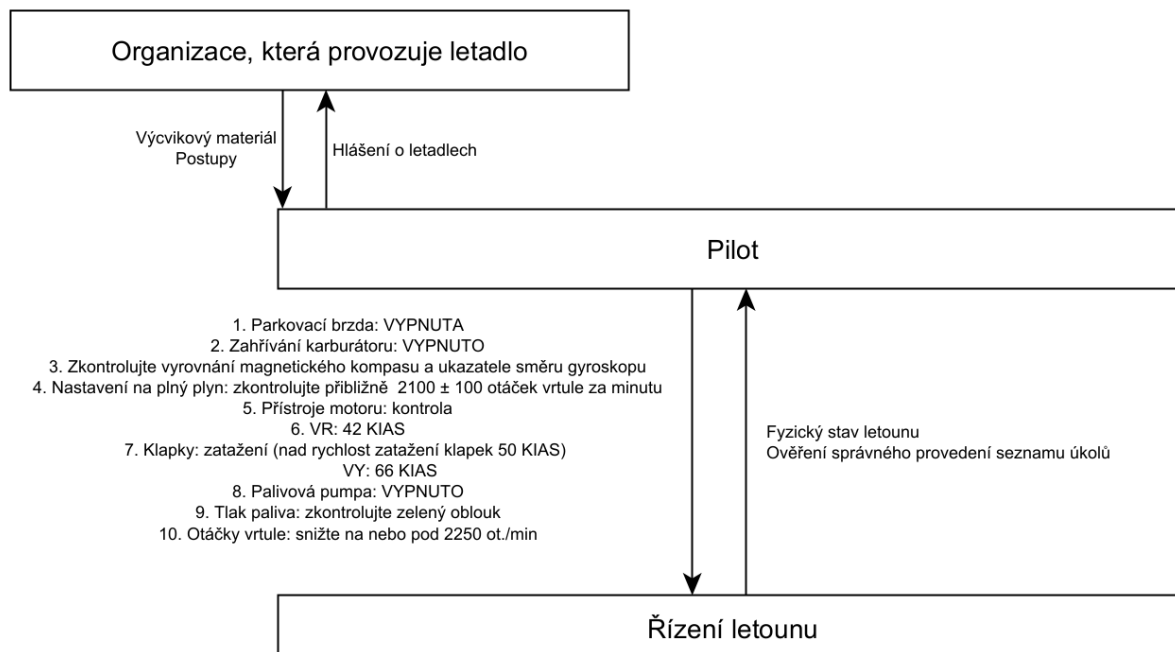
- K čemu došlo v řízeném procesu?

Pilot ztratil kontrolu nad řízením letounu při vzletu, následně došlo k poškození letadla a vzlet byl přerušen.

- Otázky:

Zkoušel pilot během svého výcviku vzlet za bočního větru?

Modelování řídicí struktury



Obrázek 9: Řídicí struktura nehody 6.4.

Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 11: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.4.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Proč pilot neprovedl přerušení vzletu?</p> <p>Při vzletu s bočním větrem provedl opravu?</p> <p>Měl zkušenost s opravou bočního větru během vzletu?</p> <p>Mohl pilot začít rotace dříve?</p> <p>Rychloměr ukazoval správně?</p> <p>Byla provedena předletová prohlídka letadla?</p> <p>Byla v checklistu zahrnuta položka týkající se kontroly rychloměru?</p>	<p>Pilot musí umět vzlétat s bočním větrem.</p> <p>Během předletové přípravy provést kontrolu vhodnosti letu s ohledem na boční vítr na základě zkušeností.</p>



<p>Organizace, která provozuje letadlo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla; 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Jak organizace dohlíží na výuku instruktorů?</p> <p>Jak organizace dohlíží na techniky?</p>	<p>Zajistit poctivu přípravu k letu s bočním větrem.</p> <p>Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy.</p> <p>Provádět údržbu rychloměru pravidelně podle stanovených intervalů.</p>
--	---	--	---

Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 12: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.4.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení zaměstnanců a studentů? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? • Měla organizace problém s neprováděním přerušného vzletu? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Mohla organizace šetřit na školení? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Změnily se intervaly školení? • Změnil se vyučující, který školil lety s bočním větrem? 	<p>Změnit intervaly mezi školením a monitorovat výuku jednotlivých instruktorů.</p>

Bezpečnostní doporučení

V současném AFM letounu pilot nemá k dispozici přesný postup, podle kterého by mohl zhodnotit svou schopnost vykonat let za dané situace, jako jsou povětrnostní podmínky. Proto by bylo vhodné zavést postup pro předletovou přípravu, při němž by pilot prověřil, zda všechny podmínky jsou v souladu se schopnostmi letadla i pilota.



6.5. Let: Pád letadla mezi obcemi Dány a Valkó

„25.03.2016 - krátce po 16:30 vzletěl pilot a cestující v letadle Tecnam P2002-JF z letiště Gödöllő. Po první zatáčce levého okruhu po vzletu zmizel signál odpovídače letadla z obrazovky radaru služby řízení letového provozu.

Vzhledem k tomu, že se letadlo krátce před západem slunce stále nevrátilo na letiště, informoval provozovatel policii o možném leteckém incidentu. Ztracené letadlo se dvěma oběťmi bylo identifikováno pátracím a záchranným vrtulníkem maďarských obranných sil mezi obcemi Dány a Valkó ráno dne 27.03.2016. Celková hmotnost letadla výrazně překročila příslušný limit.

Další letecké nehody, které se staly v krátkém časovém období této organizaci byly: 21.06.2015 letoun AT-3 (HA-VOA), 18.10.201 Cessna C-150 (HA-VOF) a 28.02.2016 Cessna C-152 (HA-VOK) [5].“

Shromáždění základní informace

Tabulka 13: Shromáždění základních informací nehody 6.5.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti Z-3: Poškození infrastruktury Z-4 Ztráty na životech
Nebezpečí	N-1: Přetížení letadla N-2: Ztráta kontroly nad letadlem
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít k přetížení letadla BP-2: Nesmí dojít ke ztrátě kontroly nad letadlem

- K čemu došlo v řízeném procesu?

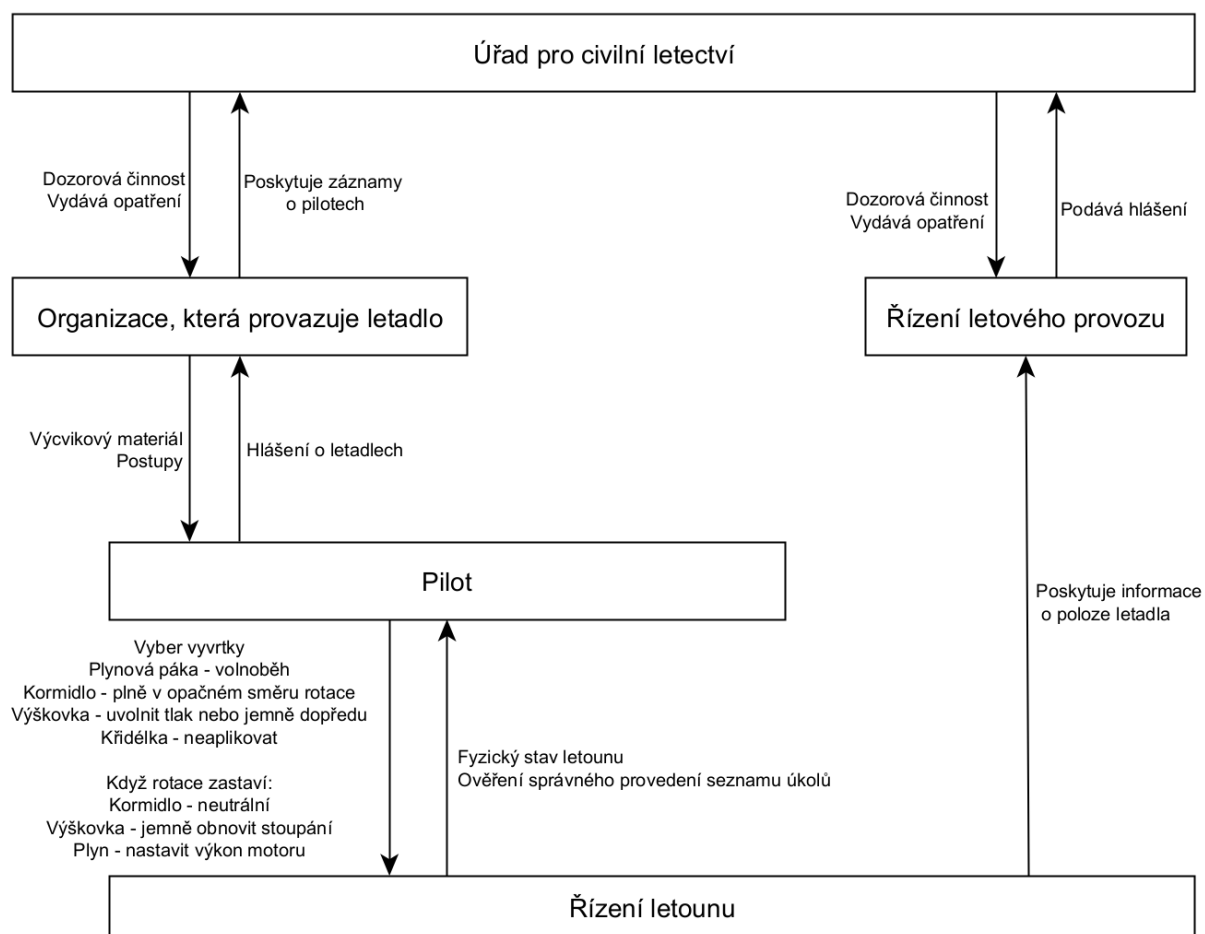
Pilot ztratil kontrolu nad řízením letounu. K události mohla nepřímo přispět i skutečnost, že celková hmotnost letadla výrazně překročila příslušný limit.

- Otázky:

Jak došlo k tomu, že pilot překročil limity celkové hmotnosti?

Proč došlo ke ztrátě kontroly nad letadlem?

Modelování řídicí struktury



Obrázek 10: Řídící struktura nehody 6.5.

Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 14: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.5.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Byla provedena předletová příprava?</p> <p>Byl proveden výpočet hmotnosti letounu?</p>	Důkladně provádět předletovou přípravu, včetně výpočtu hmotnosti letounu.
Organizace, která provozuje letadlo	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Jak organizace dohlíží na zaměstnance?</p>	Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy.



	<p>toho, aby údržba byla řádně zaznamenána;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla; 	<p>Provádí organizace školení pro zaměstnance?</p> <p>Proč se často vyskytují nehody v rámci organizace?</p> <p>Jaká bezpečnostní doporučení byla navržena po předchozích nehodách?</p> <p>Byl organizací nastaven jakýkoli nový postup výpočtu hmotnosti a vyvážení, který se liší od toho uvedeného v OM?</p>	<p>Organizace musí zdokonalit bezpečnostní kulturu.</p>
Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Provádí pravidelné kontroly systému; • Údržba systémů a zařízení; • Používá měřidla a diagnostické testy k odhalení poruch; • Opravuje nebo vyměňuje poškozené části letadla; • Provádí odstraňování problémů; • Uchovává protokoly údržby a oprav; • Zajišťuje dodržování regionálních bezpečnostních předpisů; • Spolupracuje s ostatními mechaniky a elektrikáři 	<p>Mohla být porucha odpovídače?</p> <p>Existovala před letem nějaká informace o nefunkčnosti letadla?</p>	<p>Zkontrolovat práci techniků v dané organizaci.</p>
Úřad pro civilní letectví	<ul style="list-style-type: none"> • Dohled nad civilním letectvím a zajištění bezpečnosti provozu. • Vytváření předpisů a norem pro civilní letectví. • Provádí inspekce a dohled nad leteckými společnostmi, aby zajistil soulad s předpisy a bezpečnostními standardy. • Vydávání leteckých licencí, osvědčení a povolení pro piloty, letecké společnosti a další zainteresované subjekty. • Monitorování statistik nehod a incidentů, vyšetřování příčin leteckých nehod a implementace opatření ke zlepšení bezpečnosti. • Dozor nad bezpečností cestujících, posádek a veřejnosti, a to prostřednictvím regulace a dohledu nad provozem civilního letectví. 	<p>Proč nouzový vysílač nebyl povinný (Commission Regulation (EU) No 800/2013 to 25 August 2016 ELT není povinné)?</p>	<p>Nouzový vysílač musí být povinný.</p>



Řízení letového provozu	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpečnost provozu letadel; • Kontrola letového provozu; • Řízení nouzových situací; • Komunikace s posádkami letadel; • Dodržování leteckých předpisů. 	Nemělo řízení letového provozu řešit ztrátu signálu od letadla dříve?	Zkontrolovat, že řízení letového provozu reaguje správně na podobné situace.
-------------------------	---	---	--

Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 15: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.5.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? • Pilot nekontaktoval řízení letového provozu po vzletu? Proč byl odpovídač vypnutý nebo ve standby? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení zaměstnanců a pilotů? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? • Měla organizace problém s nedodržováním postupů pilotů v minulosti? Pokud ano, jak se to řešilo? 	Školení personálu.
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Mohla organizace šetřit na školení? • Byl v organizaci nedostatek personálu? 	Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Proč organizace dostala licence po několika nehodách, které byly způsobeny organizační chybou? • Nezměnily se intervaly školení? 	Změnit intervaly mezi školeními.

Bezpečnostní doporučení

Podle stanoveného postupu pro inspekci kabiny je kontrola „hmotnosti a vyvážení“ položkou v postupech. Nicméně, bylo by lepší tuto kontrolu provést ještě před vstupem do kabiny, společně s přezkoumáním vlastní přípravy na let.



6.6. Let: Vývrтка během zkoušky PPL(A)

„12.02.2020 - Letoun vzletl z letiště Catania Fontanarossa (LICC) se dvěma osobami na palubě (instruktor a pilot-žák) k cvičnému letu pro získání průkazu způsobilosti PPL (Private Pilot License). Jak bylo zaznamenáno na QTB15 letounu I-CTAC, před vzletem 12. února 2020, na prvním letu měl letoun na palubě 100 litrů paliva, to znamená, že obě nádrže byly plné.

24 minut po startu, letoun I-CTAC narazil do země v zemědělské oblasti v Contrada Cannellazza, asi 6,5 km jihozápadně od Carlentini. Při nehodě přišli dva lidé o život a letadlo bylo zničeno.

ELT letounu se neaktivoval.

Bod dopadu předového kužele vrtule na zemi měl souřadnice N 37° 14 '54.6", E 014° 56' 43.3" (systém WGS84) a byl ve výšce asi 85 m / 280 stop (data shromážděna pomocí GPS). Oblast byla obecně rovinná, osázená pomerančovíky a obklopená kopci v sektorech jihovýchod, jih a jihozápad.

Zmíněný incident měl dva očitě svědky, kteří řekli, že pozorovali poslední fáze letu I-CTAC až po dopad na zem. Dva svědci, asi 1,35 km od místa havárie hlásili, že se letadlo pohybovalo jako „padající list“ a padalo shora s tak podivnými pohyby, že připomínalo model letadla. Poté, co letadlo sledovali po dobu asi 5/7 sekund, uviděli explozi, po níž následoval velký plamen trvající 2/3 sekundy a spoustu černého kouře [6].

Shromáždění základní informace

Tabulka 16: Shromáždění základních informací nehody 6.6.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti Z-3: Poškození majetku třetí osoby (došlo k požáru pole na místě, kde došlo k pádu letadla) Z-4: Ztráty na životech
Nebezpečí	N-1: Ztráta kontroly nad letadlem
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít ke ztrátě kontroly nad letadlem

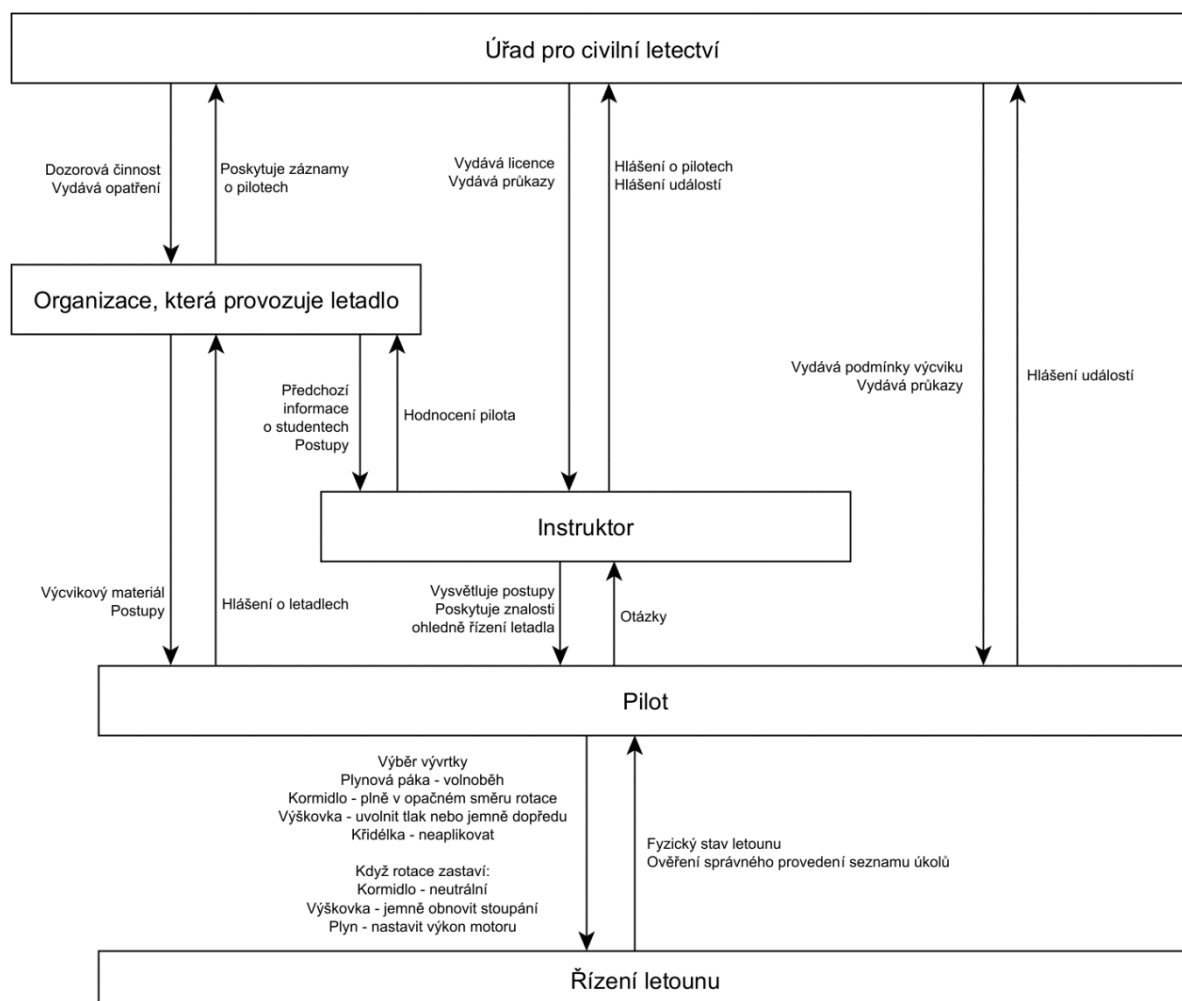
- K čemu došlo v řízeném procesu?

Došlo ke ztrátě kontroly nad řízením letounu. Došlo k vývrтке letounu.

- Otázky:

Jak došlo k tomu, že pilot uvedl letadlo do vývrtky?

Modelování řídicí struktury



Obrázek 11: Řídicí struktura nehody 6.6.

Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 17: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.6.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Proč pilot neprovedl vybrání z vývrtky?</p> <p>Měl zkušenost s výběrem vývrtky?</p> <p>Rychloměr ukazoval správně?</p> <p>Byla provedena předletová prohlídka letadla?</p>	<p>Trénovat vybrání z vývrtky a osvojit si správné postupy.</p>



<p>Instruktor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Předávání znalostí, dovedností a technik potřebných k bezpečnému a efektivnímu provozu letadla. • Má za úkol ukázat a demonstrovat správné pilotní techniky a postupy. • Sleduje a hodnotí pokroky a dovednosti žáka pilota. • Odpovědný za zajištění bezpečnosti letu během výuky. 	<p>Bylo pilotovi-žákovi ukázáno, jak provádět vybrání z vývrtky?</p>	<p>Instruktor musí naučit pilota-žáka vybrat vývrtku v certifikovaném letadle.</p>
<p>Organizace, která provozuje letadlo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla. 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Jak organizace dohlíží na výcvik?</p> <p>Údržba rychloměru byla provedena podle plánu?</p> <p>Provádí organizace školení pro studenty a instruktory vybrání vývrtky?</p> <p>Má organizace letadlo certifikované pro cvičení vývrtky?</p>	<p>Organizace nezajistila poctivě přípravu studentů, jak se chovat při vývrtce.</p> <p>Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy.</p> <p>Organizace musí zajistit provádění pravidelné údržby rychloměru a dalších částí letadla.</p>
<p>Úřad pro civilní letectví</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dohled nad civilním letectvím a zajištění bezpečnosti provozu. • Vytváření předpisů a norem pro civilní letectví. • Provádí inspekce a dohled nad leteckými společnostmi, aby zajistil soulad s předpisy a bezpečnostními standardy. • Vydávání leteckých licencí, osvědčení a povolení pro piloty, letecké společnosti a další zainteresované subjekty. • Monitorování statistik nehod a incidentů, vyšetřování příčin leteckých nehod a implementaci opatření ke zlepšení bezpečnosti. • Dozor nad bezpečností cestujících, posádek a veřejnosti, a to prostřednictvím regulace a dohledu nad provozem civilního letectví. 	<p>Prováděl úřad monitorování, kontrolu a standardizaci provedených manévrů na letounu Tecnam P2002JF?</p> <p>Dohlížel na výcvik organizace a jestli má organizace dostatečné vybavení?</p>	<p>Dohlížet na výcvik organizace a jestli má organizace dostatečné vybavení.</p>



Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 18: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.6.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi instruktory? • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? • Měl někdo z instruktorů zkušenost s tím, že by pilot nedělal to, co by měl dělat? • Pokud měl někdo z instruktorů zkušenost s tím, že by pilot nedělal to, co by měl dělat a nahlásil to, nebyla informace ignorována? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení instruktorů a studentů? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? • Měla organizace problém s nedodržováním postupů studenty? Pokud ano, jak se to řešilo? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Nešetřila organizace na školení? • Měla organizace dostatek personálu? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Měnily se intervaly školení? 	<p>Podle potřeby změnit intervaly mezi školením.</p>

Bezpečnostní doporučení

Podle AFM daného letadla existuje postup, jak provést vyvedení z vývrtky, pokud by se taková situace náhodně vyskytla. Součástí PPL zkoušky je i část nazvaná „zabránění vývrtky“. Je tedy možné říci, že letadlo bylo úmyslně uvedeno do vývrtky, aby byla tato dovednost ověřena a splněny požadavky pro získání pilotní licence. Je důležité zdůraznit, že tato část zkoušky musí být pečlivě kontrolována a řízena instruktorem, aby byla zajištěna maximální bezpečnost během takových manévřů.

6.7. Přistání: získání kvalifikaci instruktora

„23.06.2018 - Letadlo s pilotem-žákem na palubě provádělo průběžné navigační cvičení z letiště Waterford (EIWF) přes letiště Shannon (EINN) a letiště Cork (EICK) se záměrem vrátit se na EIWF. Během přistání na EICK došlo ke ztrátě kontroly nad letounem a došlo k nárazu na prahu dráhy (RWY) 16. Letoun se zastavil na prahu dráhy ve vzpřímené poloze se zlomeným levým hlavním a předovým podvozkem. Pilot-žák vystoupil z letadla bez zranění. Nebyl zde žádný požár [7].“

Shromáždění základní informace

Tabulka 19: Shromáždění základních informací nehody 6.7.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti
Nebezpečí	N-1: Ztráta kontroly nad letadlem
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít ke ztrátě kontroly nad letadlem

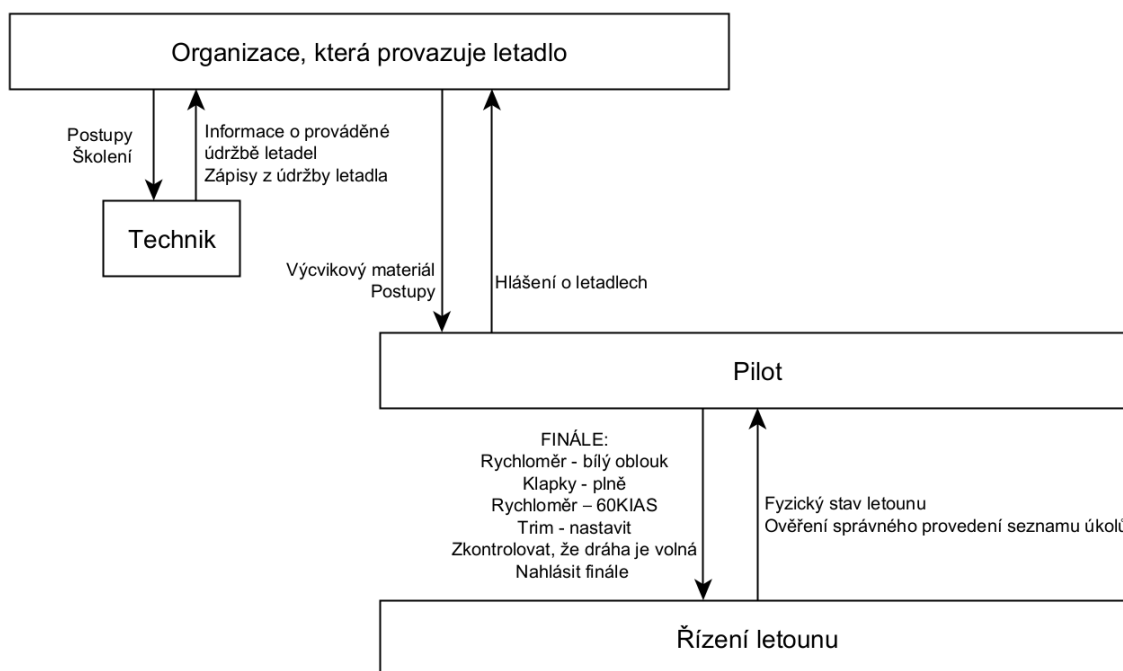
- K čemu došlo v řízeném procesu?

Došlo ke ztrátě kontroly nad řízením letounu.

- Otázky:

Jak došlo k tomu, že pilot ztratil kontrolu nad řízením letounu?

Modelování řídicí struktury



Obrázek 12: Řídicí struktura nehody 6.7. a 6.8.



Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 20: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.7.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Proč pilot neprovedl přerušení přistání? Proč pilot nereagoval na klesající rychlost letounu? Měl pilot zkušenost s přerušením přistání? Rychloměr ukazoval správně? Byl dostatečně (vizuálně) seznámen s prostředím při přiblížení, včetně svažitého terénu krátce před dráhou 16?</p>	<p>Před odletem by se měl pilot důkladně seznámit s přiblížením, které bude následovat.</p>
Organizace, která provozuje letadlo	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla. 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace? Jak organizace dohlíží na techniky? Údržba rychloměru byla provedena podle plánu? Provádí organizace školení pro studenty a instruktory o přerušení přistání?</p>	<p>Organizace musí zajistit poctivou přípravu studentů k přerušení přistání. Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy. Provádět údržbu rychloměru a dalších částí letadla podle plánu údržby.</p>
Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Provádí pravidelné kontroly systému; • Údržba systémů a zařízení; • Používá měřidla a diagnostické testy k odhalení poruch; • Opravuje nebo vyměňuje poškozené části letadla; • Provádí odstraňování problémů; • Uchovává protokoly údržby a oprav; • Zajišťuje dodržování regionálních bezpečnostních předpisů; • Spolupracuje s ostatními mechaniky a elektrikáři. 	<p>Mohl být problém v rychloměru? Byla poslední údržba letadla provedena kvalitně a podle plánu údržby?</p>	<p>Zkontrolovat, jestli jsou letadla v organizaci správně udržována.</p>



Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 21: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.7.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? • Zaznamenal někdo, kdo létal dříve tendenci, že by pilot nedělal to, co by měl dělat a nenahlásil to? • Pokud měl někdo z instruktorů zkušenost s tím, že by pilot nedělal to, co by měl dělat a nahlásil to, nebyla informace ignorována? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti, a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace pravidelná školení zaměstnanců a studentů? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? • Měla organizace někdy problém s kontrolou rychlosti studenta při přistání? Pokud ano, jak se to řešilo? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Mohla organizace šetřit na školení? • Měla organizace nedostatek personálu? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Jak často docházelo k výměně instruktorů u pilota-žáka? • Nebyl změněn interval mezi školením? 	<p>Navrhnout systém změny instruktorů pro piloty-žáky.</p> <p>Změnit intervaly mezi školením.</p>

Bezpečnostní doporučení

Při šetření nehody byla zjištěna informace, že pilot nebyl seznámen s přiblížením, které měl provést. Současný AFM letounu totiž pilotovi neposkytuje přesný postup, který by mu umožnil ověřit, zda nezapomněl něco důležitého během přípravy na let před tím, než nastoupil do letadla. Tímto nedostatkem se zvýšila zátěž pilota během přiblížení, protože musel lépe porozumět, co má dělat, a tak se mohl ocitnout v situaci, kde nerozpoznal, že je nutné přerušit přistání. Proto by bylo vhodné zavést postup pro předletovou přípravu, v němž by pilot prověřil, zda jsou všechny podmínky v souladu se schopnostmi letadla i pilota a zda má vše potřebné pro let.



6.8. Přistání: Ztráta směrové kontroly kvůli asymetrickému brzdění letadla

„09.07.2020 – U letounu Tecnam P2002-JF s registrační značkou LY-FTC došlo při cvičném letu ke zlomení příďového podvozku při přistání na dráze 13 letiště Lleida-Alguaire (Lleida).

Po vzletu z letiště Lleida-Alguaire a dokončení letu v délce jedné hodiny a padesáti minut pilot-žák přistál na letišti. Jakmile bylo letadlo ve fázi zpomalení v kontaktu s dráhou (na třech kolech), pilot-žák ztratil boční kontrolu nad letadlem a v prudké zatáčce doleva se zhroutil noha příďového podvozku. Vrtule narazila do povrchu dráhy a letadlo se posunulo o několik metrů po přistávací dráze, a následně se nezastavilo. Během zastavení bylo letadlo podpíráno pouze spodní částí přední části trupu a koncem pravé poloviny křídla.

Pilot-žák se nezranil, ale letoun byl těžce poškozen [8].“

Shromáždění základní informace

Tabulka 22: Shromáždění základních informací nehody 6.8.

Ztráty	Z-1: Poškození letadla Z-2: Ztráta dobrého jména letecké společnosti
Nebezpečí	N-1: Asymetrické brzdění
Bezpečnostní požadavky	BP-1: Nesmí dojít k asymetrickému brzdění

- K čemu došlo v řízeném procesu?

Došlo ke ztrátě kontroly nad řízením letounu kvůli asymetrickému brzdění při přistání.

- Otázky:

Proč letoun brzdil asymetricky?

Modelování řídicí struktury

Řídicí struktura u nehody 6.8. se shoduje s řídicí strukturou v nehodě 6.7., proto je k nalezení na obrázku 12.



Analýza každého prvku řídicí struktury

Tabulka 23: Analýza každého prvku řídicí struktury nehody 6.8.

Prvky	Zodpovědnost	Otázky	Doporučení
Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Provádění prohlídek letadel před a po letu; • Výběr bezpečných a efektivních letových tras; • Uchování platnosti dokumentu pro provozní účely; • Komunikace s požadovanými agenturami a zaměstnanci; • Zajištění bezpečnosti a pohodlí cestujících, posádky a letadla. 	<p>Proč pilot neprovedl symetrické brzdění?</p> <p>Brzda fungovala správně?</p> <p>Měl pilot-žák v pořádku svůj psychofyzilogický stav?</p>	<p>Provádět kontrolu stavu brzd před odletem a před přistáním v poloze „po větru“.</p>
Organizace, která provozuje letadlo	<ul style="list-style-type: none"> • Mít aktuální osvědčení letové způsobilosti a osvědčení o registraci letadla v letadle; • Udržování letadla ve stavu letové způsobilosti, včetně vyhovění všem příslušným AD a zajištění toho, aby údržba byla řádně zaznamenána; • Držet krok s aktuálními předpisy týkajícími se provozu a údržby letadla; • Okamžité informování leteckého rejstříku ÚCL o jakékoli změně trvalé poštovní adresy, o prodeji nebo vývozu letadla nebo o ztrátě způsobilosti k registraci letadla. 	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Jak organizace dohlíží na techniky?</p> <p>Údržba brzd byla provedena podle plánu údržby?</p> <p>Poskytuje organizace školení pro studenty a instruktory ohledně správného chování při asymetrickém brzdění?</p>	<p>Organizace by měla pravidelně monitorovat piloty, zda dodržují postupy.</p> <p>Provádět údržbu brzd podle plánu údržby.</p>
Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Provádí pravidelné kontroly systému; • Údržba systémů a zařízení; • Používá měřidla a diagnostické testy k odhalení poruch; • Opravuje nebo vyměňuje poškozené části letadla; • Provádí odstraňování problémů; • Uchovává protokoly údržby a oprav; • Zajišťuje dodržování regionálních bezpečnostních předpisů; • Spolupracuje s ostatními mechaniky a elektrikáři. 	<p>Mohla být problém s brzdami?</p> <p>Mohla být koroze na podvozkové noze?</p> <p>Kdy byla naposledy provedena pravidelná údržba letounu?</p>	<p>Zavedení checklistu pro údržbu letadel v případě, že dosud neexistuje.</p> <p>Změnit podle potřeb interval údržby letadel.</p>



Analýza řídicí struktury jako celku

Tabulka 24: Analýza řídicí struktury jako celku nehody 6.8.

	Otázky	Návrh doporučení
Komunikace a koordinace	<ul style="list-style-type: none"> • Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? • Nezaznamenal někdo, kdo létal s letadlem nebo pilotem-žákem dříve, tendenci letadla nebo pilota brzdit asymetricky? • Pokud někdo, kdo létal dříve, zaznamenal tendenci letadla brzdit asymetricky a nahlásil to, nebyla informace ignorována? • Pokud někdo z instruktorů zaznamenal tendenci pilota brzdit asymetricky a nahlásil to, nebyla informace ignorována? 	<p>Zavést systém hlášení, pokud není zaveden.</p> <p>Zavést lepší systém předání informací mezi prvky systému.</p>
Systém řízení bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Nastaly podobné události v minulosti, a jaká byla přijatá opatření? • Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? • Jsou sbírána všechna potřebná data? • Dělá organizace bezpečnostní studie? 	<p>Reagovat na systém hlášení.</p> <p>Organizace by měla dělat bezpečnostní studie.</p>
Kultura bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Jaká je kultura bezpečnosti organizace? • Provádí organizace školení zaměstnanců a studentů? • Jak funguje systém hlášení dané organizace? • Měla organizace potíže s asymetrickým brzděním? Pokud ano, jakým způsobem to bylo řešeno? 	<p>Školení personálu.</p>
Ekonomické faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? • Mohla organizace šetřit na školení? • Měla organizace nedostatek personálu? 	<p>Revize, zda je na řízení provozní bezpečnosti vyčleňováno dostatek prostředků.</p>
Změny v systému	<ul style="list-style-type: none"> • Jak často docházelo k výměně instruktora pilota-žáka? • Neproběhla v poslední době změna intervalů školení? 	<p>Navrhnout systém změny instruktorů pro piloty-žáky.</p> <p>Změnit intervaly mezi školením.</p>

Bezpečnostní doporučení

Po provedení důkladného šetření nebyl zjištěn žádný vliv postupu na vznik nehody. Všechny dostupné informace a důkazy naznačují, že postup byl řádně dodržen a nebyl přímo zapojen do příčiny nehody. Přesto by bylo vhodné zaměřit se na pravidelnou údržbu letadla a na to, aby piloti dodržovali postupy.



6.9. Výstupy ze šetření nehod pomocí CAST

V této kapitole bakalářské práce jsou prezentovány výsledky získané z analýz vybraných událostí pomocí metody CAST. Postupně jsou popsány klíčové závěry z této analýzy a jsou navržena konkrétní doporučení a postupy vycházející z těchto zjištění. Po provedení osmi šetření událostí pomocí metody CAST nebyl zajištěn žádný zásadní problém, který by se týkal samotné správnosti a důvěryhodnosti kroků v postupu (checklistu) letounu Tecnam P2002JF, ale je možné konstatovat, že šetření podle CAST přineslo mnoho dalších pohledů na danou problematiku událostí.

Během šetření vybraných událostí se objevily otázky, na které bylo třeba klást důraz a hledat odpovědi. Během procesu šetření jsem se pokusila najít alespoň některé odpovědi ze závěrečných zpráv v rámci událostí, avšak zjistilo se, že pro analýzu nejsou klíčové, jelikož by musely být přesnější. Z toho důvodu jsem zůstala na úrovni otázek a obecných doporučení vztahujících se k problematice. Přehled otázek, který vznikl v rámci šetření osmi událostí pomocí metodiky CAST, je uveden v tabulce 5.

Tabulka 25: Souhrn otázek, který vznikl v rámci systémového šetření osmi událostí

Otázky na prvky řídicí struktury	Pilot	<p>Byla vůbec provedena předletová prohlídka letadla?</p> <p>Byla v checklistu zahrnuta položka týkající se prohlížení podvozkové nohy a dohledu nad korozí?</p> <p>Měl pilot zkušenosti s manévrem, který by mohl potřebovat během letu (s přerušením vzletu, opravou bočního větru, výběrem vývrtky, přerušením přistání)?</p> <p>Byl proveden výpočet hmotnosti letounu?</p> <p>Byl dostatečně (vizuálně) seznámen s prostředím při přiblížení, včetně terénu?</p> <p>Měl pilot-žák v pořádku svůj psychofyziologický stav?</p>
	Instruktor	<p>Bylo pilotovi-žákovi ukázáno a vysvětleno všechno, co má vědět pro vykonání bezpečného letu?</p> <p>Proč instruktor s žákem neprovedli před letem důkladnou kontrolu letadla a přípravu k letu, aby zjistili možné problémy?</p>
	Organizace, která provozuje letadlo	<p>Jaká je kultura bezpečnosti dané organizace?</p> <p>Proč organizace nezajistila poctivé udržování letadel?</p> <p>Jak organizace dohlíží na zaměstnance a výuku?</p> <p>Údržba byla provedena podle plánu?</p>
	Technik	<p>Mohly nastat problémy s prvky letadla, které by mohly ovlivnit bezpečnost letu?</p> <p>Byla poslední údržba letadla provedena kvalitně a podle plánu údržby?</p> <p>Existovala před letem nějaká informace o nefunkčnosti letadla?</p>



		Má technik checklist pro kontrolu letadla?
	Úřad pro civilní letectví	Prováděl úřad monitorování, kontrolu a standardizaci provedených manévřů na letounu Tecnam P2002JF? Dohlížel na výcvik organizace a jestli má organizace dostatečné vybavení?
	Řízení letového provozu	Nemělo řízení letového provozu řešit ztrátu signálu od letadla dříve?
	Letiště	Sójové pole se nacházelo mimo bezpečnostní zónu letiště?
Otázky na strukturu jako celek	Komunikace a koordinace	Jak funguje komunikace mezi jednotlivými prvky systému? Mohl někdo zaznamenat chybu a nenahlásit ji? Mohl někdo zaznamenat chybu a nahlásit, ale organizace informaci ignorovala?
	Systém řízení bezpečnosti	Nastaly podobné události v minulosti, a jaká byla přijatá opatření? Funguje systém řízení bezpečnosti efektivně? Jsou sbírána všechna potřebná data? Dělá organizace bezpečnostní studie?
	Kultura bezpečnosti	Jaká je kultura bezpečnosti organizace? Provádí organizace školení zaměstnanců a studentů? Jak funguje systém hlášení dané organizace?
	Ekonomické faktory	Měly na nehodu vliv ekonomické faktory? Mohla organizace šetřit na školení? Měla organizace nedostatek personálu?
	Změny v systému	Neproběhla v poslední době změna intervalů školení? Jak často docházelo k výměně instruktorů u pilota-žáka? Neměnily se intervaly mezi pravidelnými kontrolami údržby?

Během šetření se častěji objevovaly otázky a bezpečnostní doporučení týkající se předletové přípravy, která není obsažena v současném AFM checklistu, ale mohla by být. Právě v souvislosti s tím byly následně prozkoumány také checklisty některých leteckých škol, které byly zapojeny do výše uvedených nehod, avšak nebyly nalezeny žádné známky postupu pro předletovou přípravu. Je však třeba poznamenat, že něco podobného již ale existuje například v letecké škole F AIR, spol. s.r.o. Proto lze navrhnout doporučení pro zavedení nového checklistu nazvaného „Předletová příprava“, který by bylo možné implementovat do AFM, aby byl dodržován ve všech leteckých školách. Tento seznam by mohl vypadat následovně:

1. Letecké a osobní dokumenty: Ověřte, zda jsou platné.
2. Počasí: vhodné.
3. Hmotnosti a vyvažení: v rámci bezpečnostních limitů.
4. Výkonnost a dolet letadla: vypočítány a jsou dostatečné.
5. Kontrola paliva: množství paliva na palubě odpovídá plánovanému letu.



6. Podání letového plánu: ověřte.
7. Letecké mapy: na palubě.
8. Sluchátka pro posádku: k dispozici.
9. Psychofyzilogický stav posádky:
 - I..... Illness (nemoc)
 - M..... Medication (medikace)
 - S..... Stress (stres)
 - A..... Alcohol (alkohol)
 - F..... Fatigue (únavu)
 - E..... Emotion (emoce)
10. Provozní schopnost letadla: letuschopné.

Tento nový checklist „Předletová příprava“ by mohl představovat klíčový nástroj pro piloty, který jim umožní zkontrolovat, zda jsou všechny důležité prvky pro bezpečný let v pořádku. Nový checklist by byl výhodný pro piloty a letecké společnosti, protože by přispěl ke zlepšení přípravy a k minimalizaci rizika nehod způsobených nedostatečnou předletovou přípravou. Současně by měla být prováděna pravidelná zpětná kontrola a zhodnocování účinnosti tohoto checklistu, aby bylo možné případně upravit nebo rozšířit jeho obsah tak, aby lépe odpovídal aktuálním potřebám pilotů a zajišťoval maximální bezpečnost letu.

Musím zdůraznit, že při tvorbě navržených doporučení jsem se snažila postupovat tak, jako by daný prvek svým nedostatkem přispěl k vzniku nehody. Záměrem bylo pokrýt co největší možnou škálu příčin a navrhnout doporučení, která by mohla pomoci předejít podobným událostem v budoucnosti. Jednotlivá doporučení jsou uvedena v tabulkách u šetření jednotlivých nehod v kapitolách 6.1. až 6.8, které se zaměřují na nehodu jako celek. Na konci šetření každé nehody jsou identifikována bezpečnostní doporučení spojená s letovými postupy, která vycházejí ze shrnutí každé nehody.



7. Diskuze

V diskusi se zaměřím na klíčové aspekty související s využitím modelu STAMP a jeho metody CAST pro šetření nehod a identifikaci nedostatků v systémech.

Metoda CAST poskytuje výhodný rámec pro analýzu komplexních systémů a odhalení širokého spektra nedostatků. Nicméně, implementace tohoto nástroje vyžaduje provést změny v současném přístupu k šetření nehod a incidentů. Je nezbytné, aby instituce, které používají tyto metody, přistoupily k transformaci procesů šetření a adaptaci nových postupů.

Existuje několik významných problémů, se kterými se lze setkat při použití metody CAST. Prvním problémem je rozmanitost jazyků používaných při šetření nehod, což může ztěžovat komunikaci a koordinaci mezi různými účastníky šetření, zejména v mezinárodním kontextu. Tento problém se ale pravděpodobně objevuje i při běžném šetření, stejně tak jako i problém druhý.

Druhým problémem je lidský faktor, kdy i když je vina (či přispění k události) určitého prvku systému jasná, účastníci mohou být motivováni utajit tyto informace, což může ovlivnit objektivitu celého šetření. Je proto důležité vytvořit prostředí, ve kterém se účastníci necítí nuceni tajit důležité informace a kde je důraz kladen na transparentnost a spolupráci.

Třetím problémem byl nedostatek informací při zpětném šetření, zejména v případech, kdy byla závěrečná zpráva o nehodě smazána nebo je v ní k dispozici jen velmi omezené množství informací. To může znemožnit důkladnou analýzu a identifikaci klíčových příčin nehody. Pokud se ale bude jednat o aktuálně šetřenou nehodu, zde je pak možnost získávat informace kontinuálně během šetření.

Čtvrtým problémem je komplexita provázanosti jednotlivých fází letu a možnost, že chyba v jedné fázi nemusí nutně znamenat chybu v postupu této fáze letu. To vyžaduje hloubkovou analýzu, aby bylo možné skutečně pochopit souvislosti a interakce mezi jednotlivými prvky a fázemi letu.

Každý provádí analýzu CAST trochu odlišně a neexistuje jednotný postup tvorby modelu, který by byl univerzálně použitelný pro všechny případy. Každá situace může být specifická a vyžaduje individuální přístup, což může způsobit určité potíže při aplikaci standardních postupů. Pro popsání nehod je třeba, aby měl člověk, který analýzu provádí, dostatek informací, nebo aby znal systém z vlastní zkušenosti. Některé



složitější případy mohou vyžadovat odlišný přístup než ty jednodušší, a proto je důležité, aby vyšetřovatelé byli schopni přizpůsobit postup tvorby modelu systému konkrétním podmínkám a potřebám šetřené události.

Během tvorby bakalářské práce jsem měla zkušenost i s proaktivní metodou STPA. V porovnání s metodou CAST přináší STPA opačný přístup, který se zaměřuje na systémové chápání a analýzu procesů. Díky této systémové perspektivě se můžeme soustředit na širší souvislosti a interakce mezi jednotlivými prvky letových postupů.

STPA umožňuje provést hloubkovou analýzu různých letových procesů a odhalit potenciální bezpečnostní rizika a slabiny v systému. Jejím silnou stránkou je schopnost odhalit systémové chyby a problémy dříve, než nastane událost. Společně s metodou CAST mohou tedy odhalit problémy, které nemusí být zřejmé při dnešních běžných postupech šetření nehod.

Na závěr lze konstatovat, že výsledky práce ukazují, že metoda CAST je cenným nástrojem pro zkoumání letových postupů a identifikaci bezpečnostních nedostatků. Nicméně, její efektivní implementace vyžaduje zvládnutí významných výzev a adaptaci současné praxe šetření, aby poskytla komplexnější a ucelenější pohled na letové postupy a mohla přispět ke zlepšení celkové letové bezpečnosti.



Závěr

Závěrem této práce je, že během šetření byly identifikovány určité problémy a nedostatky spojené s letovými postupy a bezpečností letounu Tecnam P2002JF. Pro identifikaci bezpečnostních problémů byla použita metoda CAST, která umožnila podrobnou analýzu vybraných nehod. Byly identifikovány faktory, jako je nedostatečná znalost postupů a absence postupu pro předletovou přípravu, které mohou přispívat k nehodám.

Závěr také poukazuje na nutnost zlepšení kultury bezpečnosti v organizaci a potřebu implementovat opatření, která sníží riziko budoucích incidentů. Důkladná školení a výcvik pilotů, pravidelná údržba letadel a dodržování příslušných kontrolních procesů jsou nezbytné pro zajištění bezpečnosti letových operací.

V neposlední řadě je také důležité upozornit na důležitost spolupráce a sdílení informací mezi organizacemi a autoritami, aby bylo možné vyvodit závěry z předchozích nehod a incidentů a zabránit jejich opakování v budoucnu. Poučení z těchto událostí a provádění vhodných opatření je klíčové pro bezpečnost leteckého provozu a ochranu životů a majetku.

Mezi limitace této práce patří omezený počet šetřených nehod. Jsem si vědoma, že zahrnují pouze osm případů nehod, což může omezit celkovou vypovídající hodnotu výsledků. Více případů by poskytlo širší a komplexnější pohled na letecké nehody a umožnilo by identifikovat ještě specifičtější vzorce a nedostatky v leteckých postupech. Nicméně, získání podrobných dat o leteckých nehodách a následná analýza může být časově náročná a někdy i omezená dostupností informací. Další limitací je také zaměření se pouze na časté nehody, což může způsobit vynechání méně častých, ale možná důležitých incidentů, které by mohly přinést další poznatky a závěry. Přesto věřím, že i s těmito omezeními má tato práce hodnotu a poskytuje užitečné informace pro zlepšení letecké bezpečnosti a řízení letových postupů.

V každém případě jsou získané poznatky z analýzy CAST cenným přínosem, který poskytuje vhled do klíčových faktorů a příčin nehod. Navržená doporučení a postupy mohou přispět ke zlepšení bezpečnostních standardů a k prevenci podobných událostí v budoucnu. Důležité je, že tato práce otevřela nové otázky a vyzdvihla potřebu dalšího zkoumání pro lepší pochopení celkové bezpečnosti a možných zlepšení



letových postupů nejen u letounu Tecnam P2002JF, zejména s ohledem na náročnost případů s fatálním výsledkem pro posádku.

Pro další výzkum je možné provést rozsáhlejší analýzu s větším počtem nehod a incidentů souvisejících s letounem Tecnam P2002JF a porovnat výsledky s použitím jiných analýz jako je například STPA. Dále je vhodné zavést pravidelné školení pro piloty a instruktory zaměřené na bezpečnostní postupy a prevenci nehod. Implementace doporučení z této práce by měla být zvážena organizacemi, které provozují letouny Tecnam P2002JF, a měla by být součástí jejich programu řízení rizik s cílem snížit riziko nehod a zlepšit letové postupy.



Seznam použité literatury

- [1] Accident to the Tecnam P2002 registered F-HAZA on 04/05/2018 at Saint-Cyr-l'Ecole [online]. 1. France: BEA, 2018 [cit. 2023-06-15]. ISBN BEA2018-0268. Dostupné z: <https://bea.aero/en/investigation-reports/notified-events/detail/accident-to-the-tecnam-p2002-registered-f-haza-on-04-05-2018-at-saint-cyr-lecole>
- [2] Accident du Tecnam P2002 immatriculé F-HAZC survenu le 06/05/2018 à Saint-Cyr-l'Ecole [online]. 1. France: BEA, 2018 [cit. 2023-06-15]. ISBN BEA2018-0269. Dostupné z: <https://bea.aero/les-enquetes/evenements-notifies/detail/accident-du-tecnam-p2002-immatricule-f-hazc-survenu-le-06-05-2018-a-saint-cyr-lecole-78/>
- [3] Accident to the Tecnam P2002 registered LV-GKC on 06.02.2016 at SADM [online]. Argentina: JIAAC, 2016 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://jst.gob.ar/files/informes/26085-16.pdf>
- [4] Accident to the Tecnam P2002 registered EI-LFC on 04.05.2008 at Coonagh Airfield [online]. Ireland: AAIU, 2009 [cit. 2022-06-15]. ISSN IRL00908035. Dostupné z: <http://www.aaiu.ie/sites/default/files/upload/general/11237-0.PDF>
- [5] Accident to the Tecnam P2002 registered HA-VOE on 25 March 2016 at Gödöllő [online]. 1. Hungary: Transportation Safety Bureau, 2016 [cit. 2023-06-15]. ISBN 2016-082. Dostupné z: <http://www.kbsz.hu/j25/dokumentumok/2016-082%20Final%20Report.pdf>
- [6] INCIDENTE occorso all'aeromobile Tecnam P2002 JF marche I-CTAC, in località Carlentini (SR), 12 febbraio 2020 [online]. Italy: ANSV, 2020 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <https://ansv.it/wp-content/uploads/2020/07/Preliminary-Report-I-CTAC.pdf>
- [7] ACCIDENT Tecnam P2002-JF, EI-WAT, Cork Airport, 23 June 2018 [online]. Ireland: CIAIAC, 2018 [cit. 2022-07-17]. ISSN IRL00918037. Dostupné z: <http://www.aaiu.ie/sites/default/files/report-attachments/REPORT%202019-007.pdf>
- [8] Accident to the Tecnam P2002 registered LY-FTC on 09.07.2020 at Lleida-Alguaire airport [online]. Spain: CIAIAC, 2020 [cit. 2022-07-17]. Dostupné z: https://www.mitma.gob.es/recursos__mfom/comodin/recursos/a-023-2020__final__report__nm.pdf



- [9] TECNAM P2002JF - Specification & Description [online]. 1. Italy: Tecnam, 2014 [cit. 2023-06-15]. ISBN -. Dostupné z:
<https://www.tecnam.com/wp-content/uploads/2015/05/P2002-JF.pdf>
- [10] TECNAM P2002JF - Aircraft Flight Manual [online]. 3. Italy: Tecnam, 2020 [cit. 2023-06-15]. ISBN 2002/028.
- [11] Risk Management Handbook [online]. 2. USA: FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1994 [cit. 2023-06-15]. ISBN FAA-H-8083-2. Dostupné z:
<https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/62/740/FAA-H-8083-2.pdf>
- [12] *METHODICAL GUIDANCE AND STANDARD OPERATING PROCEDURES* [online]. CZ: F-AIR, 2020 [cit. 2023-06-20].
- [13] The Use and Design of Flightcrew Checklists and Manuals [online]. USA: -, 1991 [cit. 2023-06-20]. ISBN 91/07. Dostupné z:
https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/data__research/research/med__humanfacs/oamtechreports/AM91-07.pdf
- [14] ICAO Doc 9859 Safety Management Manual. Fourth edition. Montréal, Quebec, Canada, 2018. ISBN 978-92-9249-214-4
- [15] Ministerstvo dopravy. Letecký předpis L19: Řízení bezpečnosti. Ministerstvo dopravy ČR, 2013. Dostupné také z:
<https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-19/index.htm>
- [16] STAMATIS, D. Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution. Milwaukee: ASQ Quality Press. 2003. ISBN 978-0-87389-598-9.
- [17] LEVESON, Nancy G. a John P. THOMAS. STPA Handbook [online]. 2018 [cit.2023-05-15]. Dostupné z:
https://psas.scripts.mit.edu/home/get__file.php?name=STPA__handbook.pdf
- [18] LEVESON, Nancy G. CAST Handbook: How to Learn More from Incidnets and Accidents [online]. 2019 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z:
<http://sunnyday.mit.edu/CASTHandbook.pdf>
- [19] ÚZPLN. Formulář pro povinné hlášení událostí [online]. [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: https://reporting.uzpln.cz/povinne__test.php



[20] Flight Phase Taxonomy. Skybrary [online]. [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.skybrary.aero/articles/flight-phase-taxonomy>

[21] Aviation Safety Database. Aviation Safety Network [online]. [cit. 2023-06-21]. Dostupné z: <https://aviation-safety.net/wikibase/type/SIRA>

[22] ICAO: ADREP Taxonomy [online]. [cit. 2023-06-24]. Dostupné z: <https://www.icao.int/safety/airnavigation/aig/pages/adrep-taxonomies.aspx>

[23] Fault Tree Analysis (FTA) and Event Tree Analysis (ETA) [online]. ICAO, 2014 [cit. 2022-06-26]. Dostupné z: <https://www.icao.int/sam/documents/2014-adsafass/fault%20tree%20analysis%20and%20event%20tree%20analysis.pdf>