

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vývoj metod pro snížení role lidského faktoru
u haváriích letadel

Elizaveta Chechetina

Bakalářská práce

2025

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Elizaveta Chechetina**
Osobní číslo: **D22164**
Studijní program: **B0716P040001 Technika, technologie a řízení letecké dopravy**
Téma práce: **Vývoj metod pro snížení role lidského faktoru u haváriích letadel**
Zadávající katedra: **Katedra letecké dopravy**

Zásady pro vypracování

V bakalářské práci bude řešena problematika snížení vlivu lidského faktoru na bezpečnost leteckého provozu na základě analýzy významných leteckých nehod a zkušeností pilotů z různých zemí. Bakalářská práce bude obsahovat:

- Analýzu dokumentů o významných leteckých nehodách,
- vyhodnocení klíčových faktorů ovlivňujících lidskou chybovost v letectví (nedorozumění, stres, únava, komunikace v posádce),
- shrnutí navržených opatření ke snížení vlivu lidského faktoru a jejich potenciální přínos,
- doporučení pro letecké společnosti a regulační orgány, včetně návrhů na další výzkum v této oblasti.

Rozsah pracovní zprávy: **35-45**
Rozsah grafických prací: **3-5**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: **PhDr. Stanislav Vojtíšek**
Katedra letecké dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. srpna 2025**

L.S.

doc. Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.
děkan

Ing. Michaela Ledvinová, Ph.D.
pověřená vedením katedry

V Pardubicích dne 25. února 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem Vývoj metod pro snížení role lidského faktoru u haváriích letadel jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 04. 8. 2025

Elizaveta Chechetina

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce, který mi poskytl mnoho užitečných informací a velmi pečlivě přistupoval ke každé otázce během psaní této práce. Také bych chtěla poděkovat Univerzitě Pardubice za to, že mi umožnila studovat obor, o kterém jsem dlouho snila, v prostředí skvělých spolužáků a vstřícného pedagogického sboru.

ANOTACE

V bakalářské práci bude řešena problematika snížení vlivu lidského faktoru na bezpečnost leteckého provozu na základě analýzy významných leteckých nehod a zkušeností pilotů z různých zemí. Bakalářská práce bude obsahovat:

- Analýzu dokumentů o významných leteckých nehodách,
- Vyhodnocení klíčových faktorů ovlivňujících lidskou chybovost v letectví (nedorozumění, stres, únava, komunikace v posádce),
- Shrnutí navržených opatření ke snížení vlivu lidského faktoru a jejich potenciální přínos,
- Doporučení pro letecké společnosti a regulační orgány, včetně návrhů na další výzkum v této oblasti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lidský faktor, bezpečnost, letecké doklady, letecké organizace, umělá inteligence

TITLE

Development of Methods to Reduce the Role of Human Factors in Aircraft Crashes

ANNOTATION

The bachelor's thesis will address the issue of reducing the impact of the human factor on aviation safety, based on an analysis of major aviation accidents and insights from pilots from various countries. The thesis will include:

- An analysis of documentation on significant aviation accidents,
- An evaluation of key factors influencing human error in aviation (miscommunication, stress, fatigue, crew communication),
- A summary of proposed measures to reduce the impact of the human factor and their potential benefits,
- Recommendations for airlines and regulatory authorities, including suggestions for further research in this area.

KEYWORDS

Human factors, safety, aviation documents, aviation organizations, artificial intelligence

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 Hlavní aspekty lidského faktoru	11
1.1 Únava.....	11
1.2 Stres	11
1.3 Komunikační problémy	11
1.4 Rozhodovací procesy.....	12
1.5 Kognitivní přetížení	12
1.6 Kulturní aspekty.....	12
2 PRŮZKUM PILOTŮ A INSTRUKTORŮ, ICAO A DALŠÍ DOKUMENTY	18
2.1 Dokument ICAO 10151 - Manuál o lidské výkonnosti.....	18
2.1.1 Základní definice	18
2.1.2 Pět principů lidské výkonnosti podle ICAO	18
2.1.3 Člověkem orientovaný návrh (Human-Centred Design).....	18
2.1.4 Systémové myšlení	19
2.1.5 Doporučení pro regulační orgány	19
2.2 Řízení bezpečnosti dle ICAO Dokument 9859 a jeho význam pro lidský faktor.....	19
2.2.1 Lidský faktor v kontextu SMS.....	19
2.2.2 Školení a příprava personálu jako nástroj ke snížení role lidského faktoru	20
2.2.3 Cíl školení.....	20
2.2.4 Hlavní oblasti školení	20
2.2.5 Používané metody.....	21
2.2.6 Vyhodnocení účinnosti školení.....	21
2.3 EASA a systém řízení bezpečnosti (SMS)	22
2.3.1 Co je Systém řízení bezpečnosti (SMS)	22
2.3.2 Přístup EASA.....	22
2.3.3 Hlavní oblasti, na které se EASA zaměřuje.....	22
2.3.4 Výzkumné aktivity a projekty	23
2.4 Mezinárodní přístupy k řízení bezpečnosti a lidského faktoru, International Air Transport Association (IATA).....	24
2.4.1 Školení a lidský faktor	24
2.4.2 Doporučení	24
2.5 Analýza výsledků dotazníkového šetření na téma „Lidský faktor v civilním letectví“.....	24

2.5.1	Hlavní příčiny leteckých nehod	25
2.5.2	Nejčastější chyby způsobené lidským faktorem.....	25
2.5.3	Doporučení ke zlepšení výcviku.....	26
2.5.4	Příčiny únavy a ztráty koncentrace.....	26
2.5.5	Postoj k automatizaci	26
2.5.6	Opatření ke snížení lidského faktoru	26
2.5.7	Metody a návyky, které pomáhají vyhnout se chybám	27
2.5.8	Celkový závěr	27
3	LETECKÉ NEHODY, KTERÉ JE SPOJENÝ S LIDSKÝM FAKTOREM	28
3.1	Nehoda na Tenerife - 27. března 1977.....	28
3.1.1	Průběh události	28
3.1.2	Závěr vyšetřovací komise Civil Aviation Accident and Incident Investigation Commission (CIAIAC)	28
3.1.3	Opatření a změny po katastrofě	29
3.2	Nehoda DC-9 u Charlotte	29
3.2.1	Průběh události	29
3.2.2	Závěr vyšetřovací komise National Transportation Safety Board (NTSB).....	30
3.2.3	Opatření a změny po katastrofě	30
3.3	Let Avianca 52-25. ledna 1990.....	30
3.3.1	Průběh události	30
3.3.2	Příčiny nehody	30
3.3.3	Opatření a změny po katastrofě	31
4	VÝZNAM VÝCVIKU A ZVYŠOVÁNÍ KVALIFIKACE POSÁDKY	32
4.1	Základní cíle výcviku	32
4.2	Typy výcviku	32
4.3	Význam opakovacího a adaptivního výcviku.....	33
4.4	Podpora ze strany mezinárodních organizací	33
4.5	Předpis AMC1 ORO.FC.230 - Výcvik a přezkoušení letové posádky.....	33
4.6	Předpis AMC1 ORO.CC.125 - Výcvik palubního personálu.....	33
4.7	Začlenění lidského faktoru	34
5	JIŽ EXISTUJÍCÍ METODY A MODERNÍ TECHNOLOGIE PRO MINIMALIZACI LIDSKÉHO FAKTORU V LETECTVÍ	35
5.1	Line Operations Safety Audit (LOSA).....	35
5.2	Threat and Error Management (TEM).....	35

5.3	Systemy hlášení - ASRS / ASAP / ECCAIRS.....	36
5.4	Competency-Based Training and Assessment.....	36
5.5	Fatigue Risk Management System (FRMS)	36
5.6	Checklisty a protokoly zaměřené na lidský faktor.....	37
5.7	Letové simulátory nové generace - např. CAE 7000XR (Airbus A320).....	37
5.8	Systemy podpory rozhodování - TAWS, TCAS, EGPWS.....	37
5.9	Adaptivní autopiloty - např. Airbus A350 Fly-by-Wire	38
5.10	Sledování únavy - systém Optalert nebo Smart Eye	38
5.11	Rozšířená realita - Boeing a Augmented Reality (AR) brýle pro údržbu.....	38
5.12	Umělá inteligence a analýza dat - systém (FOQA)	38
6	VLASTNÍ NÁVRH AI SYSTÉMU PRO SNÍŽENÍ Vlivu Lidského Faktoru	39
6.1	Krátký popis.....	39
6.2	Hlavní komponenty ACSS	39
6.3	Více kompletní prozkoumání a implementace systému	40
6.3.1	Snímání parametrů pilota pomocí různých senzorů v kabině.....	40
6.3.2	Sledování mikro pohybů hlavy a očí	40
6.3.3	Sledování tónu a frekvence řeči.....	41
6.4	Technické provedení.....	41
6.5	Shromažďování a přenos informací	42
6.6	Fungování umělé inteligence v systému ACSS.....	42
6.7	Proč je to aktuální právě teď	44
6.8	Náklady	44
	ZÁVĚR.....	45
	POUŽITÁ LITERATURA	47
	SEZNAM TABULEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	52
	SEZNAM ZKRATEK	53
	SEZNAM PŘÍLOH	55

ÚVOD

Lidský faktor hraje význačnou roli v letecké dopravě. Přestože se technologie neustále vyvíjí, letadla jsou bezpečnější a systémy přesnější, stále platí, že většina nehod a incidentů je způsobena právě lidskou chybou.

Nejde jen o chyby pilotů, ale také o selhání techniků, dispečerů nebo dalších členů posádky. To, že člověk zůstává nejslabším článkem i v tak technologicky vyspělém odvětví, jakým letectví je, ukazuje, jak důležité je hledat nové způsoby, jak tyto chyby co nejvíce omezit.

Lidský faktor je velmi široké téma. Zahrnuje například únavu, stres, špatnou komunikaci v kabině, ale i kulturní rozdíly nebo ztrátu koncentrace. V reálném provozu se to může projevit například tím, že pilot něco přehlédne, špatně vyhodnotí situaci nebo mu selžou reakce kvůli vyčerpání. Automatizace tomu pomáhá - spoustu věcí zvládnou moderní systémy za pilota - ale i to má svoje rizika. Pokud se totiž na technologii spoléháme až moc, hrozí, že ztratíme pozornost nebo přijdeme o důležité návyky, jako například ruční řízení letadla.

Když se mluví o lidském faktoru, často se zapomíná, že nejde jen o chyby. Jde i o to, jak je člověk schopný reagovat, přizpůsobit se a přemýšlet v nečekaných situacích. Právě schopnost spolupracovat v týmu nebo zachovat klid ve stresu je něco, co žádný stroj zatím nedokáže nahradit. Proto je důležité zaměřit se nejen na to, co člověk může pokazit, ale hlavně na to, jak ho můžeme lépe připravit, aby v krizových momentech obstál.

Velkou roli hraje i způsob výcviku. Nestačí, aby se pilot naučil ovládat letadlo. Musí umět přemýšlet, vnímat situaci jako celek, dobře komunikovat s ostatními členy posádky a nebát se přiznat chybu.

Cílem této práce je podívat se na to, jaké metody a přístupy se dnes v letectví používají k tomu, aby se snížila pravděpodobnost lidské chyby. Zaměřit na to, co doporučují velké letecké organizace jako European Aviation Safety Authority (EASA), International Civil Aviation Organization (ICAO) nebo International Air Transport Association (IATA), a co se už reálně používá v praxi - například při výcviku pilotů, v leteckých školách nebo u dopravců.

Důležitou částí bude také dotazník, který jsem připravila pro piloty a instruktory, abych zjistila, jak se na tohle téma dívají oni sami, co podle nich funguje a co by naopak potřebovalo zlepšit.

Téma lidského faktoru si zaslouhuje zvláštní pozornost nejen kvůli jeho přímému dopadu na bezpečnost letů, ale i z hlediska dalšího vývoje leteckého vzdělávání, automatizace a celkové kultury bezpečnosti v letectví.

1 HLAVNÍ ASPEKTY LIDSKÉHO FAKTORU

Lidský faktor v letectví se netýká pouze individuálních chyb, ale také celkového lidského fungování ve složitém, náročném a často stresujícím prostředí. Abychom lépe pochopili, jak k těmto chybám dochází a jak jim předcházet, je nutné nejprve pochopit klíčové složky lidského faktoru. Následující část zkoumá klíčové oblasti, které přímo ovlivňují chování a výkon pilotů a ostatních členů posádky.

1.1 Únava

Prvním a jedním z nejdůležitějších faktorů, se kterým se každý pilot setkává, je únava. Dlouhé pracovní směny, nepravidelný spánek, různá časová pásma, noční lety a stres mohou ovlivnit schopnost posádky soustředit se, rychle reagovat v krizových situacích a rozhodovat se. Únava může být doprovázena pomalejšími reakčními časy, zhoršenými kognitivními funkcemi (jako je paměť, koncentrace a schopnost správně analyzovat situaci), neschopností rozpoznat nebo správně reagovat na neobvyklé situace, nárůstem chyb při provádění rutinních úkolů a zíráním do jednoho bodu bez mrknutí oka.

1.2 Stres

Stres je obvykle způsoben osobními problémy nebo pracovní zátěží a může mít negativní vliv nejenom na individuální výkon, ale i na rozhodování a výkon celé posádky. Stresové situace mohou vznikat nejen během letu, ale také při přípravě, přesunu na letiště nebo při komunikaci s řídicí věží. To zase může vést ke zvýšené agresivitě nebo napětí ve vztazích mezi členy posádky, chybám v rozhodování nebo nedostatečnému hodnocení rizik a zvýšené pravděpodobnosti „tunelového vidění“, když je pozornost zaměřena pouze na jednu věc a ostatní faktory jsou ignorovány.

1.3 Komunikační problémy

Komunikace je základním prvkem bezpečnosti letu. Selhání komunikace může vést k nedorozuměním, která mohou mít vážné následky. Mezi klíčové komunikační problémy patří jazykové bariéry (např. mezi pilotem a řídicími v různých zemích), špatná nebo nejednoznačná komunikace mezi členy posádky, různé interpretace informací nebo pokynů a kultura a hierarchie v posádce, kde mohou mít mladší členové posádky potíže s vyjádřením svých obav svým nadřízeným.

1.4 Rozhodovací procesy

Rozhodování je klíčovým faktorem pro bezpečný let. Špatná nebo neoptimální rozhodnutí mohou mít vážné důsledky. Lidská rozhodnutí mohou být ovlivněna kognitivními zaujatostmi (např. konfirmačním zkreslením, kdy člověk hledá pouze informace, které podporují konkrétní rozhodnutí), sociálním tlakem (např. tlakem na dodržování letového plánu) a nedostatkem zkušeností nebo výcviku pro konkrétní krizové situace.

1.5 Kognitivní přetížení

Kognitivní přetížení nastává, když je mozek zahlcen příliš velkým množstvím informací najednou, což vede ke ztrátě schopnosti efektivně zpracovávat podněty a reagovat na ně. V letectví se to může projevit například v situacích, kdy je vykonáváno příliš mnoho úkolů současně (multitasking), provozní situace se rychle mění, plány je třeba rychle přehodnocovat a reagovat na ně nebo v nepřehledné či chaotické situaci, kdy je obtížné odlišit relevantní od nepodstatných informací.

1.6 Kulturní aspekty

V některých kulturách je rozhodování více založeno na konsensu. To znamená, že důraz je kladen na sjednocení členů týmu. To může vést k opožděným reakcím v situacích, kdy je potřeba rychlá rozhodnutí. Naopak v kulturách s „autoritativním“ rozhodováním, kde rozhoduje vůdce (např. v některých zemích Blízkého východu nebo v Asii), mohou nastat problémy, pokud je vedení příliš přísné a nebere v úvahu názory ostatních členů týmu. Také různé kultury mají různé hodnoty, světový náhled, nebo dokonce, co je nejbanálnější, mohou různě vyjadřovat stejné myšlenky, což vede k nedorozuměním.

Tyto faktory, jednotlivě nebo v kombinaci, mohou vést k vážným bezpečnostním problémům. Proto je důležité soustředit se na vývoj metod a nástrojů, které pomohou minimalizovat vliv lidského faktoru na bezpečnost leteckého provozu.

Pro omezení problémů a lepší pochopení této oblasti byly vyvinuty následující modely lidského chování:

Model Shell

Představuje vztah mezi lidským faktorem a leteckým prostředím.

Model Shell vznik

Ideovým tvůrcem konceptu lidských faktorů je prof. E. Edwards, který v roce 1972 navrhl systém zdokonalení bezpečnosti amerických elektráren. Za klíčové složky takového systému určil 4 oblasti: software (S), hardware (H), prostředí (E) a člověka (L). Jeho koncept podle začátečních písmen jednotlivých oblastí dostal název SHELL. Pak v roce 1975 koncept aplikoval Capt. F. H. Hawkins na podmínky leteckého provozu, přičemž jej doplnil o pátý článek, „lidé“ (L). Vznikl tak model lidského činitele SHELL, jehož efektivnost byla během plynulých let dostatečně prokázána.

Koncept modelu Shell

Jedno praktické schéma pro ilustraci tohoto koncepčního modelu používá bloky k reprezentaci různých složek lidských faktorů:

Software (S) - software: programy, písemné dokumenty, příručky a další dokumentace, které jsou součástí standardních provozních postupů.

Hardware (H) - hardware: letadla, přístroje, jejich konfigurace, ovládací prvky a povrchy, displeje a funkční systémy.

Environment (E) - prostředí: okolní vlivy, počasí

Liveware (L) - lidé: dispečery, letové posádky, inženýři a personál údržby, management a administrátoři.

Liveware (L) - operátor: pilot.

Po rozšíření tohoto konceptu bylo důležité zdůraznit interakce mezi těmito prvky, a proto začali používat následující modifikovanou model SHELL:

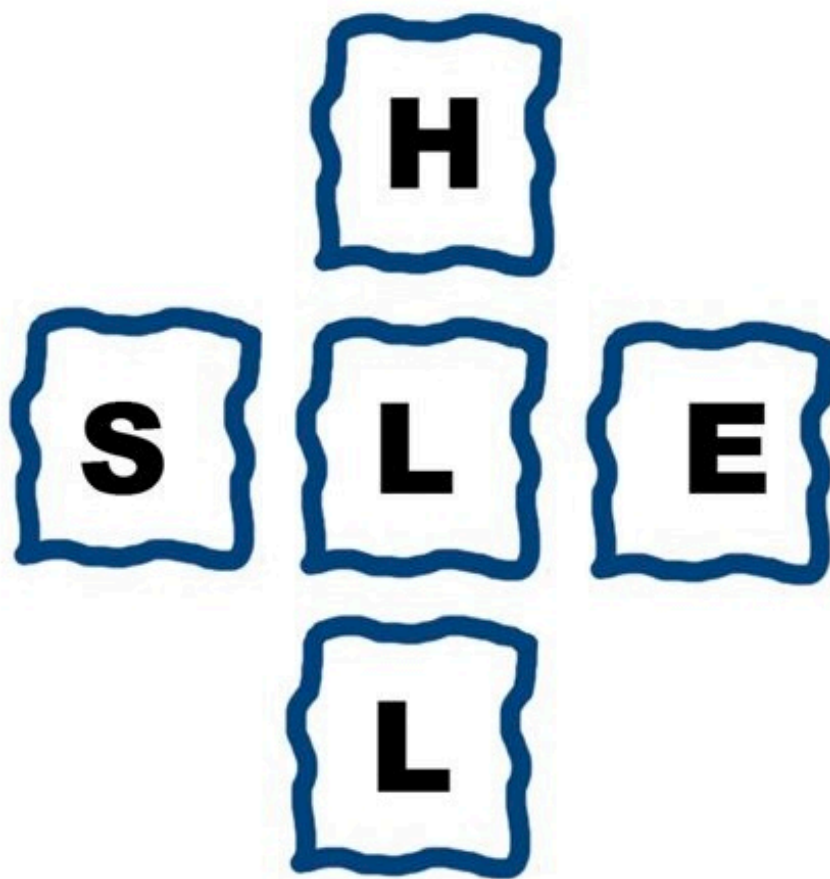
Liveware - Software (L-S)

Liveware - Hardware (L-H)

Liveware - Environment (L-E)

Liveware - Liveware (L-L)

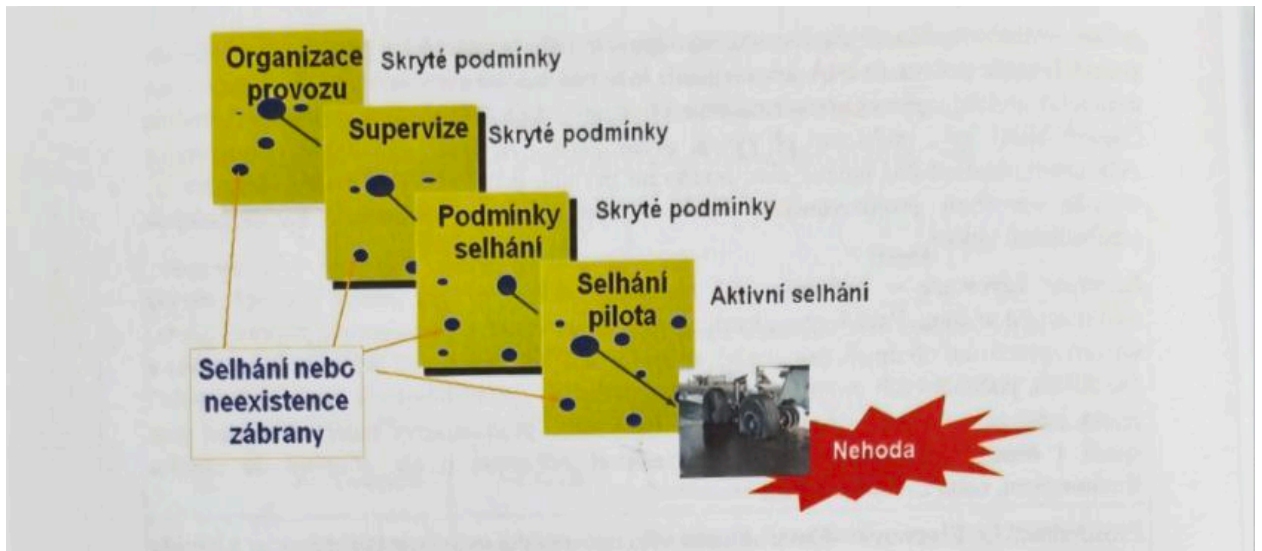
Působivost schématu je založena tlustou čarou zvýrazněných obrysech a tučně vyvedených písmenech názvu jednotlivých bloků. Nerovnosti sten bloků mají rovněž symbolický význam a znázorňují poměry na rozhraních. Čím lépe bloky zapadají do nerovnosti hran centrálního článku („operátora“, „pilota“), tím lépe je systém konstruován.



Obrázek 1 Model Shell (cavendish)

Model švýcarského sýra (Swiss cheese model)

Ne vždy jedna chyba vede k haváriím. Může to být sbírka chyb, kterých se dopustili různí lidé v různých časech a které se navzájem ovlivňují. Takový model má název švýcarského sýra a popisuje zákonitost, při které jedna chyba následuje za druhou, a to vede k nehodě, kde poslední chyba označovaná jak selhání pilota a můžeme odnést k aktivnímu selhání. Nicméně za nejdůležitější můžeme považovat přesně latentní (skrytá) selhání kvůli tomu, že jsou dlouhodobá, málo se projevují a mohou být přehlédnuta.



Obrázek 2 Model švýcarského sýra (Lidská výkonost)

Human factor analysis and classification system model (HFACS)

Model vychází z modelu švýcarskou sýra o aktivních a latentních selháních. Systém vznikl na základě analýzy nehod a incidentů, ve kterých hledali společné příčiny. Na základě těchto selhání, nehody a incidenty zařazovali do kategorií, aby je bylo možné rozebrat, provést opatření a formulovat doporučení.

Pear model

PEAR je užitečný model, který pomáhá pochopit, proč mohou lidé dělat chyby v letectví.

Často se používá při údržbě letadel, ale je relevantní i pro piloty, dispečery a kohokoli, kdo pracuje s bezpečností letectví.

P-People - Vše, co souvisí s člověkem: únava, stres, zkušenosti, zdraví, pozornost

E-Environment - Kde pracujeme: hluk, osvětlení, teplota, povětrnostní podmínky

A-Actions - Jak plníme úkol: dodržujeme postupy, existují instrukce, jak jsme pozorní

R-Resources - Nástroje, dokumentace, pomoc od kolegů, čas, přístup k informacím

V praxi to funguje takto: technik například obsluhuje letadlo večer, v zimě na otevřeném letišti, k jakým důsledkům to vede?

- P - Lidé: po 10 hodinách ve směně je unavený a je mu zima

- E - Prostředí: sněží, tma, vítr

- A - Akce: spěchá a přeskočí položku na kontrolním seznamu

- R - Zdroje: není k dispozici správný nástroj, takže se rozhodne použít něco „podobného“

Ve výsledku to může vést k vysokému riziku chyby, která může ovlivnit bezpečnost letu.

Tento model je velmi důležitý pro lepší pochopení lidských faktorů a lidské povahy. Pomáhá neobviňovat lidi, ale pochopit, proč k chybám dochází, a předcházet jim dříve, než vedou k nehodě.

Crew Resource Management

Koncepce Crew Resource Management (CRM), založená na principech lidského faktoru. To je systém opatření ke zlepšení bezpečnosti a efektivity letu správným využíváním lidských, technických a informačních zdrojů, jakož i zlepšením interakce jak uvnitř posádky, tak s personálem ostatních složek systému. Mezi důležité aspekty CRM patří přidělování povinností, rozdělení odpovědnosti, efektivní využívání zdrojů a zvládání stresu. Použití CRM pomáhá předcházet chybám a reagovat na neočekávané situace za letu.

Zavedení CRM v letectví vychází z důležitého zjištění: většina incidentů a nehod není způsobena jen technickými poruchami, ale také lidskými chybami. CRM proto učí piloty a další členy posádky, jak spolu lépe komunikovat, spolupracovat jako tým a společně se rozhodovat - a to i ve složitých a rychle se měnících situacích během letu. Cílem je minimalizovat chyby a zvýšit bezpečnost všech na palubě.

Školení CRM se zaměřuje na různé oblasti, které jsou klíčové pro bezpečný a efektivní let:

- **Komunikace**
Piloti se učí jasně a srozumitelně předávat informace nejen mezi sebou, ale i směrem k řídicímu středisku a dalším zúčastněným.
- **Spolupráce**
CRM podporuje týmovou práci, vzájemný respekt a schopnost naslouchat druhým. Každý člen posádky má v týmu své důležité místo.
- **Vedení a rozhodování**
Důraz se klade na rozvoj vůdčích schopností a dovedností rozhodovat se pod tlakem. Součástí jsou i realistické simulace krizových situací.
- **Efektivní využití zdrojů**

Posádky se učí pracovat se vším, co mají k dispozici - nejen s technologiemi, ale také s informacemi a lidským potenciálem na palubě.

- Situace pod kontrolou

Zvýšené povědomí o všem, co se děje: od počasí a technického stavu letadla až po aktuální provozní podmínky.

- Zvládání stresu

CRM učí techniky, pro zvládání stresu a udržení klidu ve stresových situacích.

Jak můžeme pozorovat, všechny výše uvedené aspekty lidského faktoru jsou sloučeny do konkrétních modelů a každý pilot se s nimi během svého výcvikového programu musí seznámit, aby se vyvaroval opakování chyb jiných lidí a zlepšila se interakce v rámci posádky.

2 PRŮZKUM PILOTŮ A INSTRUKTOROVI, ICAO A DALŠÍ DOKUMENTY

Pro vývoj účinných metod ke snížení dopadu lidského faktoru je nutné se opřít o skutečné zkušenosti odborníků z praxe a mezinárodní doporučení. Tato část práce je proto založena na kombinaci vlastního průzkumu mezi piloty a instruktory, klíčových dokumentů ICAO a dalších odborných výzkumných přístupů, které pomáhají lépe pochopit rizika spojená s lidským faktorem v letectví.

2.1 Dokument ICAO 10151 - Manuál o lidské výkonnosti

Představuje klíčový rámec pro začlenění principů lidské výkonnosti do řízení bezpečnosti v civilním letectví. Pomáhá úřadům, školitelům i organizacím lépe pochopit, jak lidé fungují v leteckém systému a jak lze toto pochopení využít ke zvýšení bezpečnosti. Nabízí konkrétní doporučení, jak analyzovat lidské chování, navrhovat systémy s ohledem na člověka a efektivně řídit rizika.

2.1.1 Základní definice

- Lidská výkonnost (Human Performance) popisuje, jak lidé plní své úkoly v rámci leteckého prostředí - od pilotů až po pozemní personál.
- Lidské faktory (Human Factors) představují soubor znalostí o tom, co lidé dokážou, kde mají své limity a jaké mají charakteristiky. Tyto znalosti se uplatňují při navrhování kokpitů, přístrojů, postupů i školení.

2.1.2 Pět principů lidské výkonnosti podle ICAO

1. Výkonnost lidí je ovlivněna jejich schopnostmi a limity.
2. Lidé situace interpretují různě a jednají podle své logiky.
3. Lidé se přizpůsobují složitému a měnícímu se prostředí.
4. Lidé vyhodnocují rizika a činí kompromisy.
5. Výkonnost člověka závisí na interakci s technologiemi, ostatními lidmi a prostředím.

Tyto zásady tvoří základ pro vývoj bezpečnostních opatření, která zohledňují skutečné chování lidí - nejen ideální předpoklady. Vědět, jak a proč lidé chybují, je klíčové, aby systémy byly odolnější, bezpečnější a více přizpůsobené realitě každodenní letecké praxe.

2.1.3 Člověkem orientovaný návrh (Human-Centred Design)

Tento přístup klade důraz na to, aby byly systémy, zařízení, pracovní postupy i školení navrženy s ohledem na skutečné potřeby a schopnosti lidí, kteří s nimi pracují. Nejde jen o to,

aby něco „fungovalo“, ale aby to fungovalo pro člověka - jednoduše, intuitivně a bezpečně. Takový přístup výrazně zvyšuje šanci, že posádka i ostatní pracovníci učiní správné rozhodnutí i ve stresu nebo náročné situaci, a zároveň snižuje riziko chyb.

2.1.4 Systémové myšlení

Letecký provoz je složitý organismus, ve kterém se propojují lidé, technologie, okolní prostředí i organizační struktury. Proto ICAO zdůrazňuje tzv. systémový přístup k bezpečnosti letu. To znamená nesoustředit se pouze na jednotlivé chyby, ale hledat a odstraňovat i hlubší příčiny - například nedostatky v postupech, kultuře organizace nebo nastavení systému jako celku.

2.1.5 Doporučení pro regulační orgány

Dokument ICAO 10151 doporučuje:

1. Integraci lidských faktorů do systémů řízení bezpečnosti (Safety Management System, SMS).
2. Podporu spravedlivé kultury (Just Culture), kde zaměstnanci mohou otevřeně hlásit chyby a incidenty bez obavy z trestu.
3. Zajištění kvalitního výcviku se zaměřením na lidskou výkonnost.
4. Zavedení procesů pro hodnocení a řízení rizik spojených s lidským faktorem.
5. Podporu výzkumu v oblasti lidské výkonnosti a sdílení znalostí.

2.2 Řízení bezpečnosti dle ICAO Dokument 9859 a jeho význam pro lidský faktor

Manuál pro řízení bezpečnosti (Dokument 9859) vydaný Mezinárodní organizací pro civilní letectví (ICAO) patří mezi nejdůležitější dokumenty v oblasti letecké bezpečnosti. Jejím cílem je pomoci státům a leteckým organizacím nastavit a udržovat účinné bezpečnostní programy - a to jak na úrovni státu, tak u jednotlivých poskytovatelů služeb. Vše v souladu s mezinárodními pravidly dle přílohy 19 ICAO.

2.2.1 Lidský faktor v kontextu SMS

Dokument ICAO 9859 zdůrazňuje, že pochopení lidského faktoru a jeho systematické začlenění do všech oblastí provozu je zásadní pro snižování počtu leteckých nehod. Klíčovým krokem je především schopnost včas identifikovat rizika spojená s možnými lidskými chybami, následně vyhodnotit jejich pravděpodobnost a potenciální dopady na bezpečnost provozu. Na základě těchto zjištění je pak nezbytné nastavit odpovídající provozní postupy a posílit školení personálu tak, aby se minimalizoval vliv těchto chyb v praxi.

2.2.2 Školení a příprava personálu jako nástroj ke snížení role lidského faktoru

Jedním z neúčinnějších nástrojů, jak snížit dopad lidského faktoru, je kvalitní a pravidelné školení. Nejde jen o „přednášky“ - jde o praktický trénink bezpečného chování, který připraví zaměstnance na reálné situace.

V rámci systému SMS je kvalitní školení a průběžná příprava personálu jedním z neúčinnějších nástrojů ke snižování rizik spojených s lidským faktorem.

2.2.3 Cíl školení

Cílem není pouze předání teoretických znalostí, ale především formování bezpečnostního chování. Školení by mělo zaměstnancům umožnit správně vnímat okolní situace (situational awareness), identifikovat nebezpečí včas, rozhodovat se efektivně pod tlakem a také komunikovat jasně a přesně s ostatními členy týmu.

2.2.4 Hlavní oblasti školení

V rámci zvyšování bezpečnosti v letectví hraje kvalitní školení obrovskou roli. Nestačí pouze naučit posádku ovládat letadlo - důležité je rozvíjet také jejich schopnosti zvládat zátěž, správně komunikovat a udržovat si přehled v náročných situacích. Existuje několik klíčových oblastí, na které se výcvik zaměřuje.

Jednou z nich je budování bezpečnostního povědomí a celkové kultury bezpečnosti. Každý člen týmu - ať už pilot, technik nebo dispečer - musí být vědom toho, že i malé chyby mohou mít velké následky. Pokud lidé chápou, jak jejich každodenní práce ovlivňuje celý systém, mnohem snáze se vyvarují zbytečných rizik.

Další důležitou oblastí je školení v oblasti lidských faktorů. Piloti se učí rozpoznávat příznaky únavy, stresu, ztráty pozornosti nebo vlivu rutiny. Právě tyto faktory patří k nejčastějším příčinám chyb v kokpitu - a jejich zvládnutí je klíčové pro prevenci nehod.

Velký důraz se také klade na přípravu na nouzové a krizové situace. Pomocí simulací a modelových scénářů si posádka trénuje správné reakce v momentech, kdy je potřeba jednat rychle a rozhodně. Takový trénink pomáhá vytvořit návyky, které mohou být v reálném provozu rozhodující.

A v neposlední řadě je potřeba zmínit, že výcvik by neměl skončit po získání licence. Pravidelné opakování a zvyšování kvalifikace (tzv. recurrent training) je naprostý základ. V letectví se stále něco vyvíjí - a stejně tak by se měli neustále vyvíjet i samotní piloti. Jen díky průběžnému školení si mohou udržet vysokou úroveň dovedností a být připraveni na každou situaci, která může v provozu nastat.

2.2.5 Používané metody

V současné době se v oblasti prevence lidských chyb v letectví používá několik osvědčených metod, které pomáhají posádkám lépe zvládat zátěž a krizové situace.

Jednou z neúčinnějších metod jsou simulátory a trénink modelových situací. Díky nim mohou piloti v bezpečném prostředí nacvičit reakce na různé typy hrozeb - například poruchy motoru, silné turbulence nebo ztrátu přístrojů. Takové cvičení pomáhá vytvořit automatické reakce, které mohou v reálném provozu rozhodovat o bezpečném zvládnutí situace.

Další důležitou metodou je analýza reálných případů a incidentů. Studium konkrétních chyb, ke kterým už došlo, je velmi cenné, protože piloti tak mají možnost poučit se ze zkušeností ostatních, pochopit, jak ke chybám došlo, a co je mohlo způsobit - a tím se podobným chybám vyhnout.

Významnou součástí přípravy je i výcvik týmové spolupráce, známý jako CRM. Tento přístup učí členy posádky, jak spolu efektivně komunikovat, sdílet informace, rozhodovat se pod tlakem a vzájemně se doplňovat.

V posledních letech se rozšiřují také digitální formy výuky, jako je e-learning nebo samostudium. Piloti si mohou flexibilně doplňovat znalosti, sledovat nové předpisy nebo si připomínat důležité principy, aniž by museli být fyzicky přítomní na školení. Tato forma výcviku dobře doplňuje praktickou část a umožňuje individuální tempo učení.

Celkově platí, že kombinace těchto metod - praktického nácviku, analýzy chyb, týmového výcviku a teoretického studia - tvoří základ moderní přípravy, která pomáhá snižovat rizika spojená s lidským faktorem.

2.2.6 Vyhodnocení účinnosti školení

Dokument 9859 doporučuje pravidelné hodnocení účinnosti výcviku.

Hodnocení účinnosti výcviku může mít několik forem. Jednou z nejběžnějších metod je provádění znalostních testů a závěrečných zkoušek, které umožňují ověřit teoretické porozumění probíraným tématům. Kromě toho se často využívají praktické zkoušky v simulátorech nebo při reálných provozních situacích, kde lze hodnotit schopnost účastníků správně reagovat v různých scénářích.

Důležitým prvkem hodnocení je také zpětná vazba od instruktorů, kteří mohou na základě dlouhodobého pozorování identifikovat silné i slabé stránky výcviku a účastníků. Vedle toho je přínosná i zpětná vazba od vedení organizace, které má širší pohled na to, jak školení přispívá ke splnění strategických cílů a bezpečnostních standardů.

V neposlední řadě je třeba sledovat, do jaké míry jsou nabyté znalosti a dovednosti skutečně uplatňovány v každodenní praxi. To může zahrnovat pravidelné audity, pozorování při výkonu činnosti nebo analýzu výkonnostních ukazatelů.

2.3 EASA a systém řízení bezpečnosti (SMS)

Evropská agentura pro bezpečnost letectví (EASA) hraje jednu z nejdůležitějších rolí v oblasti řízení bezpečnosti civilního letectví v Evropské unii. Její přístup je založen na systémovém řízení rizik a aktivním předcházení nehodám, a to prostřednictvím zavádění systému řízení bezpečnosti (SMS) u provozovatelů leteckých služeb.

2.3.1 Co je Systém řízení bezpečnosti (SMS)

SMS je systematický, proaktivní a prediktivní přístup k řízení bezpečnosti, který umožňuje organizacím identifikovat nebezpečí, hodnotit rizika a přijímat opatření ke zlepšení bezpečnosti. Je založen na čtyřech principech:

1. Bezpečnostní politika - Závazek vedení k bezpečnosti a definování odpovědnosti za její řízení.
2. Řízení rizik - Systematická identifikace a analýza hrozeb, včetně těch spojených s lidským faktorem.
3. Zajištění bezpečnosti - Monitorování a měření výkonnosti systému, interní audity a neustálé zlepšování.
4. Podpora bezpečnosti - Komunikace, školení a vytváření bezpečnostní kultury.

2.3.2 Přístup EASA

EASA ve svých předpisech (např. Regulation (EU) No 965/2012) vyžaduje, aby všichni provozovatelé leteckých služeb měli implementovaný SMS jako součást svých provozních systémů. Organizace musí pravidelně analyzovat rizika a vytvářet opatření ke zmírnění těchto rizik.

2.3.3 Hlavní oblasti, na které se EASA zaměřuje

1. Výcvik v oblasti lidských faktorů

Provozovatelé musí zajistit, že personál absolvuje školení zaměřená na témata jako:

- rozhodování v zátěži,
- práce pod stresem a v únavě,
- komunikace v posádce (CRM),

- prevence lidských chyb a poruch vnímání.
2. Integrace lidského faktoru do návrhu systémů (Human-Centred Design)
Při certifikaci nových letadel nebo změnách v provozních postupech se posuzuje, zda je návrh přizpůsoben schopnostem a omezením uživatele - pilota, technika nebo dispečera.
 3. Bezpečnostní zprávy a analýza událostí
EASA shromažďuje data o incidentech a nehodách, kde hrál roli lidský faktor, a vydává bezpečnostní bulletiny a výzkumné zprávy (např. Annual Safety Review), které identifikují rizikové trendy.
 4. Just Culture a podpora hlášení incidentů
Vytváření prostředí, kde zaměstnanci mohou otevřeně hlásit chyby nebo rizika, bez strachu z trestu, je zásadní pro prevenci.
 5. CRM a organizační kultura
Podporuje se rozvoj organizační kultury zaměřené na otevřenost, spolupráci a neustálé zlepšování. Crew Resource Management je klíčový výcvikový program pro piloty a další členy týmu.

2.3.4 Výzkumné aktivity a projekty

EASA se aktivně podílí na evropských výzkumných projektech. Tyto projekty se soustředí na modelování lidské výkonnosti v různých provozních podmínkách, zkoumání vlivu únavy, automatizace a stresu, a na vývoj moderních školících metod, včetně využití virtuální reality. Cílem je lepší pochopení lidských faktorů a zefektivnění výcviku pro vyšší spolehlivost a bezpečnost provozu.

Mnoho klíčových konceptů souvisejících s řízením lidských faktorů v letectví, jako je Just Culture, Safety Management System (SMS), Human-Centred Design a Threat and Error Management, se konzistentně nachází v dokumentech ICAO i EASA. Je to proto, že ICAO stanoví mezinárodní normy (SARP), které jsou povinné pro všechny členské státy. EASA jako regionální regulátor v rámci Evropské Unie (EU) vyvíjí specifické předpisy, směrnice a metodiky zaměřené na implementaci těchto standardů do evropského právního a provozního prostředí. Shoda terminologie tak odráží kontinuitu a harmonizaci přístupů na mezinárodní a regionální úrovni.

2.4 Mezinárodní přístupy k řízení bezpečnosti a lidského faktoru, International Air Transport Association (IATA)

Kromě ICAO a EASA hraje významnou roli také Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA), která podporuje bezpečnostní standardy a poskytuje pokročilé analýzy lidského faktoru v praxi.

IATA každoročně publikuje Safety Report, ve kterém analyzuje příčiny nehod, z nichž většina má souvislost s lidskou chybou. Tento dokument je cenným zdrojem statistických údajů a pomáhá identifikovat trendy, na které by se letecké společnosti a regulační orgány měly zaměřit.

Například zpráva z roku 2022 ukázala, že až 80 % incidentů mělo přímou nebo nepřímou souvislost s lidským faktorem (IATA Safety Report, 2022).

2.4.1 Školení a lidský faktor

IATA podporuje zavedení školení založeného na kompetencích Competency Based Training and Assessment (CBTA), zejména v oblasti nakládání s nebezpečnými látkami. Tato metoda bere v úvahu individuální schopnosti pracovníků a jejich připravenost reagovat na nečekané situace se zvláštním důrazem na zvládnání stresu, únavy a zajištění správné komunikace - klíčové prvky lidského faktoru.

Ve svém dokumentu „CBTA Implementation Guide“ IATA doporučuje integrovat lidský faktor jako samostatnou výukovou oblast, která by měla být součástí každého pravidelného školení.

2.4.2 Doporučení

Na základě doporučení organizace IATA by mohly letecké školy, provozovatelé nebo regulační orgány zvážit implementaci pravidelného hodnocení lidského faktoru pomocí praktických simulací a školení založených na kompetencích. Integrace CBTA přístupu může zvýšit připravenost pilotů čelit stresovým a nečekaným situacím, čímž se sníží pravděpodobnost lidských chyb.

2.5 Analýza výsledků dotazníkového šetření na téma „Lidský faktor v civilním letectví“

V rámci praktické části diplomové práce bylo provedeno dotazníkové šetření mezi aktivními piloty a leteckými instruktory. Cílem šetření bylo identifikovat nejčastější chyby způsobené lidským faktorem, zhodnotit vnímání současné přípravy a navrhnout opatření ke

zvýšení bezpečnosti letového provozu. Níže je uvedena podrobná analýza shromážděných údajů.

2.5.1 Hlavní příčiny leteckých nehod

Většina respondentů uvedla, že k leteckým incidentům nejčastěji vedou chyby v rozhodování, zejména v podmínkách vysokého psychického zatížení a omezeného času na reakci, kdy nesprávné vyhodnocení situace může mít závažné následky. Významným faktorem je také narušená komunikace v kokpitu, která se často projevuje slabou spoluprací mezi velitelem letadla a druhým pilotem, nejasným předáváním informací nebo dominancí jednoho z členů posádky. Únava pilota, ať už fyzická nebo psychická, negativně ovlivňuje jeho pozornost, schopnost rozhodování i rychlost reakce. Respondenti dále upozorňovali na problém informačního přetížení, ke kterému dochází zejména v náročných meteorologických podmínkách nebo při nadměrném zatížení radiokomunikací. Jako významný faktor byl označen i nedostatek přípravy na nestandardní situace, především u pilotů s nižším počtem nalétaných hodin, kteří postrádají dostatečnou zkušenost s řešením mimořádných okolností.

Závěr: Piloti si jasně uvědomují, že většina chyb není způsobena technickými poruchami, ale právě lidským faktorem - únavou, neefektivní komunikací a nedostatečným situačním povědomím.

Zvlášť byla zdůrazněna důležitost situačního povědomí, tedy schopnosti uvědomovat si svou polohu v prostoru, stav letadla, vnější podmínky a předvídat vývoj situace několik kroků napřed.

2.5.2 Nejčastější chyby způsobené lidským faktorem

K nejčastějším chybám účastníci odnesli vynechání kritického kroku v kontrolním seznamu (checklistu), které může být způsobeno rozptýlením, časovým tlakem nebo rutinou. Další častou chybou je nesprávná konfigurace letadla, například zapomenuté vztlakové klapky nebo zatažený podvozek během přiblížení k přistání. Významnou roli hrají také chyby v radiové komunikaci s dispečery, zejména nesprávné pochopení pokynů u pilotů, pro které není angličtina mateřským jazykem. Nedodržení minimálních výšek a rychlostí bývá důsledkem ztráty situačního povědomí nebo vysoké pracovní zátěže. K chybám může docházet i při plnění úkonů z paměti (tzv. Memory Items), především ve stresových situacích nebo při únavě posádky. Tyto chyby často nejsou důsledkem nedostatku znalostí, ale spíše selháním lidského výkonu v náročném prostředí kokpitu.

2.5.3 Doporučení ke zlepšení výcviku

Mnoho oslovených účastníků zdůraznilo potřebu realističtější výcvikové přípravy, která by lépe odpovídala podmínkám leteckého provozu. Piloti opakovaně vyjadřovali potřebu většího počtu hodin strávených v simulátoru. Dále byla zdůrazněna důležitost psychologické přípravy, zejména práce se stresem, která je klíčová především pro začínající piloty. V neposlední řadě se jako důležité ukázalo zavedení systémového přístupu k řízení únavy (Fatigue Management), který by pomohl snížit riziko chyb v důsledku fyzického a mentálního vyčerpání.

2.5.4 Příčiny únavy a ztráty koncentrace

Mezi nejčastěji uváděné zdroje přetížení patřily lety za zhoršených meteorologických podmínek a turbulence, které vyžadují zvýšenou pozornost a rychlé rozhodování. Významné zatížení pilotů bylo rovněž zaznamenáno při letech v řízených oblastech, kde je nutná neustálá rádiová komunikace, dochází k častým změnám pokynů a pilot musí být připraven rychle reagovat na nové situace, což zvyšuje kognitivní nároky. Také vliv měli i osobní problémy v životě. Dalším faktorem přispívajícím k přetížení je nedostatek spánku a nedodržení předepsaného režimu odpočinku, zejména v případě nočních letů nebo dlouhých směn, které vedou k fyzickému i mentálnímu vyčerpání. Negativní vliv na soustředění a výkonnost posádky může mít i napjatá atmosféra v kokpitu, například v důsledku osobních konfliktů mezi členy posádky, nedostatečné spolupráce nebo narušené mezilidské komunikace.

2.5.5 Postoj k automatizaci

Většina dotazovaných pilotů řekla, že automatizace výrazně snižuje pracovní zatížení a usnadňuje řízení letadla, zejména ve fázi cestovního letu, kdy umožňuje lepší rozložení pozornosti a snazší správu dalších úkolů. Přesto však respondenti upozorňují na riziko přehnaného spoléhání se na technologie, které může vést ke snížení bdělosti a ztrátě situačního povědomí. Automatickým systémům nelze plně důvěřovat, a proto je nezbytné, aby si piloti udržovali a pravidelně procvičovali manuální letové dovednosti. V případě poruchy systému, technického selhání nebo nestandardní situace musí být posádka schopna okamžitě převzít řízení a samostatně rozhodovat. Správná rovnováha mezi využitím automatizace a aktivním dohledem je klíčovým faktorem pro zajištění bezpečnosti letu.

2.5.6 Opatření ke snížení lidského faktoru

Ve většině leteckých škol a leteckých společností jsou implementována specifická opatření zaměřená na snížení rizika chyb způsobených lidským faktorem. Mezi nejběžnější

patří povinné tréninky CRM, které rozvíjejí týmovou spolupráci, efektivní komunikaci a rozhodovací schopnosti členů posádky. Dále se využívají scénářové simulace selhání systémů a nestandardních situací, které pomáhají pilotům osvojit si správné reakce v krizových podmínkách. V některých společnostech je zavedena také psychologická podpora, zejména po závažných incidentech nebo mimořádných událostech, s cílem snížit psychickou zátěž a podpořit duševní pohodu pilotů. Důležitým prvkem moderní bezpečnostní kultury je také vytváření prostředí pro otevřené sdílení chyb, které umožňuje poučit se z minulých pochybení bez obav z represí, a tím přispívá k neustálému zvyšování bezpečnostních standardů.

2.5.7 Metody a návyky, které pomáhají vyhnout se chybám

Piloti uvádějí řadu osobních návyků a strategií, které jim pomáhají minimalizovat riziko chyb během letu a udržet vysokou úroveň výkonu. Za klíčové považují důsledné a přesné dodržování kontrolních seznamů (checklistů) bez jakýchkoli výjimek, což zajišťuje systematickosti a eliminuje opomenutí. Dále zdůrazňují význam mentálního tréninku a vizualizace možných scénářů ještě před začátkem letu. Neméně důležité je i zajištění dostatečného odpočinku a vědomá regenerace před směnou, která výrazně ovlivňuje bdělost a reakční schopnosti. Piloti rovněž kladou důraz na udržování fyzické kondice, která pozitivně přispívá k celkové odolnosti vůči stresu. V neposlední řadě považují za nezbytné neustálé sebezdokonalování, a to jak v oblasti technických dovedností, tak i v oblasti osobnostního rozvoje a rozhodování pod tlakem.

2.5.8 Celkový závěr

Výsledky dotazování jasně ukazují, že lidský faktor zůstává klíčovým prvkem bezpečnosti letectví. Navzdory technickému pokroku rozhodující roli hrají právě profesionalita, uvědomění, psychická stabilita, kvalitní příprava a týmová kultura.

Zavádění moderních simulačních metod, rozvoj otevřené komunikační kultury, aktivní řízení únavy a psychické zátěže jsou samotnými piloty vnímány jako nezbytné předpoklady minimalizace rizika.

(Viz. Příloha A)

3 LETECKÉ NEHODY, KTERÉ JE SPOJENÝ S LIDSKÝM FAKTOREM

3.1 Nehoda na Tenerife - 27. března 1977

V neděli 27. března 1977 došlo na Kanárském ostrově Tenerife k největší letecké katastrofě v dějinách civilního letectví z hlediska počtu obětí. Na vzletové dráze se tehdy srazily dva letouny Boeing 747, což vedlo ke smrti 583 osob.

3.1.1 Průběh události

V osudnou neděli došlo na hlavním letišti ostrova Gran Canaria k teroristickému útoku, kvůli kterému byly všechny lety přesměrovány na menší letiště Los Rodeos. Počasí bylo velmi špatné - hustá mlha, špatná viditelnost. Dispečer byl přetížen kvůli vysokému počtu letadel a měl silný španělský přízvuk.

Posádka letu (eng. Royal Dutch Airlines) KLM KL4805 po dlouhém čekání rozhodla dotankovat palivo, aby později nemusela zdržovat a zároveň splnila přísná pravidla o maximální délce služby posádky za jeden den. Kapitán měl povinnost vzlétnout do 19:00 - jinak by musela celá posádka přerušit let a zůstat přes noc.

Druhý let, Pan American (Pan Am) PA1736, se nemohl dostat z dráhy, protože ji blokoval letoun KLM.

Na pokyn řídicí věže se let KLM otočil o 180° na konci dráhy a čekal. Let Pan Am dostal instrukci pokračovat po dráze a odbočit na pojízďecí dráhu C3 pod úhlem 135°, ale posádka považovala tento manévr za příliš ostrý a domnívala se, že dispečer myslel dráhu C4 - a zamířila tam.

Komunikace mezi oběma posádkami a řídicí věží se překrývala a vytvářela zmatek. Let KLM chybně interpretoval pokyn o zahájení stoupání po vzletu jako povolení ke vzletu. Druhý pilot KLM potvrdil pokyn nejednoznačně a dispečer, který část zprávy kvůli rušení neslyšel, odpověděl „OK“, což utvrdilo posádku KLM v domněnce, že má povolení ke vzletu.

V tu chvíli se však let Pan Am stále nacházel na dráze - informace, která se k posádce KLM nedostala. Navzdory pochybnostem palubního inženýra pokračoval kapitán KLM ve vzletu. Letoun KLM se ještě nestihl úplně odpoutat od země a narazil do trupu letounu Pan Am.

3.1.2 Závěr vyšetřovací komise Civil Aviation Accident and Incident Investigation Commission (CIAIAC)

1. Kapitán letu KLM špatně vyhodnotil situaci a nepřerušil vzlet i přes zmínku posádky Pan Am, že je stále na dráze.

2. Na dotaz palubního inženýra, zda Pan Am opustil dráhu, kapitán odpověděl chybně kladně. Rušení v rádiové komunikaci a překrývání zpráv způsobilo ztrátu důležitých informací.
3. Použití nestandardních frází: „We’re at take off“ (KLM), „OK“ (dispečer).
4. Posádka Pan Am nevyužila dráhu C3, protože vyžadovala prudké otočení o více než 90°.
5. Silný přízvuk dispečera komplikoval porozumění.
6. Lidský faktor: únava, stres, časový tlak kvůli pracovním limitům posádky.

3.1.3 Opatření a změny po katastrofě

Po tragédii byla zavedena řada zásadních změn, které výrazně zvýšily bezpečnost leteckého provozu:

- Zavedení standardní rádiové frazeologie ICAO platné pro celý svět.
Např. slovo „take off“ se smí použít výhradně v kontextu povolení ke vzletu. V ostatních případech se používá výraz „departure“.
- Zavedení povinného školení CRM pro všechny členy posádky.
- Modernizace letecké radiokomunikace - snížení rušení a technické ochrany proti překrývání zpráv.
- Zavedení výcviku s důrazem na nestandardní a stresové situace (tzv. UPRT - Upset Prevention and Recovery Training).

(Jak podrobně analyzuje CIAIAC (1978) a upraveno podle autora.)

3.2 Nehoda DC-9 u Charlotte

3.2.1 Průběh události

Let EA 212 dne 11. září 1974 byl na trase Charleston-Charlotte-Chicago. Počasí bylo špatné - panovala hustá mlha. Během sestupu začal kapitán se druhým pilotem vést osobní rozhovor, mimo jiné diskutovali o věži v zábavním parku, která se nacházela na trase jejich přiblížení.

Při přiblížení na přistání se k tématu věže vrátili a nevšimli si, že letoun klesá pod bezpečnou výšku příliš vysokou rychlostí. Později se aktivoval varovný signál systému Ground Proximity Warning System (GPWS), na který však piloti nereagovali. Letoun zachytil křídlem vrcholky stromů a následně havaroval.

3.2.2 Závěr vyšetřovací komise National Transportation Safety Board (NTSB)

Za příčinu nehody byly označeny chyby posádky. Kvůli neprofesionalitě a rozhovorům na nesouvisející témata piloti nedodržovali předepsané postupy pro přiblížení k přistání a neměli povědomí o své skutečné výšce nad terénem.

3.2.3 Opatření a změny po katastrofě

Šest let po této nehodě bylo zavedeno pravidlo „sterilního kokpitu“, které zakazuje jakékoli nepodstatné hovory a rozptýlení v kabině na výškách pod 3000 metrů (FL100) během vzletu, přiblížení a přistání.

(Jak podrobně analyzuje NTSB (1975) a upraveno podle autora.)

3.3 Let Avianca 52-25. ledna 1990

3.3.1 Průběh události

Let Avianca 52 směřoval z Kolumbie do New Yorku. Během přiblížení se ale zhoršilo počasí a letoun byl proto odeslán do vyčkávání. Přestože měl posádka původně dostatek paliva, strávila dlouhou dobu vyčkáváním v prostoru letiště a neinformovala dispečery včas, že dochází palivo.

Namísto použití výrazu „Mayday“ nebo „minimum fuel“ posádka pouze oznámila, že je „prioritní let“. Protože toto označení není nouzovým signálem, řídicí věž nepochopila závažnost situace a nepřidělila letadlu přednostní přistání. Následkem toho letadlu došlo palivo ve všech nádržích, ztratilo tah motorů a havarovalo při pokusu o přistání.

3.3.2 Příčiny nehody

- Lidský faktor - posádka nemonitorovala stav paliva na palubě a tím i čas, po který může bezpečně vyčkávat u cílového letiště a kdy se rozhodnout k letu na náhradní letiště. Posádka také nepoužila správnou frazeologii, která by dispečera jednoznačně upozornila na nouzový stav vyplývající z nízkého stavu paliva.
- Dispečeri neověřili množství zbývajících paliva, a tím nedokázali posoudit naléhavost situace.
- Došlo také k jazykovým a kulturním nedorozuměním - španělsky mluvící posádka používala formulace, které nebyly v souladu se standardní angličtinou ICAO.

3.3.3 Opatření a změny po katastrofě

Po této tragické nehodě byla přesně definována nouzová frazeologie, která je dnes mezinárodním standardem:

- „Minimum Fuel“ - upozornění, že letadlo nemá dost paliva pro další vyčkávání, ale zatím není v nouzi.
- „Mayday Fuel“ - jasný nouzový signál, znamenající, že pokud nebude umožněno okamžité přistání, dojde k nehodě.

Změnil se také postoj k rádiové komunikaci v letectví: Namísto zdvořilosti se klade důraz na jednoznačnost, formálnost a přesnost - zejména v kritických situacích.

(Jak podrobně analyzuje NTSB (1991) a upraveno podle autora.)

4 VÝZNAM VÝCVIKU A ZVYŠOVÁNÍ KVALIFIKACE POSÁDKY

V civilním letectví patří lidský faktor dlouhodobě mezi nejčastější příčiny leteckých nehod a incidentů. Právě proto hraje výcvik posádek a průběžné zvyšování jejich kvalifikace naprosto klíčovou roli při zajištění bezpečnosti leteckého provozu. Dobře nastavený a pravidelně aktualizovaný výcvik pomáhá předcházet chybám, které mohou vzniknout z nepozornosti, únavy nebo špatného rozhodnutí. Zároveň posiluje schopnost posádky efektivně reagovat v krizových situacích a přispívá k vytváření bezpečnostní kultury, ve které je samozřejmostí otevřenost, důvěra a odpovědný přístup k práci.

4.1 Základní cíle výcviku

Základními cíli výcviku posádek je posílení klíčových kompetencí, které přispívají k bezpečnému a efektivnímu provozu. Mezi tyto cíle patří zejména zvýšení situačního povědomí (situational awareness), které umožňuje členům posádky včas rozpoznat potenciální hrozby a reagovat na ně adekvátně. Důležitou součástí je také zlepšení rozhodovacích schopností, a to zejména ve stresových nebo neobvyklých situacích. Výcvik rovněž podporuje rozvoj efektivní týmové spolupráce a komunikace v souladu s principy CRM. Velký důraz je kladen na přípravu na mimořádné situace prostřednictvím realistických simulací, které umožňují nacvičit správné reakce v kontrolovaném prostředí. Nedílnou součástí výcviku je také důsledné dodržování standardních operačních postupů (SOP) a schopnost jejich správné aplikace v praxi.

4.2 Typy výcviku

Výcvik posádek zahrnuje několik typů, z nichž každý plní specifickou roli v udržování bezpečného a efektivního leteckého provozu. Úvodní výcvik (initial training) je určen pro nové členy posádky a slouží k osvojení základních znalostí a postupů nezbytných pro výkon jejich funkce. Opakovací výcvik (recurrent training) představuje pravidelné školení, které pomáhá udržet a obnovit potřebné znalosti a dovednosti. CRM výcvik je zaměřen na lidské faktory, rozvoj komunikačních schopností, rozhodování a efektivní týmovou spolupráci. Nedílnou součástí je také simulátorové cvičení, při kterém si posádka v realistickém prostředí procvičuje řešení různých provozních i krizových situací.

4.3 Význam opakovacího a adaptivního výcviku

Opakovací výcvik zajišťuje, že posádka nezapomíná důležité bezpečnostní principy, a umožňuje reagovat na nové hrozby nebo změny v předpisech. Moderní přístupy proto čím dál častěji využívají adaptivní řešení, která zohledňují individuální rozhodování posádek a flexibilitu v mimořádných situacích. Tím se zároveň zvyšuje úroveň připravenosti a odbornosti jednotlivců i celých týmů.

4.4 Podpora ze strany mezinárodních organizací

Mezinárodní organizace jako ICAO, EASA, IATA hrají v tomto směru zásadní roli - prostřednictvím jasně definovaných a schválených standardních provozních postupů přispívají k jednotnému zvládnání rizik, lidských faktorů i krizových situací. Jejich cílem je nejen předcházet nehodám, ale především vytvořit prostředí, které podporuje bezpečnost, prevenci a profesionální rozhodování i v těch nejnáročnějších momentech.

V rámci Evropské unie je oblast výcviku letových i palubních posádek regulována nařízením EASA - Part-ORO (Organization Requirements for Air Operations), které specifikuje požadavky na organizaci a obsah výcviku. Zvláštní důraz se dnes neklade jen na technické znalosti a zvládnání krizových situací, ale také na lidský faktor, efektivní komunikaci a kvalitní spolupráci v týmu. Právě tyto dovednosti často rozhodují o tom, jak úspěšně si posádka poradí v náročných nebo nečekaných momentech.

4.5 Předpis AMC1 ORO.FC.230 - Výcvik a přezkoušení letové posádky

Tento předpis se zaměřuje na pravidelný výcvik pilotů, který zahrnuje teoretickou přípravu, zaměřenou na provozní postupy, krizové situace a změny v předpisech; CRM výcvik, který je povinnou součástí každého výcviku a jehož cílem je zlepšit mezilidskou komunikaci; rozhodování a efektivní spolupráci v kokpitu; simulátorový výcvik, během kterého posádka nacvičuje selhání systémů, nestandardní situace a rozhodovací scénáře; přezkoušení, kde se hodnotí nejen technické dovednosti, ale také schopnosti v oblasti lidského faktoru.

4.6 Předpis AMC1 ORO.CC.125 - Výcvik palubního personálu

Tento předpis stanovuje požadavky na výcvik palubních průvodčích, a to jak v počáteční fázi, tak během celého jejich působení. Tak úvodní výcvik zahrnuje zvládnání krizových situací, evakuaci, používání nouzového vybavení a základní principy CRM; opakovací výcvik se provádí pravidelně a zajišťuje, že posádka udržuje potřebnou úroveň připravenosti: praktické cvičení probíhá na trenažérech a simulátorech, včetně hašení požárů,

komunikace v nouzi a řešení konfliktů; hodnocení výkonu je součástí každého výcvikového cyklu.

4.7 Začlenění lidského faktoru

Oba předpisy výslovně vyžadují začlenění lidského faktoru do všech forem školení. Cílem je rozvoj tzv. non-technical skills, které zahrnují situační uvědomění, spolupráci, rozhodování a zvládání stresu. Tyto dovednosti mají přímý dopad na bezpečnost letového provozu a jsou nedílnou součástí systémového přístupu k řízení bezpečnosti (SMS).

5 JIŽ EXISTUJÍCÍ METODY A MODERNÍ TECHNOLOGIE PRO MINIMALIZACI LIDSKÉHO FAKTORU V LETECTVÍ

5.1 Line Operations Safety Audit (LOSA)

Line Operations Safety Audit je metoda pozorování běžného traťového provozu, kdy vyškolený pozorovatel (většinou zkušený pilot nebo instruktor) sedí v kokpitu a zaznamenává hrozby, chyby a jak se s nimi posádka vyrovnává. Pozorovatel nesmí zasahovat do provozu a let probíhá jako obvykle. Výhodou je získávání realistických dat bez narušení provozu.

Použití v praxi

Například American Airlines nebo Emirates provádějí LOSA pravidelně - na základě výsledků jsou vydávána doporučení na školení a revizi pracovních postupů.

Mezi hlavní výhody tohoto přístupu patří možnost odhalit neefektivní SOP, které již neodpovídají aktuálním potřebám provozu. Zároveň umožňuje sledovat chování členů posádky v reálných podmínkách, což přispívá k lepšímu pochopení praktické aplikace výcviku a provozních pravidel. Tento proces je rovněž součástí systému řízení bezpečnosti SMS.

5.2 Threat and Error Management (TEM)

Model byl vyvinut Texaskou univerzitou (UT-Houston) a ICAO. Učí posádky rozpoznat a řídit tři hlavní jevy:

- Threats (hrozby): turbulence, špatné počasí, složité Air Traffic Controller (ATC), apod.
- Errors (chyby): nedorozumění, chybný vstup do Flight Management Computer (FMC), přehlédnutí výšky.
- Undesired Aircraft States (UAS): např. nestabilizované přiblížení.

Použití v praxi

TEM je součástí školení CRM ve všech hlavních leteckých společnostech (např. Qantas, Lufthansa, Delta).

Mezi klíčové výhody tohoto přístupu patří podpora schopnosti posádek „myslet dopředu“ a aktivně se připravovat na možné komplikace během letu. Tím se zvyšuje jejich schopnost předcházet kritickým situacím a reagovat na ně s větší jistotou. Zároveň tento přístup zlepšuje efektivitu spolupráce v rámci CRM a snižuje počet nehod souvisejících s lidskou chybou.

5.3 Systémy hlášení - ASRS / ASAP / ECCAIRS

Dobrovolné nebo anonymní systémy pro hlášení incidentů a chyb bez sankcí. Slouží k tomu, aby například piloti v USA mohli nahlásit incident Aviation Safety Reporting System (ASRS) - formulář je veřejně dostupný a přezkoumáván odborníky.

- ASRS: provozuje NASA v USA.
- Aviation Safety Action Program (ASAP): spolupráce FAA, odborů a dopravců.
- European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems (ECCAIRS): využíván v rámci EASA v Evropě.

K výhodám můžeme odnést podporu Just Culture, kde chyby jsou zdrojem poučení, ne trestu. Data v tomto systému jsou analyzována pro účely zlepšení výcviku a změn v postupech.

5.4 Competency-Based Training and Assessment

CBTA znamená školení a hodnocení založené na konkrétních kompetencích, nikoli pouze na teoretických znalostech. Zaměřuje se na to, „co pilot skutečně potřebuje“ - znalosti, dovednosti, přístupy např. schopnost zvládat stres, dělat správná rozhodnutí, efektivně komunikovat.

Použití v praxi

V praxi používáno IATA, která zavedla CBTA výcvik v oblasti nebezpečného zboží a EASA, která podporuje CBTA jako základní princip ve výcviku pilotů a dispečerů.

Zvyšování účinnost výcviku, snížení rizik „proškolených, ale nepřípravených“ pilotů a vytváření prostoru pro individualizaci tréninku - to je všechno, co můžeme spočítat za výhodu CBTA.

5.5 Fatigue Risk Management System (FRMS)

FRMS je vědecky podložený systém řízení únavy, který sleduje dobu služby a odpočinku; zahrnuje školení o spánkové hygieně a účincích únavy, umožňuje posádkám hlásit únavu a odmítnout let, pracuje s biometrickými údaji (např. sledování spánku, kognitivní funkce). FRMS pomáhá snižovat výskyt incidentů souvisejících s nepozorností a umožňuje lepší zvládání únavy než obecně uznávané limity EASA/FAA.

Takové společnosti jako Qantas, Air France nebo British Airways využívají FRMS. Některé používají také systémy pro měření bdělosti (např. Optalert, Smart Eye).

5.6 Checklisty a protokoly zaměřené na lidský faktor

K checklistům a protokolům můžeme odnést specifické nástroje určené k prevenci běžných chyb souvisejících s lidským faktorem.

- Dirty Dozen - seznam 12 příčin lidských chyb od Transport Canada (např. stres, tlak, nedostatek komunikace).
- Maintenance Error Decision Aid (MEDA) - metoda od Boeing pro analýzu chyb v údržbě.
- HFACS - klasifikační systém pro analýzu incidentů.

V údržbě používá protokoly pro běžné kontroly, dokumentace, kontrola pracovní rychlosti. V kokpitu používá rozšířené instruktáže a postupy CRM založené na běžných lidských chybách.

Výhodami jsou rozpoznávání varovných signálů a zvyšování připravenosti i u rutinních činností.

S rozvojem technologií se letecký průmysl stále více zaměřuje na využívání inovativních nástrojů ke snížení dopadu lidských chyb na bezpečnost leteckého provozu. Tyto technologie pomáhají pilotům, dispečerům a personálu údržby zvládat složité situace, předcházet chybám a zlepšovat rozhodovací procesy.

5.7 Letové simulátory nové generace - např. CAE 7000XR (Airbus A320)

Společnost CAE vyvinula simulátor 7000XR, který používají mimo jiné letecká škola L3Harris, Lufthansa Aviation Training a Emirates Training College. Tento simulátor umožňuje realisticky simulovat poruchy motoru, hydraulické poruchy nebo evakuace; provádět nácvik stresových situací v kontrolovaném prostředí; a zaznamenávat výkonnosti pilota pro pozdější analýzu a zlepšení výcviku.

Příklad využití

Singapore Airlines pravidelně používá simulátor k nácviku nouzových situací, které se v reálném provozu vyskytují jen zřídka (např. selhání autopilota při přiblížení).

5.8 Systémy podpory rozhodování - TAWS, TCAS, EGPWS

- Terrain Awareness and Warning System (TAWS): zabráňuje kolizi s terémem Controlled Flight Into Terrain (CFIT).
- Traffic Collision Avoidance System (TCAS): aktivně sleduje ostatní letadla, varuje před konfliktním provozem a při riziku srážky navrhuje vyhýbací manévry.

- Enhanced Ground Proximity Warning System (EGPWS): analyzuje profil letu a porovnává jej s databází terénu a překážek.

Příklad: V roce 2001 TCAS zabránil srážce dvou letadel v USA tím, že automaticky vyzval oba piloty k provedení manévru na základě detekce blízkého setkání.

5.9 Adaptivní autopiloty - např. Airbus A350 Fly-by-Wire

Letadla jako Airbus A350 používají fly-by-wire systémy, které jim automaticky zabráňují přetížení nebo nesprávné konfiguraci; upravují odezvu řízení podle fáze letu a pomáhá minimalizovat dopad chyby pilota během kritických fází letu.

Příklad: Airbus A350 automaticky odmítne vstup do nebezpečné zatáčky během přiblížení a vrátí řízení do bezpečného režimu.

5.10 Sledování únavy - systém Optalert nebo Smart Eye

- Optalert to je brýle s integrovaným senzorem pohybu víček, používané u pilotů a dispečerů;
- Smart Eye představuje sebou kamery sledující pohyb očí a hlavy, využívané při výcviku i v reálném letu (testováno např. NASA a Boeingem).

Příklad: Qatar Airways testovala systém varování před únavou při dálkových letech posádek typu A350.

5.11 Rozšířená realita - Boeing a Augmented Reality (AR) brýle pro údržbu

Boeing vyvinul řešení, kdy mechanici nosí speciální brýle (např. Microsoft HoloLens), které zobrazují pro nich 3D instrukce; pokyny k postupům údržby a taky upozornění na nesprávné provedení.

Podle výzkumu Boeing se zjistili, že doba údržby zkrátila o 25 % a počet chyb se snížil.

5.12 Umělá inteligence a analýza dat - systém (FOQA)

Flight Operations Quality Assurance (FOQA) je systém, který během letu monitoruje tisíce parametrů, a to je včetně odchylky od standardních postupů; identifikace rizikové trendy (např. příliš tvrdé přistání, pozdní vysunutí klapek). Pak data slouží k cílenému školení nebo revizi standardních operačních postupů.

Příklad: Delta Air Lines používá FOQA k analýze přistání a zlepšení bezpečnosti na základě objevených vzorců chování posádky.

6 VLASTNÍ NÁVRH AI SYSTÉMU PRO SNÍŽENÍ VLIVU LIDSKÉHO FAKTORU

Jako závěr své práce bych chtěla navrhnout systém ACSS - Adaptivní systém kognitivní podpory posádky (Adaptive Cognitive Support System).

Cílem tohoto systému je minimalizovat riziko lidské chyby v kritických fázích letu (zejména během vzletu, přiblížení a přistání) pomocí kombinace prediktivní analýzy, individuálních kognitivních profilů pilotů a živé podpory rozhodování prostřednictvím AI asistenta integrovaného do kokpitu.

6.1 Krátký popis

Systém bude integrován do kabiny posádky a bude fungovat jako „chytrý pomocník“, který bude sledovat fyzický a psychicko-emoční stav pilota, přizpůsobovat zobrazované informace v závislosti na aktuální situaci a stavu pilota, připomínat prioritní činnosti a fáze letu a pomáhat snížit riziko přetížení a chyb díky včasnému zjištění odchylek.

6.2 Hlavní komponenty ACSS

Kognitivní monitoring pilota

Budou použity senzory, integrované v křesle, brýlích nebo náramkových zařízeních, aby bylo možné hodnotit frekvenci pulsu, úroveň stresu, úroveň únavy pomocí algoritmu pro vyhodnocení reakce zornic nebo mikro pohybů hlavy. Poté tato data zpracovává AI a vytváří profil aktuální kognitivní zátěže pilota.

Kontextové řízení informací

Za normálních podmínek systém zobrazuje standardní objem informací. Při zjištění přetížení nebo stresu:

- systém omezuje sekundární signály, aby neodváděl pozornost,
- zvýrazňuje kriticky důležité parametry (výška, rychlost, tah),
- nabízí stručné připomínky („Zkontroluj podvozek“, „Potvrď režim přiblížení“).

Prediktivní systém připomínek

Na základě behaviorálního profilu pilota v jeho osobní kartičce, ACSS předpovídá, co může pilot zapomenout nebo zaměnit; včas poskytne připomínku, aby se zabránilo chybě.

Integrace s CRM

Systém nenahrazuje člověka, ale pomáhá rozložit zátěž mezi členy posádky. Pokud je například kapitán přepracovaný, ACSS může doporučit delegovat úkol na druhého pilota, nebo připomenout povinné ověření pokynů („double-check“).

Debriefing - podpora seberozvoje

Po každém letu obdrží piloti automatický report z kartičky do aplikace, který zahrnuje takovou informace: kde byla zaznamenána přetížení, jak pilot reagoval v kritických situacích, jakým chybám systém zabránil, jaký byl stav organismu během celého letu. To umožní pilotům v sebereflexi rozvíjet uvědomělost a učit se na vlastních reakcích.

6.3 Více kompletní prozkoumání a implementace systému

Tato kapitola se podrobně věnuje technickému provedení, metodám snímání fyziologických a behaviorálních parametrů pilota a principům fungování systému. Cílem je ukázat, jak lze ACSS prakticky implementovat do výcvikového procesu i reálného provozu a jaký přínos může mít pro zvýšení bezpečnosti letů.

6.3.1 Snímání parametrů pilota pomocí různých senzorů v kabině

Senzory v područkách a opěradle křesla

Bude používát se technologie piezoelektrických senzorů (PZT), které detekují a zpracovávají vibrace od srdečního tepu a dalších pohybů, nebo elektrokardiogram (ECG) přes kontakt s kůží.

Když pilot sedí v křesle v letové uniformě (v tričku nebo košili), jeho paže a záda se dotýkají látky křesla. Pokud jsou v područkách vloženy kovové nebo vodivé tkané destičky, mohou zachytit mikroskopické elektrické signály srdečních stahů (stejně jako EKG). Tyto signály pak zpracovává speciální modul, který analyzuje tepovou frekvenci, variabilitu pulsu - indikátory stresu a únavy.

Takovou praxe používají v automobilovém průmyslu značky jako Toyota, BMW - sedačky řidiče měří ECG signály pro posouzení únavy.

6.3.2 Sledování mikro pohybů hlavy a očí

Integrace kamer do přístrojové desky

Kamery lze umístit do horní části přístrojové desky přímo před pilotem. Tím lze sledovat pohyby hlavy a očí bez nutnosti nosit speciální brýle.

Objektivy s širokým zorným úhlem

Kamery se širokoúhlými nebo panoramatickými objektivy mohou pokrýt celou kabinu, zaznamenávat polohu hlavy pilota a směr pohledu. Tím systém zjistí, kam pilot dívá a jak často přepíná pozornost mezi různými oblastmi.

Neviditelné infračervené senzory

Infra kamery vestavěné do přístrojové desky dokážou sledovat pohyby očí i při nízkém osvětlení. Systém tak nevyžaduje žádné vybavení na straně pilota.

6.3.3 Sledování tónu a frekvence řeči

Frekvence řeči

Při rozrušení, stresu nebo únavě frekvence hlasu často stoupá nebo se stává nestabilní. Algoritmy analyzují základní frekvenci a její změny v čase.

Tón

Tón („zabarvení“ hlasu) závisí na distribuci harmonických složek. Mění se vlivem emocí nebo únavy - může se stát dutým, chvějícím se nebo „plochým“.

Tempo řeči

Příliš rychlé nebo naopak zpomalené tempo může signalizovat paniku, stres nebo kognitivní přetížení.

Dynamika a hlasitost

Neoprávněně zvýšená hlasitost nebo nestabilní dynamika také signalizují odchylky od normy.

Přestávky a zakoktávání

Časté pauzy, koktání nebo opakování mohou naznačovat pochybnosti, rozptýlení nebo psychicko-emoční zátěž.

6.4 Technické provedení

V kabině jsou instalovány vysoce citlivé mikrofony, podobné těm používaným pro záznam komunikace. Systém v reálném čase přenáší hlasová data do modulů analýzy řeči v palubním počítači. AI-modul porovnává aktuální parametry hlasu s referenčním profilem. V případě anomálií (např. zvýšená frekvence, chvění hlasu nebo nestabilní tón) systém vyhodnotí možné příznaky stresu, únavy nebo přetížení.

Výstup při silných odchylkách systém upozorní - „Pozor: příznaky přetížení posádky“, což posádce pomůže reflektovat svůj stav. V kritických situacích může zaznít hlasová připomínka: „Udělejte pauzu. Zkontrolujte parametry letu.“

Výhodou všech výše uvedených senzorů je jejich pasivní fungování, ale které probíhá neustále - aniž by rušily posádku nebo na ni vytvářely tlak. Budou také fungovat v reálném čase.

6.5 Shromažďování a přenášení informací

Každá karta bude mít své vlastní číslo. Na tuto kartu se během letu budou shromažďovat veškeré informace, které se poté automaticky nahrají do aplikace. Do této aplikace budou mít piloti neustálý přístup - stačí pouze zadat číslo z karty. Nebude nutné zadávat žádná jména, vše probíhá anonymně, což pilotům pomůže vyhnout se zbytečnému stresu a kontrolám ze strany letecké společnosti. Tyto údaje se budou shromažďovat pro jejich vlastní sebereflexi a zároveň proto, aby jim systém mohl v kritických situacích během letu pomoci a poskytnout doporučení. Aplikace navíc umožní sledovat data nejen z posledního letu, ale i za vybrané časové období (například poslední měsíc).

Individuální kognitivní profil pilota

Na základě záznamů z různých letů se vytvoří profil pilota - sada parametrů a doporučení umožňujících ACSS přizpůsobit se konkrétnímu pilotovi.

Předletová výměna dat

Při příchodu na let pilot načte svůj profil pomocí čipové karty u čtecího zařízení umístěného z obou stran v kokpitu (kapitán i druhý pilot). Data jsou načtena automaticky do palubního systému. Po letu se data buď automaticky smažou při vypnutí elektrického napájení, nebo se pilot kartou přesune do výstupního režimu.

6.6 Fungování umělé inteligence v systému ACSS.

V AI systému budou jednoduše přednastaveny názvy sledovaných ukazatelů a jejich přibližné normy - případně budou definovány jen samotné parametry, které má systém monitorovat. Po zahájení letu systém automaticky začne sbírat data pilota, přiřazovat je ke správným ukazatelům a sledovat případné odchylky.

Systém ACSS bude založen na AI modulu, který funguje jako „druhý pozorující pilot“ - nezasahuje do řízení, ale analyzuje stav pilotů, situaci v kokpitu a podporuje rozhodování.

Vstupní data (co AI bude analyzovat)

AI bude přijímat informace ze tří zdrojů:

A) Prvním a hlavním jsou fyziologická data pilota, která zahrnují:

- Tepová frekvence a variabilita pulsu
- Odezva zornice
- Mikro pohyby hlavy a očí
- Tón a frekvence řeči

B) Následují kontextové informace:

- Stav letu: fáze (vzlet, cestovní let, přistání), povětrnostní podmínky, počet příchozích zpráv od ATC.

- Akce pilota: která tlačítka jsou stisknuta, v jakém pořadí, zda jsou dodržovány kontrolní seznamy.

C) Profil chování pilota:

Během zavádění systému AI bude trénována na simulátorech, kde tento systém bude speciálně nainstalován v rámci zavádění systému do provozu, aby pochopila styl jednotlivých pilotů: jak se chová ve stresu, jakých chyb dělá nejčastěji, jak rychle reaguje atd.

Úkoly AI

AI nebude jen monitorovat - bude analyzovat a doporučovat zásah v kritických situacích.

A) Výpočet „kognitivní zátěže“:

AI v reálném čase vypočítává, jak moc je pilot přetížen. Pokud se zátěž blíží nebezpečné úrovni: systém zvýrazní kritické prvky rozhraní nebo nabídne nápovědu („Zkontrolujte konfiguraci před přistáním“), případně může doporučit delegování úkolu na druhého pilota.

B) Rozpoznávání chyb:

Pokud například pilot zapomněl vysunout klapky před přistáním, AI připomene:

„Upozornění: nepotvrdili jste konfiguraci pro přistání.“ Ale takové zprávy budou jenom ve případech, ve kterých samotné systémy letadla nedávají upozornění.

C) Monitorování hlasových povelů:

AI dokáže rozpoznávat řečové vzory a „pauzy“ v povelích. Pokud kapitán vydá příkaz, ale druhý pilot jej nepotvrdil - systém může připomenout:

„Čekám na potvrzení od druhého pilota“ (v souladu se SOP/CRM).

Tabulka 1 Výhody systému

Výhoda	Popis
Individuální přístup	Každému pilotovi se vytváří jedinečný profil reflektující jeho přednosti a slabiny.
Časná pomoc	AI zasahuje jemně a jen pokud je to opravdu potřeba.
Podpora při únavě a stresu	Klíčové v dlouhých letech, nočních směnách či neobvyklých situacích.
Kompatibilita s existujícími metodami	ACSS doplňuje CRM, zkontrolování checklistů, ale nenahrazuje je.
Podpora bezpečnostní kultury	Pravidelný rozbor letu posiluje kulturu zpětné vazby a sebereflexe.

Zdroj: Autor

6.7 Proč je to aktuální právě teď

Má práce jasně ukázala, že většina výcviků a školení je zaměřena na teoretickou část, která vysvětluje, jak by piloti měli být schopni vyhodnocovat situaci během letu, jak si udržet kontrolu a situační povědomí, a na praktickou část, kde se tyto dovednosti procvičují pomocí doplňkového výcviku nebo simulátorů. Ve skutečném letu je ale vše mnohem složitější - už to není jen trénink, ale reálný život stovek lidí.

Je pravda, že každým rokem se zavádí stále více nových pravidel a doporučení k této problematice, ale chyby se i přesto nadále vyskytují.

S příchodem technologií umělé inteligence se nám naskytla možnost zavést virtuálního asistenta přímo do kokpitu, což by mohlo výrazně snížit riziko katastrof způsobených lidským faktorem téměř na nulu.

6.8 Náklady

Odhadované náklady na takový projekt jsou poměrně vysoké, protože vyžaduje zavedení nových technologií, jejich testování a proškolení personálu. Použití této technologie, na již vyrobených letadlech nebude možné, protože by si vyžádalo instalaci velkého množství nových senzorů a kabeláže.

Proto bude tento systém určen spíše pro nové modely letadel nebo modernizované verze, jako jsou například Boeing 737, Airbus A320, A321.

Všechny senzory navíc bude nutné pravidelně servisovat a kontrolovat techniky.

To vše povede k vytvoření rozsáhlého souboru nových pravidel, doporučení a dokumentace, ale zároveň to výrazně usnadní práci posádce, a především zvýší bezpečnost na maximum.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zaměřila na jeden z nejdůležitějších prvků ovlivňujících bezpečnost v civilním letectví - lidský faktor. V úvodních kapitolách mnou byla provedena podrobná literární rešerše zaměřená na porovnání přístupů tří hlavních mezinárodních organizací (ICAO, EASA a IATA) k řízení lidského faktoru. Cílem bylo identifikovat společné prvky, odlišnosti a potenciální nedostatky v aktuální praxi, zejména v oblastech výcviku, bezpečnostní kultury, identifikace rizik, systémového řízení (SMS) a návrhu procesů s ohledem na člověka (Human-Centred Design).

Rešerše ukázala, že i když všechny instituce považují lidský faktor za zásadní, jejich přístup k implementaci se liší - ICAO se zaměřuje na strategický rámec a kulturu, EASA na regulaci a dozor, a IATA na praktické nástroje pro dopravce, včetně CBTA. Tato zjištění posloužila jako základ pro formulaci návrhů ke zlepšení současné praxe a výcvikových systémů.

Součástí práce byla také analýza výcvikových metod v oblasti lidského faktoru. Mezi hlavní silné stránky patří zavedené CRM programy, kvalitní simulátory a mezinárodní doporučení. Naopak jako slabiny byly identifikovány převážně teoretický charakter školení, chybějící měření efektivity a nízká míra inovací. Analýza zároveň poukázala na řadu příležitostí, například využití umělé inteligence. Jako hrozby se jeví vysoké náklady, odpor vůči změnám či riziko formalizace školení bez skutečného dopadu na chování.

Na základě těchto zjištění byl v závěru práce navržen systém ACSS - Adaptivní systém kognitivní podpory posádky, který využívá potenciál umělé inteligence k aktivní podpoře pilotů během letu. Systém by měl fungovat jako „neviditelný druhý pozorovatel“, který v reálném čase monitoruje fyzický i psychický stav posádky prostřednictvím senzorů v kokpitu (např. EKG v opěradle, kamery sledující oči a hlavu, rozbor řeči), analyzuje tyto informace a v případě nutnosti nabídne pomoc - formou připomínky, zvýrazněním klíčových údajů nebo doporučením delegovat úkol- zejména v kritických fázích letu, jako je vzlet, přiblížení a přistání. Systém je kompatibilní se současnými bezpečnostními rámci (CRM, SOP, SMS) a jeho cílem je zefektivnit spolupráci posádky, snížit psychickou zátěž a zvýšit celkovou úroveň bezpečnosti.

Součástí systému je i tzv. osobní pilotní karta, která anonymně shromažďuje data o reakčním stylu pilota, jeho typických chybách nebo míře stresu. Tato data slouží k budování individuálního profilu a k následné zpětné vazbě po letu - pro podporu sebereflexe a dlouhodobého rozvoje pilotů.

Návrh systému je technologicky ambiciózní, ale odpovídá aktuálnímu vývoji v oblasti AI a snaze o maximální podporu lidského rozhodování bez jeho nahrazování. Je určen především pro nové generace letadel (např. A320neo, A321XLR, B737 MAX), kde může být systém integrován již při výrobě.

Psaní této práce pro mě nebylo jen akademickým úkolem, ale i osobní cestou k hlubšímu pochopení světa letectví, kterému se chci věnovat i v budoucnu. Věřím, že lidský faktor je výzvou, ale zároveň i příležitostí - pokud se k němu přistupuje zodpovědně, systematicky a s respektem k lidským možnostem i limitům.

POUŽITÁ LITERATURA

HÁČIK, Lubomír, 2002. *Lidská výkonnost a omezení*. Praha. ISBN 80-7204-234-5.

ŠULC, Jiří, 2011. *Lidská výkonnost*. Praha. ISBN 978-80-7204-688-1.

CAVENDISH AVIATION, 2024. *Shell Model in Aviation* [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné z: <https://www.cavendish.ac/shell-model-in-aviation/>

SKYbrary, 2024. *The PEAR Model* [online]. [cit. 2025-03-31]. Dostupné z: <https://skybrary.aero/articles/pear-model>

ICAO, 2023. *Doc 10151 - Manual on Human Performance* [online]. Montreal: International Civil Aviation Organization. [cit. 2025-04-01]. Dostupné z: <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Section/Documents/Advance-unedited.Doc.10151.alltext.en.pdf>

ICAO, 2013. *Doc 9859 - Safety Management Manual. 3rd edition* [online]. Montreal: International Civil Aviation Organization. [cit. 2025-04-01]. Dostupné z: https://www.icao.int/SAM/Documents/RST-SMSSP-13/SMM_3rd_Ed_Advance.pdf

FAA, 2024. *Safety Management System (SMS)* [online]. Washington, DC: Federal Aviation Administration. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: <https://www.faa.gov/about/initiatives/sms>

ICAO, 2013. *Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation - Safety Management* [online]. Montreal: International Civil Aviation Organization. [cit. 2025-04-07]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/ICAO-annex-19.pdf>

ŘÍZENÍ LETOVÉHO PROVOZU ČR, 2024. *Letecké předpisy a dokumenty AIM ČR* [online]. Praha: ŘLP ČR. [cit. 2025-04-07]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>

EUROPEAN UNION, 2012. *Regulation (EU) No 965/2012 on Air Operations* [online]. Brussels: EUR-Lex. [cit. 2025-04-09]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0965>

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, 2022. *IATA Safety Report 2022* [online]. Montreal: IATA. [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: <https://www.iata.org/en/publications/safety-report/>

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, 2023. *Human Factors Global Survey for Airlines* [online]. Montreal: International Air Transport Association. [cit. 2025-04-12]. Dostupné z: https://www.iata.org/contentassets/65f2c038dd33457aace44d621a013ee5/human_factors_global_survey_for_airlines_paper.pdf

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, 2021. *Dangerous Goods Training Guidance: Competency-Based Training and Assessment (CBTA)* [online]. Montreal: IATA. [cit. 2025-04-14]. Dostupné z: <https://www.iata.org/contentassets/90f8038b0eea42069554b2f4530f49ea/dgcbta-1-ru.pdf>

ICAO, 2022. *Regional CRM Workshop Presentation - Middle East* [online]. Cairo: International Civil Aviation Organization. [cit. 2025-04-14]. Dostupné z: <https://www.icao.int/MID/Documents/2022/CRM/2022.06.20%20YREN%20MEA.pdf>

CIAIAC, 1978. *Informe del accidente ocurrido el 27 de marzo de 1977 entre aeronaves Boeing 747 PH-BUF de KLM y N736PA de Pan Am en el aeropuerto de Los Rodeos, Tenerife* [online]. Madrid: Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil. [cit. 2025-04-17]. Dostupné z: <https://www.transportes.gob.es/organos-colegiados/ciaiac/publicaciones/informes-relevantes/accidente-ocurrido-el-27-de-marzo-de-1977-aeronaves-boeing-747-matricula-ph-buf-de-klm-y-aeronave-boeing-747-matricula-n736pa-de-panam-en-el-aeropuerto-de-los-rodeos-tenerife-islas-canarias>

NTSB, 1975. *Aircraft Accident Report AAR-75-09: Eastern Air Lines, Inc. - DC-9 at Charlotte, North Carolina, 1974* [online]. Washington, DC: National Transportation Safety Board. [cit. 2025-04-17]. Dostupné z: <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR7509.pdf>

NTSB, 1991. *Aircraft Accident Report AAR-91-04: Avianca Flight 52 - Boeing 707 at Cove Neck, New York, 1990* [online]. Washington, DC: National Transportation Safety Board. [cit. 2025-04-17]. Dostupné z: <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR9104.pdf>

UK CIVIL AVIATION AUTHORITY, bez data. *AMC1 ORO.FC.230 - Recurrent Training and Checking* [online]. London: UK CAA Regulatory Library. [cit. 2025-04-25]. Dostupné z: <https://regulatorylibrary.caa.co.uk/965-2012/Content/AMC/AMC1%20ORO%20FC%20230%20Recurrent.htm>

UK CIVIL AVIATION AUTHORITY, bez data. *ORO.CC.125 - Aircraft Type Specific Training and Operator Conversion Training* [online]. London: UK CAA Regulatory Library. [cit. 2025-04-25]. Dostupné z: https://regulatorylibrary.caa.co.uk/965-2012/Content/Regs/04410_OROCC125_Aircraft_type_specific_training_and_operator_conversion_training.htm

EASA, 2024. *Consolidated AMC & GM to Part-ORO - Annex III to Regulation (EU) No 965/2012* [online]. Köln: European Union Aviation Safety Agency. [cit. 2025-04-30]. Dostupné z: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Consolidated%20unofficial%20AMC&GM_Annex%20III%20Part-ORO.pdf

KLINECT, Joel, 2008. *Aviation Safety Action Partnership - LOSA Presentation* [online]. Montreal: International Civil Aviation Organization. [cit. 2025-04-30]. Dostupné z: https://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/2008/ASPA/ASPA_LOSA_KLINECT.pdf

NASA, bez data. *ASRS - Program Summary Overview* [online]. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration. [cit. 2025-05-01]. Dostupné z: <https://asrs.arc.nasa.gov/overview/summary.html>

FAA, 2015. *Advisory Circular 120-66C: Aviation Safety Action Program* [online]. Washington, DC: Federal Aviation Administration. [cit. 2025-05-01]. Dostupné z: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-66C.pdf

- FAA, 2024. *ASAP - Aviation Safety Action Program* [online]. Washington, DC: Federal Aviation Administration. [cit. 2025-05-01]. Dostupné z: <https://www.faa.gov/about/initiatives/asap>
- EUROPEAN COMMISSION, 2024. *ECCAIRS 2 - European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems* [online]. Brussels: European Commission. [cit. 2025-05-02]. Dostupné z: <https://aviationreporting.eu>
- SKYbrary, 2024. *Fatigue Risk Management System (FRMS)* [online]. [cit. 2025-05-02]. Dostupné z: <https://skybrary.aero/articles/fatigue-risk-management-system-frms>
- GRAEBER, Curt, 2011. *Fatigue Risk Management - ICAO Presentation* [online]. Montreal: International Civil Aviation Organization. [cit. 2025-05-03]. Dostupné z: <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/frms2011/presentation%20documents/1a%20-%20curt%20graeber.pdf>
- TRANSPORT CANADA, 2012. *The Dirty Dozen - Human Factors* [online]. Ottawa: Transport Canada. [cit. 2025-05-03]. Dostupné z: <https://www.faasafety.gov/files/gslac/library/documents/2012/nov/71574/dirtydozenweb3.pdf>
- FAA, 2022. *Maintenance Error Decision Aid (MEDA) User's Guide - Revision February 2022* [online]. Washington, DC: Federal Aviation Administration. [cit. 2025-05-20]. Dostupné z: https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/procedural_non-compliance/MEDA_Users_Guide_rev_February_2022.pdf
- HFACS Inc., bez data. *HFACS Framework* [online]. HFACS.com. [cit. 2025-05-20]. Dostupné z: <https://www.hfacs.com/hfacs-framework.html>
- CAE, bez data. *CAE 7000XR Series Level D Full-Flight Simulator* [online]. Montreal: CAE Inc. [cit. 2025-05-23]. Dostupné z: <https://www.cae.com/civil-aviation/aviation-simulation-equipment/training-equipment/full-flight-simulators/cae7000xr/>
- FAA, 2000. *Advisory Circular AC 25-23: Terrain Awareness and Warning System (TAWS)* [online]. Washington, DC: Federal Aviation Administration. [cit. 2025-05-25]. Dostupné z: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_25-23.pdf
- EUROCONTROL, 2022. *Airborne Collision Avoidance System (ACAS|TCAS) - Guide* [online]. Brussels: European Organisation for the Safety of Air Navigation. [cit. 2025-06-01]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/system/acas>
- AIRBUS, 2024. *A350 Family - Passenger Aircraft* [online]. Toulouse: Airbus S.A.S. [cit. 2025-06-01]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/passenger-aircraft/a350-family>
- OPTALERT, 2024. *Driver & Pilot Alertness Technology* [online]. Melbourne: Optalert Pty Ltd. [cit. 2025-06-02]. Dostupné z: <https://www.optalert.com>
- SMART EYE, 2024. *Aviation Human Monitoring Systems* [online]. Gothenburg: Smart Eye AB. [cit. 2025-06-02]. Dostupné z: <https://smarte.se/industries/aviation/>

BOEING, 2022. *Innovation Quarterly: Augmented Reality for Maintenance and Inspection* [online]. Chicago: The Boeing Company. [cit. 2025-06-04]. Dostupné z: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/features/innovation-quarterly/2022/Innovation_Quarterly_2022_Q3_081922a.pdf

FAA, 2004. *Advisory Circular AC 120-82 - Flight Operational Quality Assurance (FOQA) Program* [online]. Washington, DC: Federal Aviation Administration. [cit. 2025-06-14]. Dostupné z: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-82.pdf

DELTA AIR LINES, INC., 2023. *2023 ESG Report - Flight Operational Quality Assurance (FOQA) Program* [online]. Atlanta: Delta Air Lines. [cit. 2025-06-14]. Dostupné z: <https://esghub.delta.com/content/dam/esg/2023/pdf/Delta-2023-ESG-Report.pdf>

EASA, 2024. *DGAC G-40-02 - Human Factors Guide to Continuing Airworthiness* [online]. Köln: European Union Aviation Safety Agency. [cit. 2025-06-20]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/community/topics/dgac-g-40-02-human-factors-guide-continuing-airworthiness>

STOLZER, Alan J. a GOGLIA, John Joseph, 2015. *Safety Management Systems in Aviation*. 2nd ed. Farnham, Surrey: Ashgate. ISBN 978-1-4724-3175-2.

MÜLLER, Roland, WITTMER, Andreas a DRAX, Christopher (ed.), 2014. *Aviation Risk and Safety Management: Methods and Applications in Aviation Organizations*. Management for professionals. Cham: Springer Science+Business Media. ISBN 978-3-319-02779-1.

SEEDHOUSE, Erik, BRICKHOUSE, Anthony, SZATHMARY, Kimberly a WILLIAMS, E. David, 2020. *Human factors in air transport: understanding behavior and performance in aviation*. Cham, Switzerland: Springer Nature. ISBN 978-3-030-13847-9.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Výhody systému.....	44
------------------	---------------------	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Model Shell (cavendish)	14
Obrázek 2 Model švýcarského sýra (Lidská výkonost)	15

SEZNAM ZKRATEK

- EASA - European Aviation Safety Agency (Evropská agentura pro bezpečnost letectví)
- ICAO - International Civil Aviation Authority (Mezinárodní organizace pro civilní letectví)
- IATA - International Air Transport Association (Mezinárodní asociace leteckých dopravců)
- HFACS - Human Factor Analysis and Classification System (Analýza a klasifikace lidských faktorů)
- CRM - Crew Resource Management (Využití týmových zdrojů posádky)
- SMS - Safety Management System (Systém řízení bezpečnosti)
- EU - European Union (Evropská unie)
- SARP - Standard and Recommended Practices (Standardy a doporučené postupy)
- CBTA - Competency Based Training and Assessment (Výcvik a hodnocení založené na kompetencích)
- KLM - Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (Královské nizozemské aerolinie)
- PAN AM - Pan American (Panamské aerolinie)
- CIAIAC - Civil Aviation Accident and Incident Investigation Commission (Komise pro vyšetřování civilních leteckých nehod a incidentů)
- OK - „Okay“ (Dobře)
- UPRT - Upset Prevention Recovery Training (Výcvik prevence a zotavení z neobvyklých poloh letounu)
- GPWS - Ground Proximity Warning System (Varovný systém blízkosti terénu)
- NTSB - National Transportation Safety Board (Národní rada pro bezpečnost dopravy)
- FL - Flight Level (Letová hladina)
- SOP - Standard Operational Procedures (Standardní provozní postupy)
- FAA - Federal Aviation Administration (Federální letecký úřad)
- ORO - Organization Requirements for Air Operations (Požadavky na organizaci leteckého provozu)
- AMC - Acceptable Means of Compliance (Přijatelné způsoby splnění požadavků)
- FC - Flight Crew (Letová posádka)
- CC. - Cabin Crew (Kabinová posádka)
- LOSA - Line Operations Safety Audit (Audit bezpečnosti provozu v reálných podmínkách)
- ATC - Air Traffic Controller (Řízení letového provozu)
- UAS - Undesired Aircraft States (Nežádoucí stav letounu)

FMC - Flight Management Computer (Palubní počítač řízení letu)

USA - United States of America (Spojené Státy Americké)

ASRS – (Aviation Safety Reporting System (Systém hlášení bezpečnostních událostí v letectví)

ASAP - Aviation Safety Action Program (Program bezpečnostního hlášení v letectví)

ECCAIRS - European Co-Ordinator Centre for Accident and Incident Reporting System (Evropské koordinační centrum pro hlášení nehod a incidentů)

TAWS - Terrain Awareness and Warning System (Systém varování před terénem)

CFIT - Controlled Flight into Terrain (Řízený let do terénu)

TCAS - Traffic Collision Avoidance System (Systém varování před srážkou ve vzduchu)

EGPWS - Enhanced Ground Proximity Warning System (Vylepšený systém varování blízkosti terénu)

FRMS - Fatigue Risk Management System (Systém řízení rizika únavy)

MEDA - Maintenance Error Decision Aid (Nástroj pro analýzu chyb v údržbě)

NASA - National Aeronautical and Space Administration (Národní úřad pro letectví a vesmír)

AR - Augmented Reality (Rozšířená realita)

FOQA - Flight Operations Quality Assurance (Systém zajištění kvality letového provozu)

ACSS - Adaptive Cognitive Support System (Adaptivní kognitivní podpůrný systém)

PZT - Piezoelectric sensors (Piezoelektrické senzory)

ECG - Electrocardiogram (Elektrokardiogram)

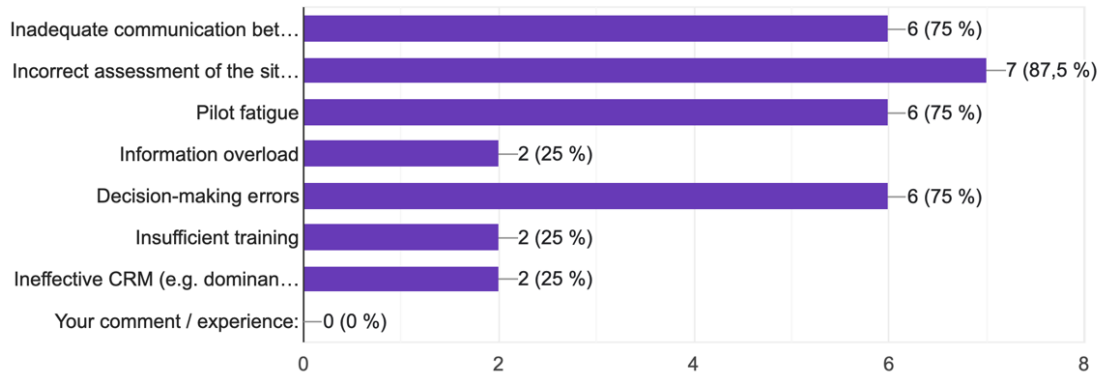
BMW - Bayerische Motoren Werke (Bavorská motorová továrna)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Dotázník

Příloha A Dotázník

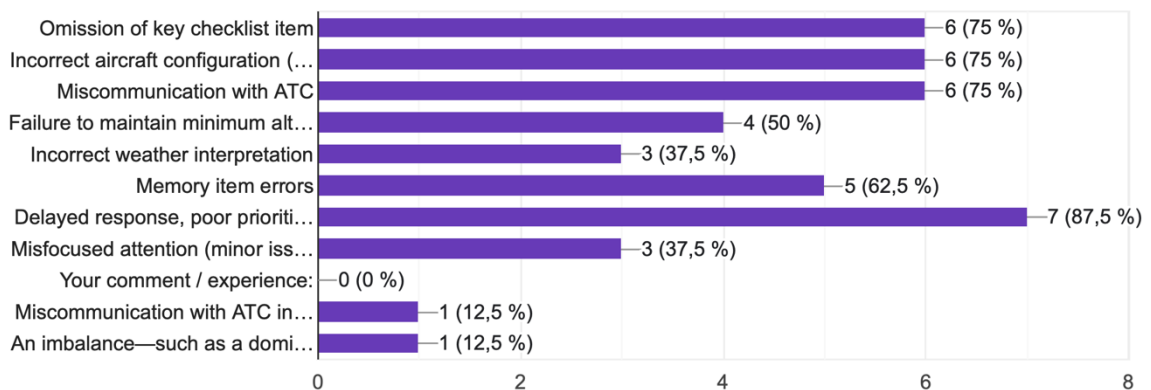
1. What do you consider the main causes of aviation accidents related to human factors?



Popis otázek

- Inadequate communication between crew members
- Incorrect assessment of the situation
- Pilot fatigue
- Information overload
- Decision-making errors
- Insufficient training
- Ineffective CRM (e.g. dominance, poor delegation)
- Your comment / experience:

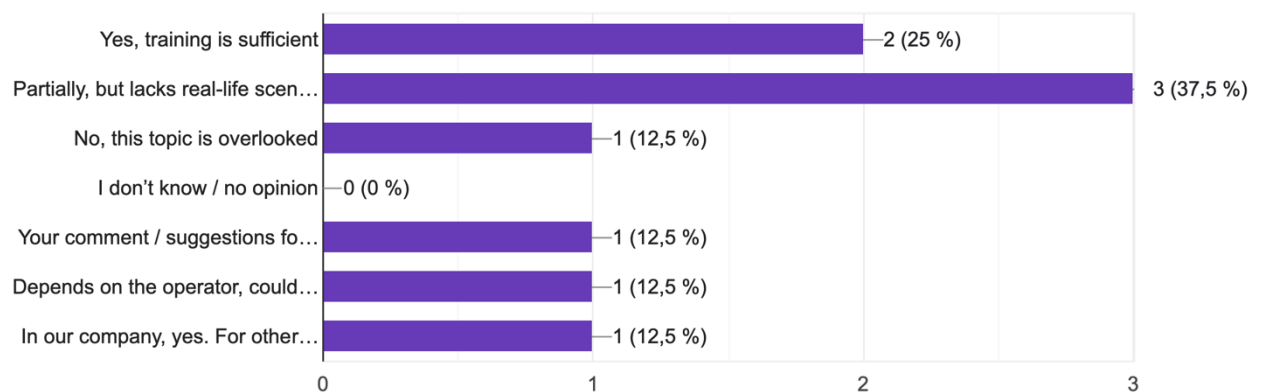
2. What types of human-factor-related errors have you personally experienced or heard about?



Popis otázek

- Omission of key checklist item
- Incorrect aircraft configuration (e.g. flaps, landing gear)
- Miscommunication with ATC
- Failure to maintain minimum altitude/speed
- Incorrect weather interpretation
- Memory item errors
- Delayed response, poor prioritization
- Misfocused attention (minor issue hides critical failure)
- Your comment/experience
- Miscommunication with ATC in France (French speaking ATC)
- An imbalance-such as a domineering captain paired with a passive first officer, or an assertive first officer with an indecisive captain-can disrupt cockpit dynamics and compromise flight safety.

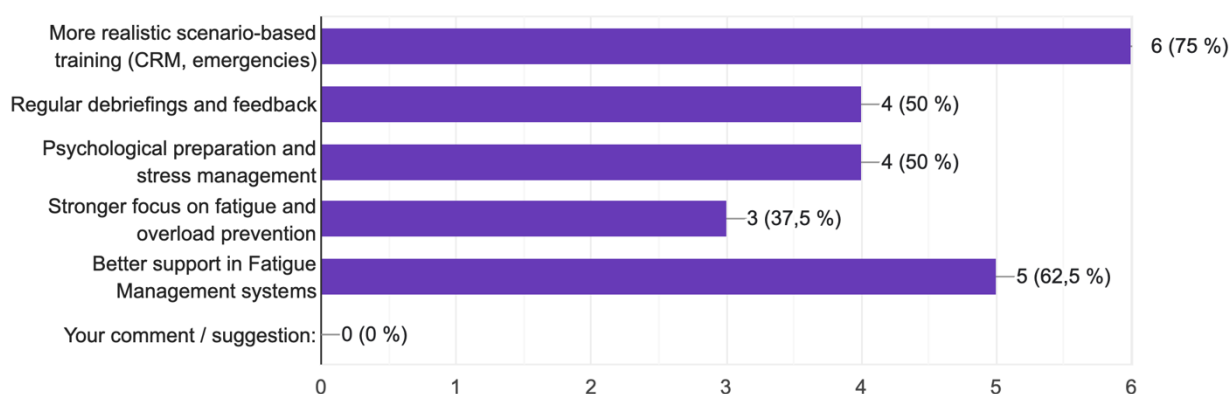
3. Do you think enough attention is given to risk management and decision-making under stress in pilot training?



Popis otázek

- Yes, training is sufficient
- Partially, but lacks real-life scenario emphasis
- No, this topic is overlooked
- I don't know/ no opinion
- Your comment/ suggestions for improvement
- Depends on operator, could be very good, but also quite poor
- In our company, yes. For others companies, I am unable to answer.

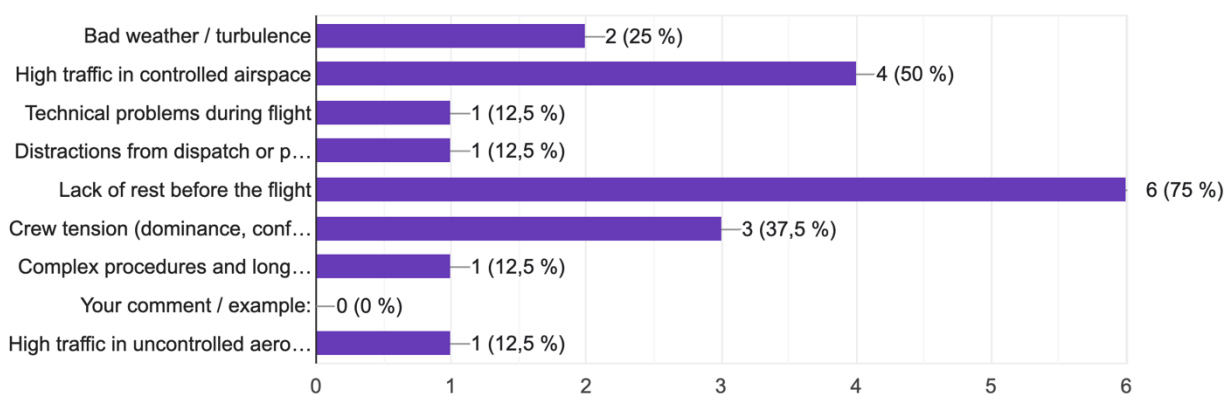
4. What would you improve in training related to human factors?



Popis otázek

- More realistic scenario-based training (CRM, emergencies)
- Regular debriefings and feedback
- Psychological preparation and stress management
- Stronger focus on fatigue and overload prevention
- Better support in Fatigue Management systems
- Your comment/ suggestion

5. What flight situations most often lead to fatigue, overload, or distraction in your opinion?

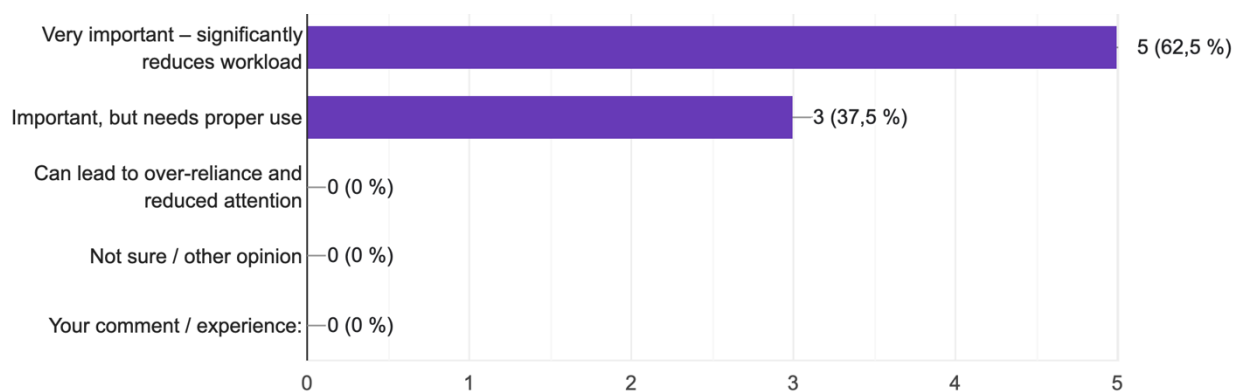


Popis otázek

- Bad weather/ turbulence
- High traffic in controlled airspace
- Technical problems during flight

- Distractions from dispatch or passengers
- Lack of rest before flight
- Crew tension (dominance, conflict, stress)
- Complex procedures and long checklists
- Your comment/ experience
- High traffic in uncontrolled aerodromes especially in the summer, Hot weather and no AC in GA aircrafts

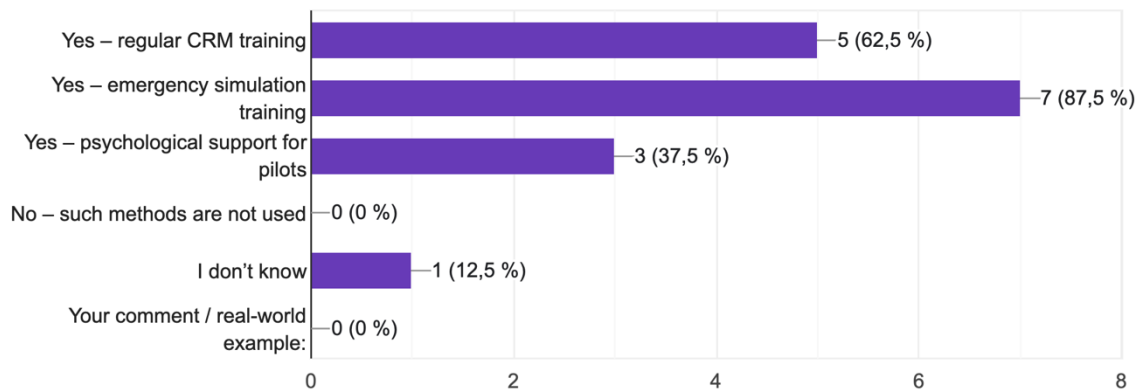
6. How important do you think automation is in reducing pilot workload?



Popis otázek

- Very important - significantly reduces workload
- Important, but needs proper use
- Can lead to over-reliance and reduced attention
- Not sure/ no opinion
- Your comment/ experience

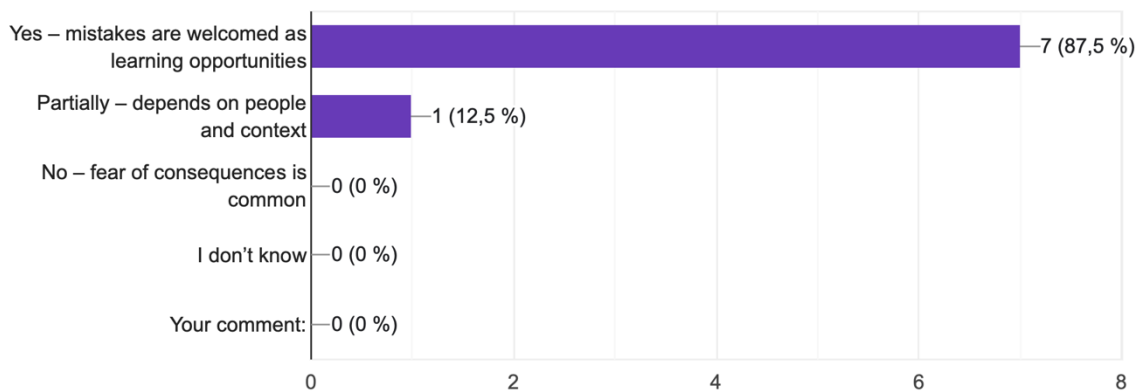
7. Does your flight school or airline apply methods to reduce human error?



Popis otázek

- Yes - regular CRM training
- Yes - emergency simulation training
- Yes - psychological support for pilots
- No- such methods are not used
- I don't know
- Your comment/ real- world experience

8. Do you feel that openly admitting mistakes is supported in your environment?

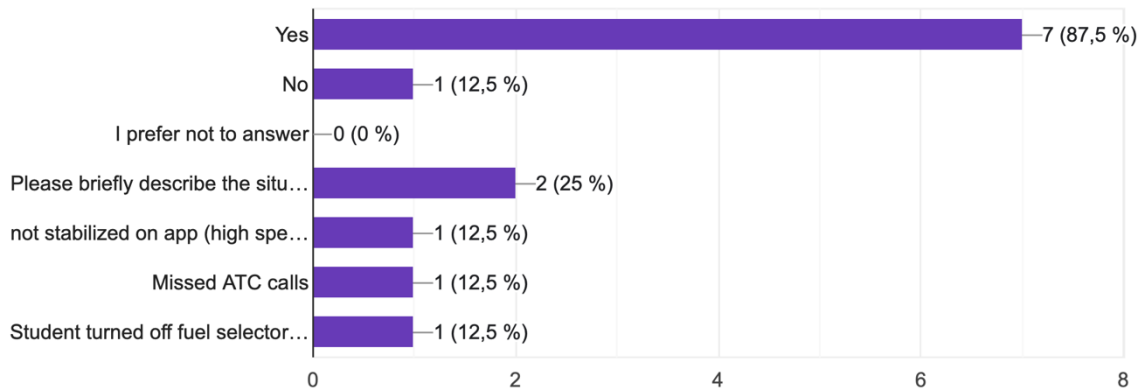


Popis otázek

- Yes - mistakes are welcomed as learning opportunities
- Partially - depends on people and context
- No- fear of consequences is common

- I don't know
- Your comment

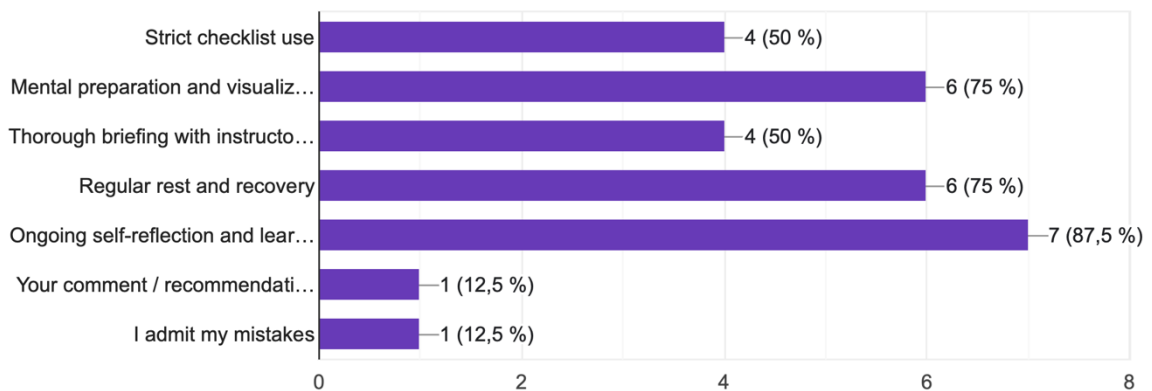
9. Have you ever made a mistake during a flight?



Popis otázek

- Yes
- No
- Please briefly describe the situation, cause, and lesson learned:
- Missed ATC calls
- Student turned off fuel selector in flight because when I said he has engine fire he thought it is real engine fire, I didn't explicitly say that this is simulated engine fire

10. What habits or methods personally help you avoid errors?



Popis otázek

- Strict checklist use
- Mental preparation and visualization
- Thorough briefing with instructor / co-pilot
- Regular rest and recovery
- Ongoing self-reflection and learning from real incidents
- Your comment / recommendation to others:
- I admit my mistakes

Zdroj: Autor