



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

ROZBOR LETECKÝCH NEHOD ZPŮSOBENÝCH CHYBNOU ÚDRŽBOU

ANALYSIS OF AVIATION ACCIDENTS CAUSED BY INCORRECT MAINTENANCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN JEŽEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROSTISLAV KOŠTIAL

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Martin Ježek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Rozbor leteckých nehod způsobených chybnou údržbou

v anglickém jazyce:

Analysis of aviation accidents caused by incorrect maintenance

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Sepsat základní statistiky leteckých nehod dopravních letadel. Určit nejčastější chyby v údržbě letadel vedoucích k leteckým nehodám s přihlédnutím na lidský faktor a demonstrovat tyto chyby na vybraných leteckých nehodách.

Cíle bakalářské práce:

Cílem je provést analýzu a vyhodnocení nejčastějších příčin leteckých nehod způsobených chybou v údržbě letounu.

Seznam odborné literatury:

[1] Internetové zdroje

[2] Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Boeing, 2010

[3] EASA Annual Safety Review

[4] Managing Human Factors in Aircraft Maintenance Through a Performance Excellence Framework, Adrian J. Xavier, 2005

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Rostislav Košťál

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 22.11.2012

L.S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem leteckých nehod, způsobených selháním lidského faktoru při údržbě. Především se věnuje nejčastějším lidským chybám a okolnostem, které mohou vést k nehodě či neštěstí. Obsah bakalářské práce se skládá ze tří částí. V první jsou shrnuté základní statistiky leteckých nehod. V další části jsou analyzovány nejčastější příčiny leteckých nehod způsobené chybou v údržbě letadel a způsoby, jakými se je snažíme eliminovat. V poslední části jsou vybrány letecké nehody, u kterých byla jako jedna z hlavních příčin prokázána chyba člověka při údržbě, se zaměřením na vznik pochybení a následná opatření, která byla provedena ke zlepšení bezpečnosti v letovém provozu.

Abstract

This bachelor's thesis covers the aviation accidents caused by incorrect maintenance. It is especially dedicated to the most common human errors and conditions, that can act as precursors to incidents and accidents. The thesis consists of three parts. The first part summarizes the basic statistics of accidents. The next part analyzes the most common causes of accidents due to bad maintenance and methods, that could be used to reduce them. In the last part, there are selected accidents caused by incorrect maintenance focusing on the reformation leading to safer flights.

Klíčová slova

Lidský faktor, údržba, bezpečnost, letecká nehoda, katastrofa, Dirty Dozen.

Key words

Human factor, maintenance, safety, aviation accident, disaster, Dirty Dozen.

Bibliografická citace

JEŽEK, M. Rozbor leteckých nehod způsobených chybnou údržbou. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 40 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Rostislav Košťál.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na zadané téma vypracoval samostatně s použitím veškerých uvedených literárních pramenů a jiných zdrojů pod vedením vedoucího práce pana Ing. Rostislava Koštiala.

V Brně dne 24. května 2013

.....

Martin Ježek

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Rostislavu Košťalovi, za jeho ochotný přístup a velmi cenné rady při vzniku této bakalářské práce.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Statistika nehodovosti v letectví.....	9
2.1. Statistika od roku 1918 – 2011	10
2.2. Statistika od roku 2000 – 2011	11
2.3. Příčiny nehod dopravních letadel	12
3. Statistika příčin leteckých nehod vlivem údržby	14
3.1. Lidský faktor v leteckých nehodách	15
3.2. Faktory stojící za pochybením při údržbě.....	15
3.3. Statistika pochybení údržby.....	17
3.3.1. Nejčastější fáze letecké údržby, při kterých dochází k chybám	17
3.3.2. Nejčastější faktory vedoucí k chybě v údržbě	18
4. Údržba letadel a metody k zajištění bezporuchovosti	18
4.1. Základní charakteristika údržby.....	18
4.2. Údržba zaměřená na bezporuchovost	19
4.3. Údržba a lidský faktor.....	19
4.4. Předpisy pro údržbu	20
5. Lidské faktory v letecké údržbě „Dirty Dozen“	21
5.1. „Dirty Dozen“	21
5.1.1. Nedostatečná komunikace	22
5.1.2. Samolibost	22
5.1.3. Nedostatek znalostí	22
5.1.4. Rozptýlení	23
5.1.5. Nedostatečná týmová práce	23
5.1.6. Únava	24
5.1.7. Nedostatek prostředků	24
5.1.8. Nátlak.....	24
5.1.9. Nedostatek sebevědomí	25
5.1.10. Stres	25
5.1.11. Nedostatečná informovanost.....	26
5.1.12. Normy.....	26
6. Letecké nehody	27
6.1. Boeing 747 společnosti China Airlines	27
6.2. Beechcraft 1900 D společnosti Air Midwest.....	28
6.3. McDonnell Douglas MD-83 společnosti Alaska Airlines	30
6.4. Airbus A 330 společnosti Air Transat	32
7. Závěr	34
8. Seznam použitých zdrojů	36
9. Seznam použitých zkratk.....	39
10. Seznam příloh	40

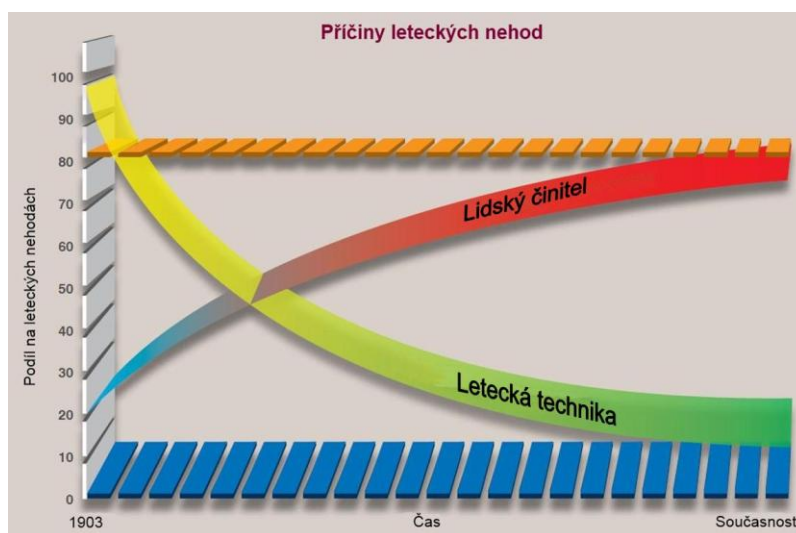
1. Úvod

Je tomu už více jak sto let, kdy bratři Wrightové sestrojili své první letadlo a položili základy leteckého průmyslu. V roce 1903 vzlétlo do vzduchu, při prvním řízeném letu, první letadlo těžší než vzduch na dobu 59 sekund a urazilo vzdálenost 279 metrů. V dnešní době se na celém světě provede přes 50 tisíc komerčních letů za den, z nichž ty nejdelší mají délku kolem 15 000 kilometrů a celý let trvá více jak 18 hodin. Ať už se jednalo o let dlouhý jednu minutu, nebo jde o let dlouhý 15 hodin, velice důležitou součástí provozu letadel je jejich údržba a s ní spojená bezpečnost. Letecká doprava, i přes ne zrovna velkou důvěru veřejnosti, je dnes statisticky nejbezpečnější formou dopravy vůbec. Je to výsledkem přísných bezpečnostních předpisů zabývajících se řízením letadla, letového provozu a údržby letecké techniky. Další vliv na bezpečnost provozu mají určitě stále se vyvíjející nové technologie, které dokážou v určitých úkonech zastoupit či úplně nahradit člověka. Dnešní letadla jsou vybavena složitými systémy a zařízeními, která pomáhají zvýšit bezpečnost posádky na palubě. I přes všechna pracovaná technická a bezpečnostní opatření stále dochází k leteckým nehodám. Ze statistik vyplývá, že téměř 70-80% všech leteckých nehod je způsobeno chybou člověka. Naštěstí se v letecké dopravě na základě vývoje nových technologií a i na základě podrobného zkoumání leteckých nehod neustále mění a zpříšňují bezpečnostní opatření, která mají za následek klesající trend leteckých neštěstí.

Cílem této bakalářské práce je provést základní statistiky leteckých nehod dopravních letadel a zaměřit se na letecké nehody, které byly zapříčiněny lidským faktorem a to konkrétně chybnou údržbou letadla. Shrnout nejčastější chyby, které se stávají u provádění údržby letadel, a která mají mnohdy fatální následky. Výběr několika leteckých nehod, na kterých půjde názorně ukázat pochybení při údržbě letadla, provést analýzu těchto nehod a přijatých opatření, která mají za cíl dalším podobným neštěstím zamezit.

2. Statistiky nehodovosti v letectví

V dnešní době se pojem bezpečnost skloňuje téměř ve všech odvětvích lidské činnosti. Je logickým, ale i morálním krokem každé společnosti, co nejvíce zabezpečit funkčnost svých výrobků, ale i pracovníků, a to vhodnými školeními, bezpečnostními předpisy a správným postupem. Přece jen jakákoliv nehoda, je pro danou společnost velice špatnou reklamou. Pokud se podíváme na letectví, je zajímavé, ale zároveň logické, že se stále se zdokonalující technikou klesá počet nehod zapříčiněných technickou chybou stroje a vzrůstá nehodovost zapříčiněná lidským faktorem. Do doby než letadla budou plně ovládána a udržována bez zásahu člověka, je zapotřebí a také snahou tento lidský faktor co nejvíce eliminovat.

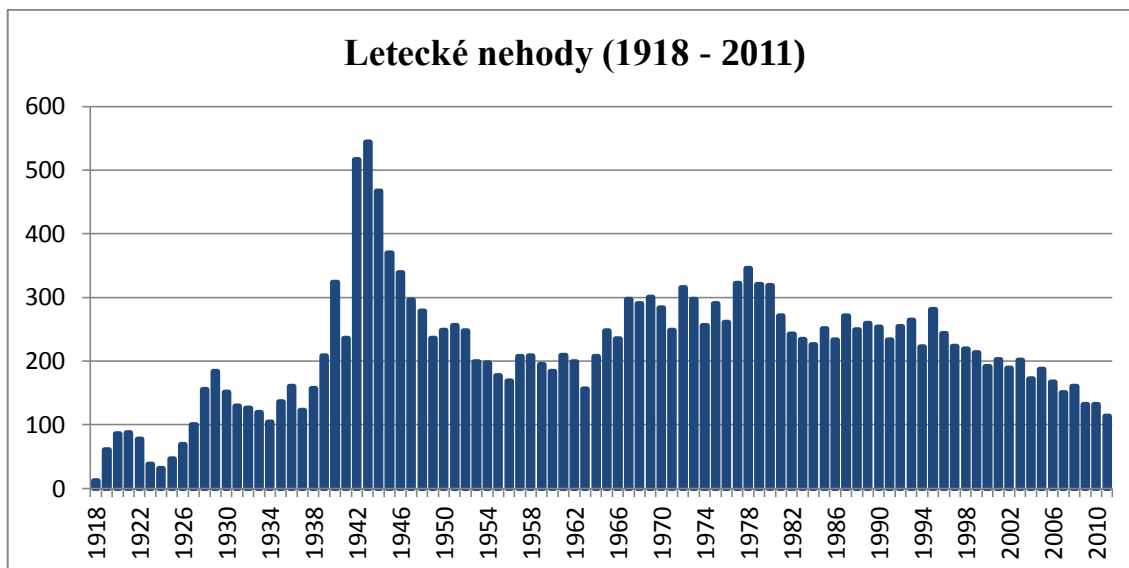


Obrázek 1: Změna vlivu příčin leteckých nehod v čase, [7].

Letecká doprava patří mezi nejmladší druh dopravy osob a zboží. V průběhu svého vývoje zaznamenala tak dramatický rozmach, že si bez ní dnes nelze mezinárodní spolupráci, cestovní ruch ani obchod představit. Letecká doprava je v dnešní době tím nejbezpečnějším, nejrychlejším a nej pohodlnějším způsobem přepravy vůbec. Je to dáno velmi přísnými bezpečnostními opatřeními. Každý pilot, člen posádky, mechanik, řídící letového provozu, zkrátka každý člověk pohybující se kolem letadel, je pravidelně školen, musí projít psychologickými testy a dodržovat přísné bezpečnostní předpisy. Ale i přes všechna bezpečnostní opatření k leteckým nehodám dochází.

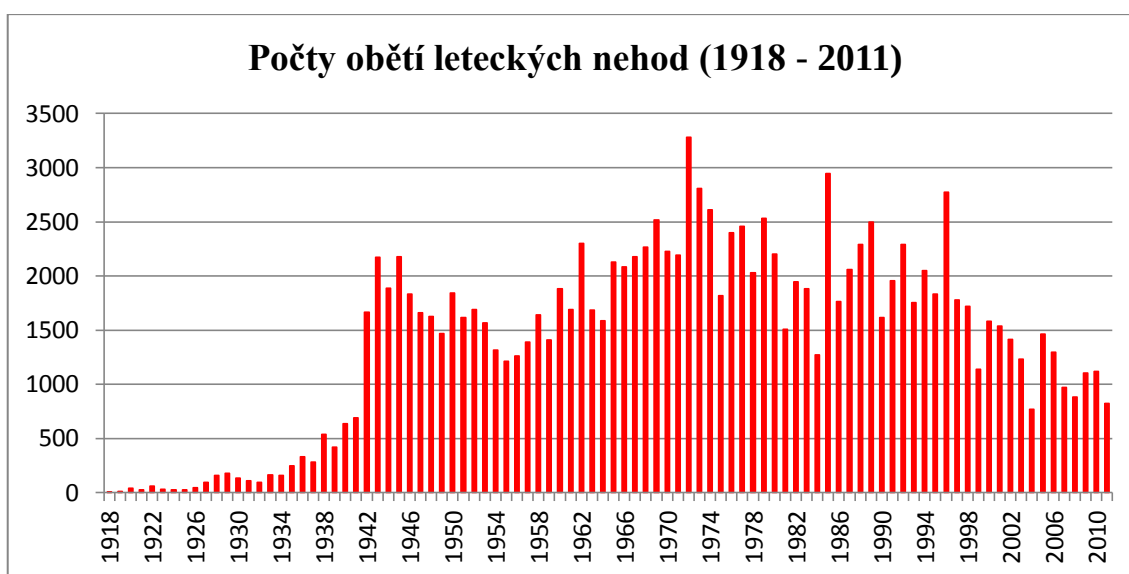
2.1. Statistiky od roku 1918 – 2011

V následujících grafech, které se opírají o data z Aircraft Crashes Record Office (ACRO) [2], je vidět průběh leteckých nehod od roku 1918 až do současnosti. Jako počátek se bere rok 1918, neboť to byla doba kdy letadla, hlavně vlivem I. světové války, zažila ohromný rozmach. Na konci války se v každé zemi nacházelo velké množství válečných letadel, kterých už nebylo zapotřebí. A tak se začala vojenská letadla upravovat pro použití v civilní dopravě.



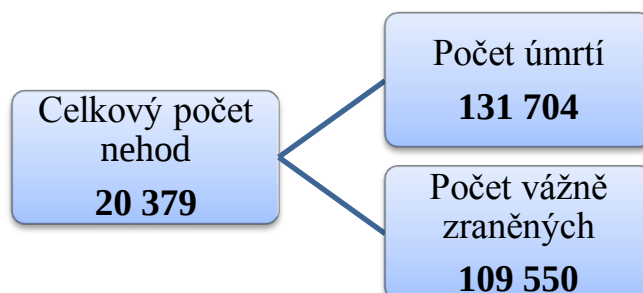
Graf 1: Letecké nehody (1918 - 2011), [2].

Jak je názorně vidět v grafu 1, stejně jako I. světová válka odstartovala začátky civilního letectví, tak i II. světová válka v tomto trendu pokračovala a komerční letectví v tomto období zažívá další ohromný „boom“. Ten se samozřejmě promítl i do počtu leteckých nehod. Na grafu 2 jsou ukázány důsledky těchto leteckých neštěstí a to konkrétně ztráty na životech.



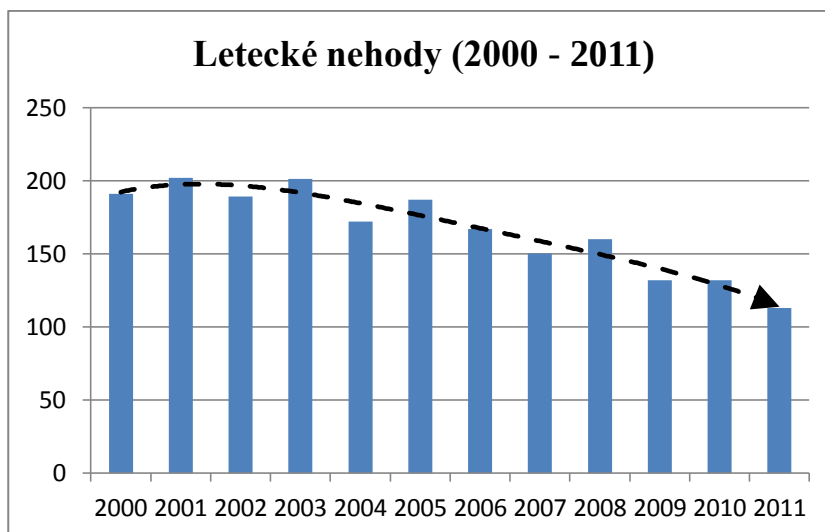
Graf 2: Počty obětí leteckých nehod (1918 - 2011), [2].

Pokud se podíváme na celkový souhrn všech zaznamenaných nehod dopravních letadel od počátku letectví až do roku 2011, zjistíme, že došlo k více než 130 000 smrtelných zranění [2]. Toto číslo může vypadat hroživě, ale pokud přihlédneme k tomu, že dnes se běžně provede přes padesát tisíc komerčních letů za den, což dělá více než osmnáct milionů letů za jeden rok, můžeme skutečně prohlásit, že letecká doprava je jednou z nejbezpečnějších forem dopravy.



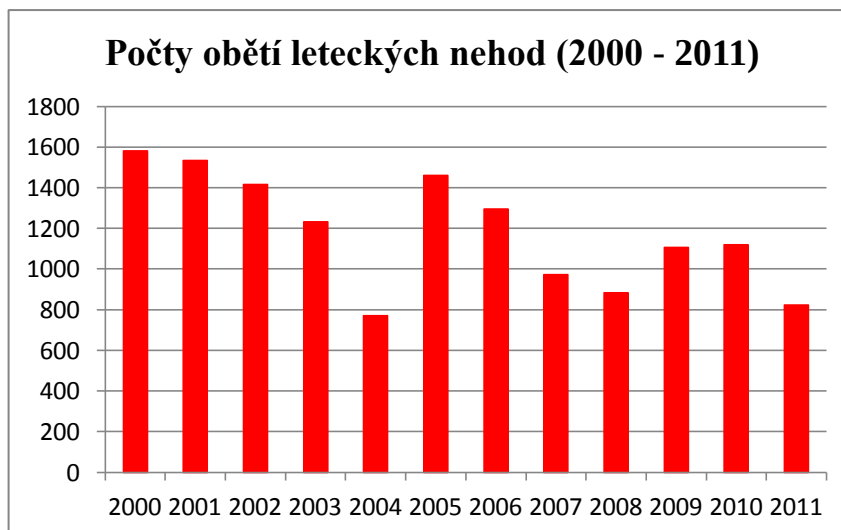
2.2. Statistiky od roku 2000 – 2011

Pokud se podíváme na počty leteckých nehod v posledním desetiletí, můžeme vidět postupný klesající trend. Ten je dán, jak vývojem nových technologií, tak i neustálými bezpečnostními opatřeními a změnami předpisů, na kterých se podílí mezinárodní organizace civilního letectví. Mezi ně se řadí: ICAO, EASA, EUROCONTROL, FAA atd.



Graf 3: Letecké nehody (2000 - 2011), [2].

Co se týká počtu úmrtí, byl v posledním desetiletí (a i v posledním půlstoletí) jasně nejbezpečnější rok 2004, kdy při leteckých nehodách na světě zahynulo 771 osob. Bezpečnost se v tomto desetiletí výrazně zvýšila, neboť v 90. letech docházelo v průměru k 1891 úmrtím ročně, [2].

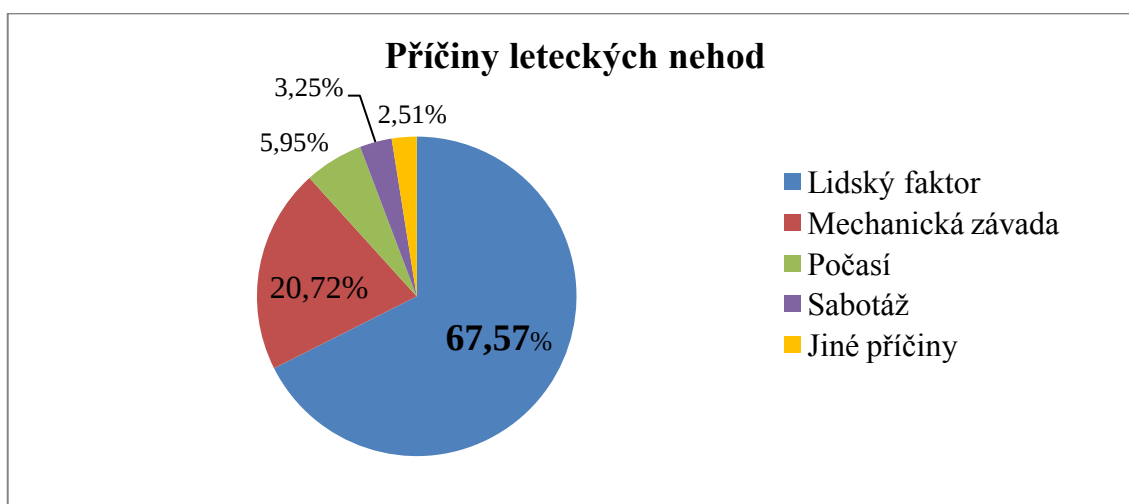


Graf 4: Počty obětí leteckých nehod (2000 - 2011), [2].

Ačkoliv šance zemřít při letecké nehodě je velice malá, reakce veřejnosti na letecké nehody je vždy velmi silná. Následná ztráta důvěry v danou leteckou společnost nebo v létání obecně je běžná, bez ohledu na to jestli nehoda byla fatální či nikoliv. Nehody mají i další následky. Cena na záchranné operace, rekonvalescenci raněných, odstranění vraku letadla a vyšetřování příčin nehody se může vyšplhat do miliónů.

2.3. Příčiny nehod dopravních letadel

Letecké nehody jsou málokdy zapříčiněny pouze jednou událostí. Obvykle je příčinou několik faktorů, spojených dohromady jako řetěz. Často posledním článkem řetězu je pilotova reakce na mimořádnou událost, která bývá na začátcích označována jako jediná příčina. Vyšetřování však obvykle odhalí příčiny další. Na následujícím grafu 5 je vidět poměr mezi jednotlivými příčinami leteckých nehod. Tato statistika vychází z údajů, které zveřejňuje ACRO, [2].



Graf 5: Příčiny leteckých nehod, [2].

- **Lidský faktor** – lidská chyba je tou nejběžnější příčinou leteckých neštěstí. Může to být chyba pilota, technika údržby, pozemní posádka, řízení letového provozu nebo někoho kdo letadlo vyráběl. Chyby na zemi mohou zahrnovat nesprávnou konstrukci nebo údržbu, nepřesné instruování letové posádky, chyby v doplnění paliva, nezabezpečení dveří letadla, přetížení nebo nadměrný tlak na posádku. Ve vzduchu může pilot provést chybu při navigaci či odhadu při přistávání.
- **Mechanická závada** – u jedné z pěti leteckých nehod se za příčinu uvádí nějaký typ mechanické závady, ať už je to chyba v konstrukci letadla, jeho vybavení nebo jde o poškození jedné jediné součástky. V jiných případech se může mechanická závada pouze podílet na výsledku nehody. Zařízení může selhat, mohou zde být strukturální poškození, která mohou vést k nehodě, pokud není letadlo náležitě opraveno nebo udržováno.
- **Počasí** – jednou z nejnebezpečnějších příčin leteckých nehod vlivem počasí je led. Led se může na letadle vytvořit na zemi, ale i ve vzduchu při průletu mračky, kde se drží zmrazená voda, přestože nemusí být vidět, může způsobit neschopnost letu, nebo dramaticky snížit manévrovatelnost letadla. Letadla jsou sice vybavena zařízeními, která udržují křídla a ocas stroje bez ledu, ale i tato zařízení se mohou přetížít za náročných podmínek. Další nepříznivé podmínky pro let, které mohou nastat, jsou sopečný popel, hustý déšť, úder blesku nebo písečná bouře.
- **Sabotáž** – v posledních letech příčiny leteckých nehod vinou sabotáže rostou. Záměrné poškození letadla, ať už na zemi nebo ve vzduchu, použití výbušných zařízení, nebo úmyslné založení požáru, to vše se počítá jako sabotáž. Ze statistického hlediska je nejběžnější způsob sabotáže odpálení výbušniny.

Jak vyplývá z grafu, lidský faktor se největší měrou podílí na leteckých nehodách.

3. Statistika příčin leteckých nehod vlivem údržby

Lidský faktor přímo vyvolává nebo přispívá k mnoha leteckým nehodám. Všeobecně se počítá, že 80% chyb při letecké údržbě vzniklo lidským pochybením. Pokud nejsou tyto chyby včas zjištěny, mohou zapříčinit poranění pracovníků, ztrátu času anebo nehodu.

Letecká bezpečnost zásadně závisí na údržbě. Pokud není provedena správně, přispívá k významnému podílu leteckých nehod a neštěstí. Některé příklady chybné údržby jsou: nesprávná instalace součástí, chybějící součástky anebo neprovedení nezbytných kontrol. Ve srovnání s dalšími příčinami ohrožení bezpečnosti v letectví, patří pochybení letecké údržby k těm, které je obvykle velmi obtížné odhalit. Často když se tyto chyby vyskytnou, zůstávají skryté a mohou se stát nebezpečnými až po určitém čase.

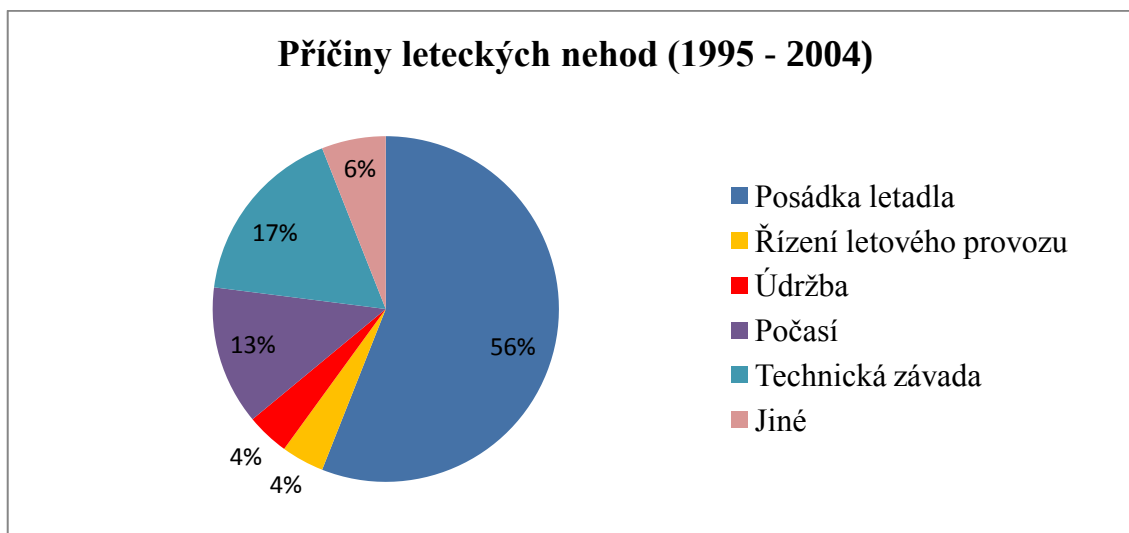
Technici musí čelit lidským faktorům jedinečným v letectví. Častá práce v pozdních nebo ranních hodinách, v uzavřených prostorách, na výškových plošinách a za různých nepříznivých teplotních/vlhkostních podmínek. Práce může být fyzicky náročná, ale také může vyžadovat velkou pozornost pro detail. Vzhledem k povaze prováděných úkolů, technici údržby běžně stráví více času s přípravou pro daný úkol, než s jeho provedením. Správná dokumentace všech údržbářských prací je klíčová a technici obvykle tráví hodně času psaním protokolů o údržbě, jako vykonáním dané práce.

Povědomí o lidských faktorech ovlivňujících práci údržby, vede ke zvýšení kvality a letecké bezpečnosti. Přesněji, snížení chyb při údržbě poskytuje značné výhody, včetně snížení nákladů, dodržení termínů, snížení pracovních úrazů, snížení reklamací a spoustě dalších věcí.

Studium a analýza lidských faktorů je velice složitá, protože v této oblasti neexistuje jednoduchá odpověď na to, jak tyto problémy řešit, nebo změnit, jak jsou lidé ovlivňováni různými okolnostmi a situacemi.

3.1. Lidský faktor v leteckých nehodách

V následujícím grafu 6 je možné vidět podrobnější rozdělení lidského faktoru při leteckých nehodách. Údaje pocházejí ze společnosti Boeing [17] a zahrnují letecké nehody dopravních letadel mezi lety 1995 a 2004, u kterých byla zjištěna příčina. Z grafu vyplývá, že poměr nehod způsobených leteckou údržbou je velmi malý, tyto hodnoty se samozřejmě mohou lišit v závislosti na kontinentu a aerolinkách stroje provozujících.



Graf 6: Příčiny leteckých nehod, [17].

Nejčastější chyby a jejich důvody při provádění údržby:

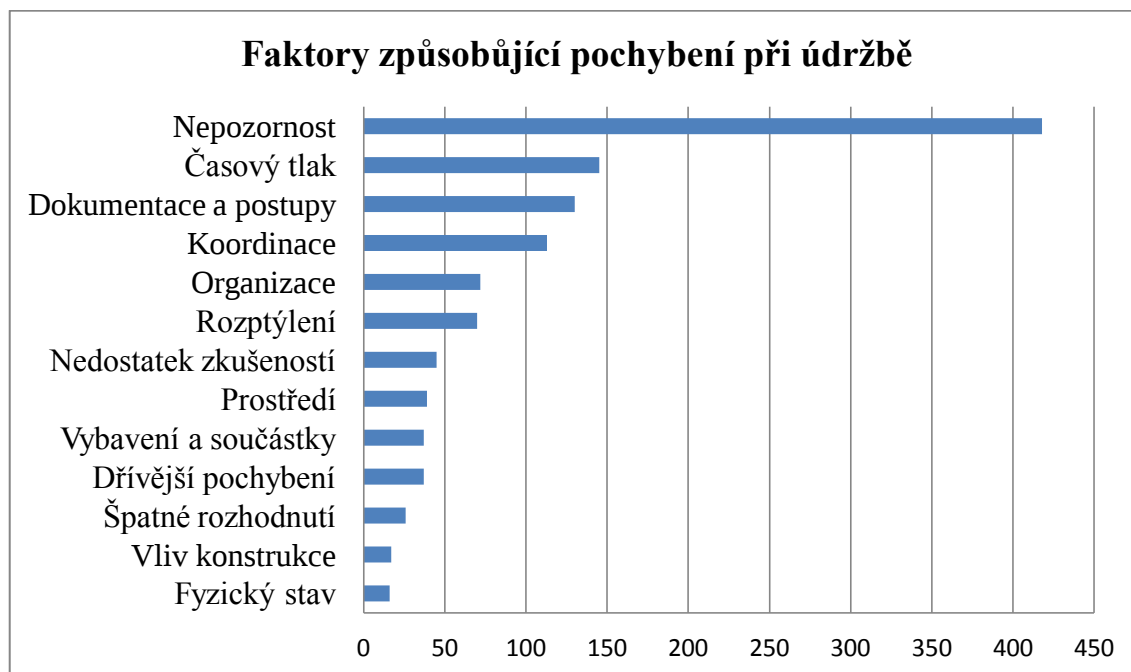
- **Nesprávná instalace součástí.** Tento problém je jedním z největších viníků leteckých nehod způsobených údržbou. Patří sem použití starých součástek, součástek jiného než předepsaného typu, nesprávná instalace nových součástí. Tyto chyby vznikají ve velké míře tlakem ze strany dopravce na technickou údržbu z důvodu co nejrychlejší opravy stroje. Ale také nedostatečnou kvalifikací samotných techniků, kteří mnohdy opravují zařízení, pro která nemají příslušnou kvalifikaci.
- **Nedodržování pracovních postupů.** Příčinou nesprávného dodržování postupů jsou: nedostatek zkušeností a znalostí, nepoužití technické dokumentace, vliv rutinní práce, který má za následek nedodržení předepsaných kroků, protože jsou považovány za bezpečné a zbytečné, atd.
- **Poškození součástí letadla během údržby.** Jednou z dalších příčin je neúmyslné poškození zařízení při opravě nebo při kontrole systémů a zařízení letadla. Uváděné příčiny jsou časový nátlak, únava, problémy v komunikaci při změně směn a prostředí pro vykonávání daného úkolu.

3.2. Faktory stojící za pochybením při údržbě

Následující údaje pocházejí z výzkumu, který provedli na Univerzitě v Illinois [14], zaměřeným na faktory ovlivňující leteckou údržbu komerčních aerolinek. Použitá data vycházejí z databáze ASRS (Aviation Safety Reporting System). Bylo vybráno 992

nahlášených událostí mezi roky 2004 a 2006, které měly zaznamenanou chybu při údržbě.

V následujícím srovnání je jasné vidět jaké faktory nejvíce ovlivnily pochybení při údržbě. V grafu 7 je z oněch 992 nahlášených událostí použitých 678, u kterých se jednoznačně dal najít zapříčiňující faktor (z toho 454 událostí bylo nahlášeno přímo osobou, která chybu udělala – proto bylo jednodušší a přesnější zjistit příčinu pochybení).



Graf 7: Faktory vedoucí k pochybení při údržbě, [14].

Jako nejčastějším faktorem byla identifikována **nepozornost** technika provádějícího údržbu. Jedná se například o nepozornost při všímání si známek nebezpečí nebo při provádění požadovaných postupů. Technici letecké údržby sami přiznali, že z nepozornosti přeskočili nějaký úkol, nebo na něj zapomněli úplně. Takový postoj číšíci z přílišné sebedůvěry a samolibosti se objevuje jako příčina nepozornosti v mnoha hlášeních. Například když technik poukázal na problém s letadlem, vedoucí mechanik i přes hlášení nechal stroj odstartovat, protože se jednalo „jen o vyhlídkový let“, a podobných příkladů je celá řada.

Jako jednou z dalších častých příčin byl uveden **časový tlak**. Čas hraje důležitou roli a takový tlak obvykle vznikne ze strany dopravce, který se snaží co nejvíce zabránit zpožděním letů. Proto v mnoha hlášeních technici letové údržby popsali, že viníkem byla „uspěchaná atmosféra“.

Vliv prostředí se ukázal jako také důležitý. Může za to špatné počasí, temné pracovní prostředí, hlučné okolí a špatně přístupná místa, kam je těžké se dostat.

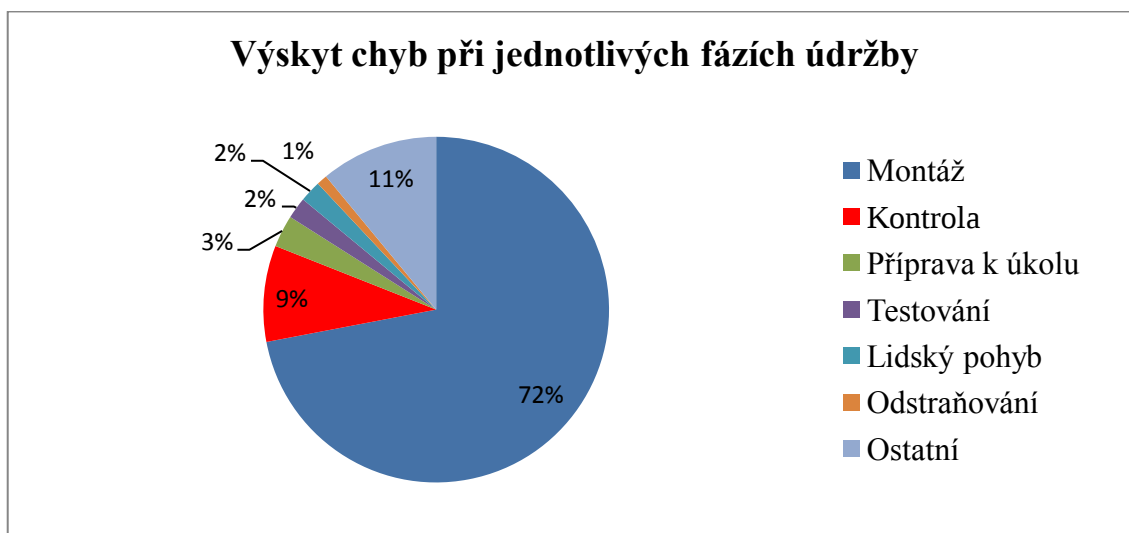
Co se **koordinace** týká, jako hlavní důvod se objevoval problém v komunikaci u úkolů, které potřebovaly k provedení více techniků údržby a jejich spolupráci. Tyto nedostatky v komunikaci a koordinovanosti techniků, se obzvláště projevují při práci na velkých letadlech.

Vliv **organizace** je brán jako problematika celé letecké společnosti, netýká se pouze techniků údržby a inženýrů, nýbrž všech zaměstnanců. Například jde o špatné naplánování údržbářských úkolů a do této statistiky se zahrnují i případy, ve kterých bylo uvedeno, že nebyl dostatek pracovníků k provedení daného úkolu.

3.3. Statistiky pochybení údržby

Následující údaje pocházejí ze zprávy společnosti Airbus [9], která provedla průzkum se zaměřením na personál letecké údržby a jejich pohled na lidské faktory a chyby, ke kterým dochází. Průzkumu se zúčastnily evropské letecké společnosti.

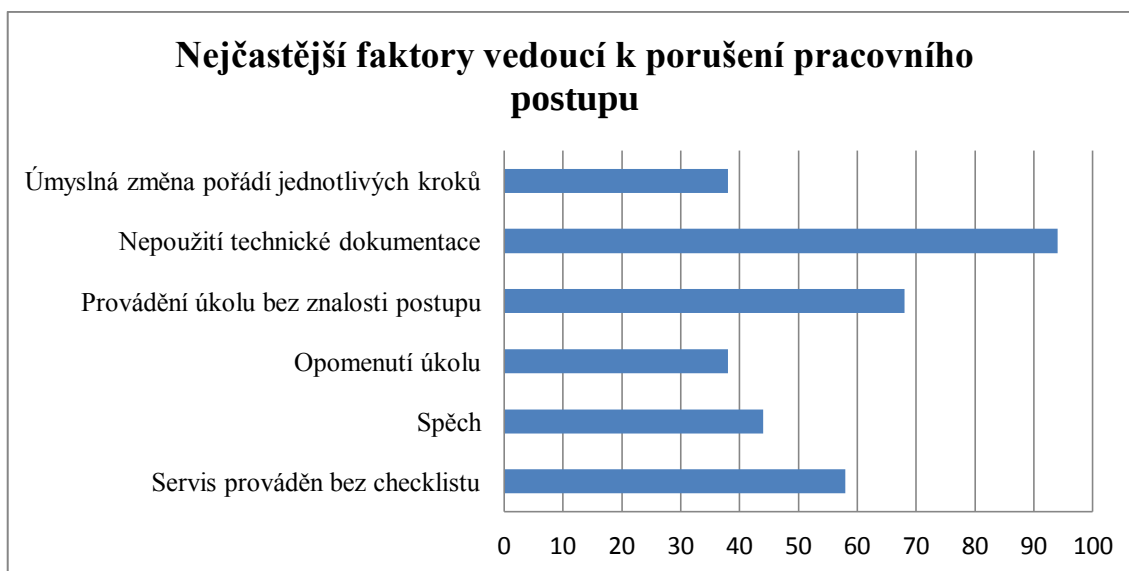
3.3.1. Nejčastější fáze letecké údržby, při kterých dochází k chybám



Graf 8: Chyba v jednotlivých fázích údržby, [9].

Dá se očekávat, že největší část pochybení při údržbě vzniká při montáži vyměňovaných součástí. Ale je velmi zajímavé, jaký podíl na vytváření chyb má samotná kontrola fungujících zařízení. Tento trend a jeho snižování je více přiblížen v kapitole 4.2. Údržba zaměřená na bezporuchovost.

3.3.2. Nejčastější faktory vedoucí k chybě v údržbě



Graf 9: Faktory porušení pracovního postupu, [9].

Nejčastější důvody udané k „Nepoužití technické dokumentace“ byly:

- Dokumentace nebyla k dispozici.
- Úkol byl prováděn už několikrát, proto není dokumentace potřeba.
- Příprava technické dokumentace zabere více času než samotný prováděný úkol.

4. Údržba letadel a metody k zajištění bezporuchovosti

4.1. Základní charakteristika údržby

Definice údržby je formulována: „Veškeré činnosti, potřebné pro obnovení nebo udržování objektu v použitelném stavu, zahrnující obsluhu, opravu, modifikace, generální opravy, prohlídky a určení stavu.“

Údržba je extrémně důležitá tam, kde selhání technických systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy. V takových případech provádění údržby kontrolují státní nebo jimi pověřené organizace. V případě letecké údržby se jedná například o ICAO, EASA, FAA, atd.

Druhy prováděné údržby:

- **Preventivní údržba** – údržba prováděná v předem určených intervalech nebo podle předepsaných kritérií. Jedná se o péči a údržbu za účelem udržování vybavení a zařízení ve vyhovujícím provozním stavu, prováděním systematických kontrol, odhalováním a opravováním začínajících závad dříve než se vyvinou ve vážnější defekty.
- **Údržba po poruše** – údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a zaměřená na uvedení objektu do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci.

- **Plánovaná údržba** – preventivní údržba prováděná v souladu se stanoveným časovým plánem.
- **Neplánovaná údržba** – údržba neprováděná v souladu se stanoveným časovým plánem, nýbrž po získání údajů o stavu objektu.

4.2. Údržba zaměřená na bezporuchovost

Za posledních třicet let se údržba změnila možná víc, než jakékoliv jiné odvětví. Změny se udály v důsledku zvýšení počtu a rozmanitosti systémů, jejich složitosti a díky měnícím se názorům na organizaci údržby a odpovědnosti. Klíčovým faktorem, ve změnách údržby, byla práce, kterou vytvořili pánové Nowlan a Heap nazvaná Reliability-centered Maintenance (RCM) [6]. Je to metoda zaměřená na stanovení nejefektivnějšího způsobu údržby daného objektu. Používá strom logického rozhodování ke zjištění použitelných a efektivních požadavků na preventivní údržbu, podle důsledků zjistitelných poruch a podle degradace způsobující tyto poruchy.

Hlavním cílem RCM je snížení nákladů na údržbu, zaměřením se na nejdůležitější funkce objektu a vyhnutím se nebo odstraněním zbytečných údržbářských zásahů do objektu. Je prokázáno, že zbytečné údržbářské zásahy spíše zhoršují bezporuchovost objektu a zvyšují náklady na údržbu. Jejím cílem je, aby program údržby obsahoval jen ty údržbářské zásahy, které jsou nutné ke splnění stanovených cílů.

V 60. letech při uvedení letadel 747, DC-10 a L-1011, aerolinky dospěly k závěru, že dosavadní metody údržby nejsou vhodné. Na základě toho, FAA a obchodní letecký průmysl vytvořili skupinu, která měla za úkol zanalyzovat aktuální postupy a navrhnout nové údržbové plány. Jejich výzkum ukázal, že v mnoha případech měly předepsané opravy zanedbatelný, či dokonce žádný vliv na celkovou spolehlivost a bezpečnost. I statistické analýzy potvrdily, že ve většině případů, neměly změny ve změnách intervalů plánované údržby vliv na bezpečnost nebo spolehlivost letadla.

Na základech metody RCM a získaných zkušeností vznikly nové postupy údržby pro letadlo B747 nazvány MSG-1. Vzhledem k velkému úspěchu této koncepce, vznikaly na základě této metody další, MSG-2 pro letouny L-1011 Tristar a DC-10, evropská podoba z roku 1972 EMSG. Roku 1980 byla vydána MSG-3 a od té doby jsou vydávány její revize, [1].

V příloze č. I a II je vidět jak značně, konkrétně u letadla Boeing 747, tyto metody ovlivnily změnu intervalů v plánovaných údržbách – v některých případech až téměř na dvojnásobek; a redukci počtu údržbářských úkonů – na polovinu i méně.

4.3. Údržba a lidský faktor

Je logické, že aktuálním problémem pro letecké společnosti na celém světě, je snaha co nejvíce eliminovat lidské pochybení při letecké údržbě. A skutečně, ať už je to díky technickému pokroku, změnami v postupu údržby nebo změnami v průmyslovém dohledu, není pochyb o tom, že v oblasti bezpečnosti v letectví, bylo dosaženo obrovských zlepšení. Avšak všechny normy, opatření a bezpečnostní postupy stojí na jednom jediném pilíři – na člověku.

Na počátku 80. let průmyslový regulátoři začali zkoumat, jaké lidské chyby a faktory ovlivňují posádku na palubě letadla, na jejímž základě byla vytvořena výcviková metoda Cockpit Resource Management (CRM). Zhruba o deset let později vznikla stejná metoda pro odvětví údržby Maintenance Resource Management (MRM), [13].

MRM vznikla v unikátním prostředí, jakým je pracoviště letecké údržby, kde technici mohou dělat svoji práci správně, jen při přijatelném pracovním vytížení a za důkladné kontroly všech kroků v postupu. Často se stává, že jsou zaměstnanci svým zaměstnavatelem nuceni k přesčasům. Pokud se k tomu přidají zatěžující faktory, jako jsou noční směny, časový tlak pro splnění úkolu, náročnost vykonávaného úkolu, nebo třeba práce při teplotách pod bodem mrazu – je velmi snadné udělat chybu. Z toho je jasné vidět, jaký vliv mají lidské limity pro leteckou bezpečnost.

Složitý sociálně-technický systém pro údržbu letadel vyžaduje nadprůměrnou koordinaci, komunikaci a spolupráci mezi jednotlivými odborníky v daném sektoru. Předtím než se MRM metody formálně začaly používat, se odehrála celá řada katastrofálních nehod, ve kterých sehrál značnou roli lidský faktor při údržbě. Například nehodu letadla v roce 1979 American Airlines DC-10 s 273 mrtvými, nebo známou nehodou letu Aloha Airlines 243, kde došlo k explozivní dekompresi doprovázené dezintegrací stěn a stropu trupu za pilotní kabinou.

MRM se netýká pouze mechaniků a inženýrů. V podstatě je zaměřena na celou organizaci za účelem spolehlivějších a bezpečnějších výkonů. Vytváří povědomí o tom, jak lidské faktory ovlivňují výkonnost a bezpečnost. Celkovým cílem je integrovat technické dovednosti, mezilidské vztahy a znalosti lidských faktorů tak, aby vedly k efektivnějším a bezpečnějším výsledkům. Základní cíle MRM jsou:

- Zlepšit komunikační dovednosti.
- Upustit od autoritativních postojů na pracovišti.
- Posílit týmové pracovní schopnosti.
- Vštípit určitou míru asertivity mezi mechaniky.
- Poskytnout pohled na to jaký vliv má lidský činitel v tomto prostředí.

V Evropě byl výcvikový systém zaměřený na lidský faktor při letecké údržbě ustanoven Nařízením Komise (ES) č. 2042/2003 (viz. 4.4. Předpisy pro údržbu). Tento krok měl za cíl zajistit, aby byly jasně dodržovány zásady, které omezují chybu lidského činitele při vytváření postupů pro personál údržby letadel.

4.4. Předpisy pro údržbu

EASA vydala předpisy pro údržbu, které mají základ v předpisech JAR – pod názvem Nařízení Komise (ES) č. 2042/2003 o zachování letové způsobilosti letadel a leteckých výrobků, letadlových částí a zařízení a schvalování organizací a personálu zapojených do těchto úkolů. Toto nařízení obsahuje čtyři přílohy, které obsahují prováděcí pravidla jako společné technické požadavky a administrativní postupy, [19].

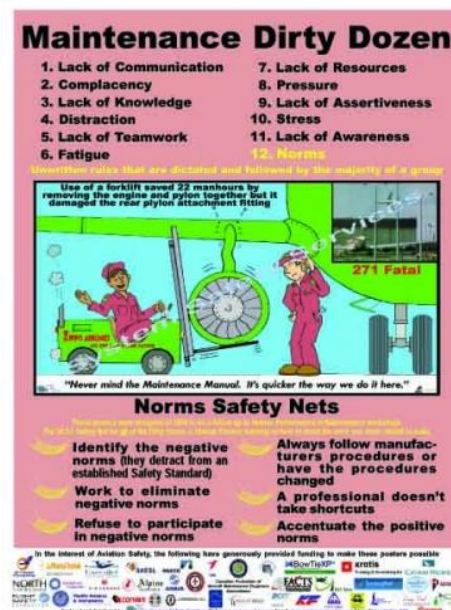
- Příloha I Část M (Annex I Part M) – Požadavky pro zachování letové způsobilosti.
- Příloha II Část 145 (Annex II Part 145) – Oprávnění organizace k údržbě.
- Příloha III Část 66 (Annex III Part 66) – Osvědčující personál.

→ Příloha IV Část 147 (Annex IV Part 147) – Požadavky na výcvikové organizace.

5. Lidské faktory v letecké údržbě „Dirty Dozen“

„Dirty Dozen“ [16] pojednává o dvanácti nejčastějších lidských chybách a okolnostech, které mohou předcházet nehodě či neštěstí. Těchto dvanáct faktorů výrazně ovlivňuje lidi k tomu dělat chyby. Tento koncept byl vymyšlen Gordonem Dupontem v roce 1993. V té době pracoval pro Transport Canada a podílel se na vytvoření vzdělávacího programu pro Human Performance in Maintenance. A to se stalo základním kamenem výcvikových kurzů Human Factors in Maintenance po celém světě.

„Dirty Dozen“ není kompletní seznam lidských faktorů, které mohou zapříčinit nehodu, výčet většiny z nich se pohybuje kolem 300 (dle ICAO Circular 240-AN/144). Nicméně od roku 1993 všechny oblasti leteckého průmyslu, nejenom letecké údržby, přišly na to, že „Dirty Dozen“ je velmi užitečná základní pomůcka pro předcházení lidským pochybení v jejich podnikání, organizaci a na pracovišti. Díky tomu je možné nalézt seznam „Dirty Dozen“ pro piloty, letové dispečery i posádku kabiny. Originální seznam byl však vytvořen pro leteckou údržbu.



Obrázek 2: Plakát "Dirty Dozen", [20].

5.1. „Dirty Dozen“

(na pořadí nezáleží)

- Nedostatečná komunikace
- Rozptýlení
- Nedostatek prostředků
- Stres
- Samolibost
- Nedostatečná týmová práce
- Nátlak
- Nedostatečná informovanost
- Nedostatek znalostí
- Únava
- Nedostatek sebevědomí
- Normy

Zatímco seznam „Dirty Dozen“ zvýšil povědomí o tom, jak lidský faktor může přispět k letecké nehodě, cílem konceptu bylo zaměřit pozornost a prostředky ke snížení počtu lidských pochybení. Z tohoto důvodu jsou pro každou událost ze seznamu uvedeny příklady a typická protipatření navržená ke snížení možnosti pochybení ze strany člověka.

5.1.1. Nedostatečná komunikace

Nedostatečná komunikace se často objevuje hned nahoře v seznamu příčin v šetřeních leteckých nehod a je proto jedním z nejkritičtějších elementů lidského pochybení. Komunikace se týká jak vysílačů a příjemců, stejně tak závisí na způsobu přenosu. Vysílané pokyny mohou být nejasné nebo nesrozumitelné. Příjemce může činit předpoklady o významu těchto pokynů a vysílač může předpokládat, že zpráva byla přijata a pochopena. Ve verbální komunikaci je běžné, že pouhých 30% z obsahu sdělení je přijato a je mu porozuměno.

Podrobné informace musí být předávány před, během a po každém úkolu, a to zejména při změnách směn. Proto, když jsou zprávy složité (souhrnné, dlouhé), tak by měly být zapsány a organizace by měly podporovat využívání deníků, pracovních listů, seznamů, atd. Verbální sdělení by měla být krátká, s nejdůležitějšími sděleními na začátku a s opakováním na konci. Je potřeba vyvarovat se předpokladům a mít vždy možnost klást otázky.

5.1.2. Samolibost

Samolibost by se dala popsat jako pocit sebeuspokojení doprovázený neuvědomováním si potenciálních rizik. Takový pocit často vzniká při provádění rutinních činností, které se stanou automatickými, a které mohou být považovány (buď jedincem, nebo i celou organizací) za snadné a bezpečné. Nastává opadnutí ostražitosti a mohou být přehlédnuty důležité signály, protože jedinec vidí pouze to, co on nebo ona očekává, že uvidí. Samolibost může nastat také po vysoce intenzivní činnosti, jako je například odvrácení možné katastrofy – úleva poté může přivést fyzické uvolnění a snížení ostražitosti.

Zatímco příliš velký tlak a požadavky způsobují nadměrné namáhání a snížení lidské výkonnosti, příliš málo vede naopak k nudě, samolibosti a také ke snížení lidské výkonnosti. Je proto důležité při provádění jednoduchých, rutinních a zaběhnutých úkolů, zajistit optimální úroveň „stresu“ přes jiné stimuly. Například vždy očekávat, že se objeví chyba. Důsledné dodržování písemných pokynů a postupů, které zvyšují ostražitost, stejně jako inspekce, mohou poskytnout vhodnou stimulaci. Je důležité zabránit: práci z paměti; předpokládat, že je něco v pořádku, i když jsi to nezkontroloval; ukončit práci, u které si nejste jisti, že byla dokončena. Také práce v týmu a vzájemné kontroly poskytují adekvátní stimulaci.

5.1.3. Nedostatek znalostí

Regulační požadavky na výcvik a kvalifikaci jsou komplexní a organizace jsou nuceny tyto požadavky striktně dodržovat. Nicméně nedostatek pracovních zkušeností a specifických znalostí mohou vést pracovníky k nesprávnému vyhodnocení situace a následně učinit nebezpečné rozhodnutí. Letadlové systémy jsou tak složité, že je téměř nemožné provádět většinu úkolů bez náležitého technického výcviku, získání náležitých zkušeností a dostatečných odborných dokumentů. Kromě toho se systémy a postupy často mění a tak se mohou znalosti zaměstnanců rychle stát zastaralými.

Je proto důležité zaměstnance neustále profesně rozvíjet a pro nejzkušenější pracovníky by mělo být samozřejmostí sdílet své znalosti s ostatními. Součástí tohoto procesu by měly být i nejnovější poznatky o lidských chybách a výkonech. Nemělo by

být bráno jako známka slabosti požádat někoho o pomoc nebo o informaci – ve skutečnosti by to mělo být podporováno. Manuály, příručky a kontrolní seznamy by měly být vždy striktně dodržovány a nikdy by se neměly používat předpoklady nebo domněnky.

5.1.4. Rozptýlení

Rozptýlení může být cokoliv, co odpoutá lidskou pozornost od jeho úkolu, na kterém právě pracuje. Některá rozptýlení jsou nevyhnutelná, jako třeba hlasité zvuky, žádosti o pomoc nebo radu a den co den se opakující bezpečnostní problémy, které vyžadují okamžité řešení. Ostatním rozptýlením se dá vyhnout nebo je odložit na vhodnější dobu, například zprávy z domova, manažerské rozhodnutí, která se netýkají právě vykonávané práce (jako jsou pracovní směny, nároky na dovolenou, pracovní porady, administrativní úkoly, atd.) a společenské konverzace.

Podle psychologů je rozptýlení hlavní příčina zapomínání věcí, proto je nutné vyhnout se rozptýlení a nerozptylovat ani své okolí. Lidé mají tendenci neustále myslet dopředu. Z tohoto důvodu, když se po vyrušení vrátí zpět ke svému úkolu, mají tendenci si myslet, že jsou v práci dál, než ve skutečnosti jsou.

Ke snížení možných chyb z rozptýlení je nejlepší dokončit svůj úkol před reakcí. Pokud úkol nemůže být dokončen beze spěchu, pak můžeme zřetelně označit neúplnou práci připomínkou a nenechat nikoho jiného naši práci dokončit. Při návratu k práci po vyrušení, je dobrý nápad začít s prací alespoň o tři kroky zpět, takže můžeme navázat na práci bez obav, že bychom něco zapomněli. Případně je vhodné mít někoho dalšího, který naši práci zkontroluje.

Vedení má významnou roli při snižování možností vyrušení svých zaměstnanců. To zahrnuje správné rozvržení pracovního místa, pracovního prostředí a míst jako jsou „bezpečnostní zóny“ nebo oblasti „nerušit“ kolem pracovníků, kteří pracují na důležitých úkolech.

5.1.5. Nedostatečná týmová práce

V letecké dopravě je mnoho úkolů a činností, které se provádějí v týmu, není možné, aby jedna osoba byla zodpovědná za bezpečné výsledky všech úkolů. Nicméně pokud někdo nepřispívá k týmovému úsilí, může to vést k nebezpečným výsledkům. To znamená, že pracovníci musí spoléhat na kolegy a další externí subjekty, jakož i další lidé spoléhají na ně. Týmová práce vyžaduje mnoho dovedností a každý člen týmu musí prokázat svoji způsobilost.

Do klíčových dovedností týmové práce patří: vedení, poslušnost, efektivní komunikace, budování důvěry, motivování sebe i druhých a umět pochválit druhé.

K vytvoření efektivního týmu je nutné, aby si členové jasně vysvětlili, prodiskutovali a pochopili následující:

- Jasně definované cíle
- Každý člen týmu zná svoji roli a zodpovědnost
- Jasně definovaná komunikace v týmu a metody komunikace
- Omezení a hranice

- Nouzové postupy
- Jednotlivá očekávání a záležitosti
- Jak vypadá úspěšný výsledek
- Konečné zhodnocení akce nebo úkolu
- Příležitosti pro otázky a objasnění

Efektivita týmu může být také zlepšena prostřednictvím výběru členů týmu, aby v něm byli zastoupeni členové s širokou škálou zkušeností a dovednostmi a také příslušnou přípravou a výcvikem.

5.1.6. Únava

Únava je přirozená fyziologická reakce na dlouhodobé fyzické anebo psychické zatížení. Únava se může projevit po dlouhé pracovní době nebo po velmi namáhavé práci. Pokud se únava stane chronickou, je zapotřebí lékařské pozornosti. S přicházející únavou naše schopnosti soustředit se, pamatovat si a dělat rozhodnutí klesají. Proto nás může snadněji cokoliv rozptýlit a přestáváme být ostražití. Únava také ovlivňuje náladu člověka, často je takový člověk uzavřený a někdy nerozumný a vzteklý.

Je už problémem člověka, že máme tendenci podceňovat úroveň naší únavy a přeceňovat své schopnosti, abychom se s ní vyrovnali. Proto je důležité, aby pracovníci uměli rozpoznat příznaky únavy, ať už u sebe nebo u ostatních. Snaha o zvládnutí únavy zahrnuje tří-složkový program pravidelného spánku, zdravé výživy (s tím související redukce alkoholu a dalších látek) a cvičení. Důležité úkoly by neměly být prováděny během intervalu cirkadiánního útlumu (obvykle od 03:00 do 05:00 hodin ráno) a v případě únavy vždy zajistit někoho, kdo vaši práci zkontroluje.

5.1.7. Nedostatek prostředků

Pokud nejsou k dispozici všechny díly k dokončení řádné údržby, pak může dojít, vlivem nátlaku na technika (obvykle ze strany společnosti), k použití starých nebo nevhodných součástí. Nedostatek prostředků zahrnuje i zaměstnance, čas, nástroje, dovednosti, zkušenosti, znalosti, atd. Nedostatek jakéhokoliv z těchto prostředků může ovlivnit něčí schopnost dokončit úkol. Může se také stát, že dostupné prostředky, mají nízkou kvalitu nebo nejsou vhodné k danému úkolu.

Pokud jsou k dispozici správné prostředky, je také mnohem větší šance, že úkol bude proveden efektivně a správně. Proto správné plánování v oblasti prostředků je zásadní. Stejně důležité je správně udržovat prostředky, které jsou k dispozici – toto se netýká pouze strojních součástí a náradí, ale i zaměstnanců.

5.1.8. Nátlak

S určitým tlakem je potřeba vždy počítat při práci v dynamickém prostředí. Nicméně pokud nátlak kvůli dodržení termínu ovlivňuje schopnost provádět úkoly správně, potom je ho příliš moc. Jak se obvykle říká „kvantita vs. kvalita“, tak v letectví bychom nikdy vědomě neměli snižovat kvalitu práce. Tlak může být způsoben nedostatkem prostředků – zejména časem a také naší vlastní neschopností vyrovnat se se vzniklou situací. Můžeme čelit přímému nebo nepřímému tlaku ze strany zaměstnávající společnosti, klientů a dokonce i našich kolegů. Nicméně jedním z nejběžnějších zdrojů tlaku jsme my sami. Klademe na sebe tlak tím, že si nakládáme

více práce, než jsme schopni zvládnout, z důvodu vytáhnout se před kolegy, že zvládneme něco víc než oni sami. Tato špatná rozhodnutí jsou často vytvářena domněnkami o tom, co se od nás očekává.

Je dobré naučit se asertivnímu jednání, aby pracovník v určitých situacích dokázal říct „ne“ nebo „stačí“ a nebo popřípadě sdělil svoje obavy kolegům, zákazníkům nebo firmě. Tyto dovednosti jsou nezbytné, a když se objeví kritické termíny, potom by vždy mělo jít získat další prostředky a pomoc k dokončení úkolu a dosažení požadované úrovně kvality.

5.1.9. Nedostatek sebevědomí

Nebýt schopen vyjádřit své obavy a nedovolit ostatním vyjádřit zase jejich vytváří neefektivní komunikaci a poškozuje týmovou práci. Nesebevědomí členové týmu mohou být nuceni následovat většinové rozhodnutí, i když se oni sami domnívají, že je špatné a nebezpečné.

Asertivita je komunikační a behaviorální způsob, který nám umožňuje vyjádřit pocity, názory, připomínky a potřeby pozitivním a produktivním způsobem. Když jsme asertivní ve svém jednání, umožňujeme i ostatním, aby bez pocitu ohrožení či podkopání autority vyjádřili svůj názor. Asertivní vystupování by nemělo být zaměňováno s agresivitou. Je to o přímé komunikaci, ale přiměřeně a ve slušnosti, dát prostor názorům ostatních, ale neustupovat od vlastních zásad.

Asertivní techniky se lze naučit a jsou zaměřeny na to jak jednat v klidu, být racionální, používat konkrétní příklady spíše než zobecňování a vyžadovat zpětnou vazbu. Nejdůležitější je, aby veškerá kritika byla mířena na opatření a jejich důsledky než na lidi a jejich osobnosti. To umožní, aby si ostatní zachovali svoji důstojnost a aby bylo dosaženo produktivního závěru.

5.1.10. Stres

Existuje mnoho druhů stresu. Pro letectví jsou typické dva odlišné typy – akutní a chronický. Akutní stres vzniká v reálném čase a má vliv na naše smysly, myšlenkové procesy i na naše fyzické tělo, jako v případě mimořádné situace, nebo práce v časovém tlaku s nedostatečnými prostředky. Chronický stres je akumulován a ovlivňuje psychiku člověka. Faktory, které ho ovlivňují, jsou: rodinné vztahy, finance, nemoci, úmrtí, rozvod, nebo dokonce výhra v loterii. Pokud trpíme stresem z těchto stálých a dlouhodobých životních událostí, může se to projevit snížením naší pracovní výkonnosti. Příliš často a příliš snadno můžeme v práci reagovat nevhodně či nepřiměřeně.

Je důležité rozpoznat časné příznaky stresu a zjistit, zda se jedná o akutní nebo chronickou formu. Způsob, jak se vyrovnat s každodenními požadavky v práci, lze dosáhnout jednoduchými dýchacími a relaxačními technikami. Nicméně možná účinnější způsob je vytvořit komunikační kanály, pomocí kterých se dá diskutovat o problémech a pomoci. Stejně jako u únavy – spánek, zdravá výživa a cvičení jsou důležité faktory, které pomáhají snižovat úroveň stresu a budovat odolnost vůči němu. Pokud jde o stres chronický, tam je potřeba změna životního stylu.

5.1.11. Nedostatečná informovanost

Práce v izolaci a s ohledem pouze na svoji zodpovědnost může vést k tzv. „tunnel vision“ – pouze náš pohled na věc a nedostatečné povědomí o tom, jaké důsledky mají naše činy pro okolí a na výslednou práci. Takový nedostatek povědomí může rovněž vyplývat z jiných lidských faktorů, jako je stres, únava, tlak a rozptýlení.

Je důležité rozvíjet své zkušenosti po celou dobu naší kariéry, zejména pokud jde o naše role a povinnosti mezi lidmi, s kterými pracujeme v týmu. Naše prozíravost má napomoci zjistit, jak naše činy ovlivňují práci dalších. Užitečné je i rozebírat s ostatními naši práci a probírat naše rozhodnutí při získávání potřebných zkušeností a rozšiřování našich znalostí.

5.1.12. Normy

Pracovní postupy se neustále vyvíjejí, na základě zkušeností a často vlivem specifických pracovních prostředí. Tyto postupy mohou být dobré i špatné, bezpečné i nebezpečné. Obvykle vznikají formou „takhle to tady děláme“ a stanou se normami. Bohužel tyto postupy následují nepsaná pravidla nebo chování, které se odchyľují od požadovaných pravidel, postupů a návodů. Tyto normy se potom dodržují vzájemným tlakem nebo silou zvyku. Je důležité si uvědomit, že většina těchto norem nebyla navržena k zajištění všech okolností a nebyly adekvátně testovány proti potenciálním hrozbám.

Pravidla a postupy by měly být navrženy a otestovány a poté by měly být prosazovány a důsledně dodržovány. Tam, kde pracovníci cítí tlak odchyľit se od zadaného postupu nebo práce, by měli tuto myšlenku přednést vedení, které na základě testování a kontrol může postup případně pozměnit. Rozvoj sebevědomí (asertivity) může pomoci zaměstnancům vyjádřit své obavy o nebezpečných normách, a to i navzdory tlaku svých kolegů.

6. Letecké nehody

Faktory ovlivňující samotné techniky letecké údržby jsme probrali v kapitole „Dirty Dozen“, nyní se zaměříme na důsledky těchto faktorů – na letecké nehody.

6.1. Boeing 747 společnosti China Airlines

Let: China Airlines č. 611

Linka: Taipei-Hongkong

Letoun: Boeing 747-209B

Datum nehody: 25. května 2002

Počet obětí: 225/225

Popis nehody

Let China Airlines číslo 611 měl před sebou rutinní krátký (cca stominutový) let. Po startu začalo letadlo stoupat pomocí autopilota. A pak 20 minut po startu náhle letadlo zmizelo z obrazovek radarů. Bylo to 55 kilometrů od břehů Tchajwanu, severně od Peskadorských ostrovů. To spustilo jednu z největších záchranných akcí v dějinách země. Trosky letadla byly rozesety na ohromné ploše. Některé předměty byly nalezeny až desítky kilometrů ve vnitrozemí ostrova, [8].



Obrázek 3: Vrak havarovaného letadla, [2].

Příčiny nehody

- Nesprávné provedení údržby po prvním zaznamenaném incidentu.
- Nedůsledná kontrola opravovaných částí (i po zvláštním nařízení FAA).

Přijatá opatření

- Na základě této katastrofy vyšetřovatelé doporučili leteckým úřadům na celém světě okamžitě prověřit všechny dříve provedené opravy trupu.
- Společnost China Airlines změnila postupy kontroly a údržby.
- Bylo navrženo vyvinout nové přístroje pro kontrolu potahu pod přeplátovanými plechy.

Důvody nehody

Společnost China Airlines měla jednu z nejhorších statistik bezpečnosti na celém světě. Každé čtyři roky potkala jejich stroje vážná nehoda.

Příčina nehody vznikla před 22 lety. Letadlo tehdy přistálo pod příliš vysokým úhlem náběhu a při přistání škrtno zádi o ranvej. Den po tomto incidentu byla na letadle provedena provizorní oprava. Mechanici překryli poškozenou plochu velkým hliníkovým plátem, a protože rýhy v plášti byly příliš dlouhé a hluboké, měla zásadní

oprava proběhnout během následujících čtyř měsíců. Správně měla být celá sekce vyříznuta a nahrazena novou. K tomu ale nedošlo.

Mechanici se bránili tím, že poškrábaná plocha byla příliš velká, a tak ji pouze přebrousili. Rýhy však nebyly ani přebroušeny ani vyříznuty. Nový plech byl připevněn přes poškrábaný panel.

Přeplátování, které použili, nebylo větší o předepsaných 30%. Ve skutečnosti na některých místech jenom stěží zakrývalo poškozenou plochu. A i přesto, že oprava nebyla provedena podle instrukcí výrobce, byla zapsána, jako by se tak stalo.

Každý kdo později nahlédl do záznamů o údržbě, byl přesvědčen, že poškozená část trupu byla nahrazena. Poškozené místo bylo zakryto a v dokladech bylo zapsáno, že oprava proběhla podle platných norem. Chybu mechaniků nebylo možné odhalit.

Největší problém bylo zamaskování porušené části přeplátováním. Díky tomu se tento problém následujících 22 let každým letem zhoršoval. Praskliny se neustále rozšiřovaly, až do onoho osudného dne, kdy jedna z prasklin měřila více jak dva metry, dosáhla kritické délky a zavinila nehodu.

Havarovaný Boeing během 22 let provozu procházel povinnými kontrolami. Za tu dobu vzletl a přistál více jak dvacetisídkrát. V průběhu let ho mechanici mnohokrát prohlédli, rozsáhlou trhlinu ale neobjevili.

K možnému odhalení skryté závady ještě přispěla nehoda, ke které došlo v roce 1988 na Havaji. Poté co se za letu odtrhla hřbetní část trupu Boeingu 737 společnosti Aloha Airline, Federální úřad pro letectví nařídil povinnou prohlídku všech starších letadel. Letecké společnosti po celém světě byly nuceny pečlivě prověřit technický stav svých strojů a zároveň také měly přehodnotit dříve provedené strukturální opravy draku letadla. Bohužel ani toto nařízení nepřispělo k nalezení oné osudné trhliny.

Poměr počtu mimořádných událostí se po nehodě letu číslo 611 výrazně zlepšil. Vyšetřovatelé rovněž navrhli vyvinout nové přístroje, které by mechanikům umožnily kontrolu potahu pod přeplátovanými plechy.

6.2. Beechcraft 1900 D společnosti Air Midwest

Let: Air Midwest let č. 5481/US Airways Express

Linka: Charlotte–Greenville

Letoun: Beechcraft 1900 D

Datum nehody: 8. ledna 2003

Počet obětí: 21/21

Popis nehody

Let číslo 5481 měl před sebou třicetiminutový let. Těsně po startu, kdy piloti zatáhli podvozek, se před letadla náhle prudce zvedla pod úhlem 54 stupňů. Piloti se marně snažili snížit úhel náběhu. Letadlo v tu chvíli bylo 350 metrů nad zemí, když ztratilo vztlak, naklonilo se a přepadlo přes levé křídlo. Stroj se zřítíl přímo do letištní budovy společnosti Air Midwest, [8].

Příčiny nehody

- Přetížení letadla z důvodu nevhodných průměrných hodnot hmotností.
- Nedostatečná informovanost mechanika, který prováděl údržbu.
- Pochybení školitele – zároveň inspektora kvality.

Přijatá opatření

- Federální úřad pro letectví stanovil nové průměrné hodnoty hmotností cestujících a zavazadel.
- Bylo stanoveno, že školitel, nemůže zastávat zároveň i funkci inspektora kvality.

Důvody nehody

Mezi tunami trosek byla nalezena potrháná lana výškového kormidla. Tato lana se udržují napnutá pomocí napínáků. Napínáky ale nebyly ve střední poloze. Jeden z nich byl skoro celý vyšroubovaný ven a ten druhý byl zašroubovaný na doraz. Dle zápisu letadlo krátce před nehodou prošlo pravidelnou prohlídkou, jejíž součástí bylo i seřízení lan. Následně vyšlo najevo, že během prohlídky mechanik zjistil, že lana jsou nedostatečně napnutá a v zápise uvedl, že je proměřil a seřídil podle servisní příručky. Vedoucí údržby pak ověřil a potvrdil kvalitu odvedené práce. Po této prohlídce letadlo devětkrát bez problémů vzletlo a přistálo.



Obrázek 4: Místo dopadu havarovaného letadla, [2].

Vyšetřovatelé se zaměřili na nezvyklé nastavení napínáků lan. Pouzdra u napínáků bývají obvykle stejně dlouhá, ale u havarovaného stroje bylo jedno o poznání delší než to druhé. Správného napnutí lan se dosahuje právě otáčením těchto pouzder. Přílišným utažením se lana zkracují a omezuje se rozsah výchylky výškovky. Normálně by se řídicí plocha měla sklápět dolů pod úhlem 14 stupňů, po opravě se však tato výchylka zmenšila na polovinu.

Během vzletu začali piloti normálně stoupat. Omezení pohybu výškovky směrem dolů však pilotům znemožnilo zabránit dalšímu stoupání. Ten servisní zásah způsobil, že posádka v dané chvíli nemohla nic dělat. Letadlo překročilo kritický úhel náběhu, došlo k odtržení proudnic, stroj ztratil vztlak a začal padat k zemi.

Za nehodou letadla byla jednoznačně špatně seřízená výškovka. A tedy mechanici, kteří ji seřizovali.

Zjistilo se, že servisní firma, která prohlídku prováděla, pracovala pro dopravce jako subdodavatel. A její mechanici měli s tímto typem letadla jen málo zkušeností. Člověk, který tu noc lana seřizoval, se tento úkon teprve učil a nedodržel přesně stanovený postup. Spolu se školitelem se rozhodli, které z předepsaných kroků je nutné udělat a které vynechat (vynechali jich 9). Jedním z vynechaných úkolů bylo i ověření,

že výškovkou lze pohybovat v plném rozsahu. Pokud by to udělali, všimli by si, že nesprávně seřízená lana výchylku směrem dolů výrazně omezují.

Kdyby mechanik dodržel přesný postup uvedený v příručce, tak by na chybu určitě přišel. Na práci měl ale ještě dohlížet inspektor kvality. Zjistilo se ale, že šlo o stejného člověka, který byl zároveň školitelem začínajícího mechanika. Kontrolu provedené práce tedy prováděl ten stejný člověk, který ji s mechanikem prováděl.

Zvláštní ovšem bylo, jak to, že letadlo vykonalo po oné osudné prohlídce devět bezproblémových letů. Zjistilo se, že na vině bylo přetížení letadla o 260 kilogramů. K tomu došlo použitím nevhodných průměrných hmotností u pasažérů a zavazadel. Vzhledem k přetížení mělo letadlo těžiště vychýlené dozadu. V úvodní fázi letu to nevadilo, potom se však hmotnost předového podvozku přesunula dozadu a s ní i těžiště a to narušilo křehkou rovnováhu letadla.

Na základě vyšetřování této nehody FAA stanovil nové průměrné hmotnosti cestujících a zavazadel. Stávající předpis totiž platil od roku 1936.

6.3. McDonnell Douglas MD-83 společnosti Alaska Airlines

Let: Alaska Airlines č. 261

Linka: Puerto Vallarta – San Francisco

Letoun: McDonnell Douglas MD-83

Datum nehody: 31. 1. 2000

Počet obětí: 88/88

Popis nehody

Nedlouho po vzletu zaznamenala posádka problémy. Hlavní stabilizátor byl nehybný. Stabilizátor u toho typu letounu je 12 metrů široká vodorovná plocha v přední části ocasu. Piloti si mysleli, že zaseknutí stabilizátoru bylo způsobeno chybou elektrických motorů a že dle manuálu a standardních postupů závadu odstraní. Zaseknutý stabilizátor tlačil stroj k zemi. Pilotům se běžnými postupy nepodařilo zaseknutý stabilizátor uvolnit. Let byl velice obtížný, piloti neustále museli klesání letadla vyvažovat výškovými kormidly. Nakonec těsně před přistáním, na letiště v LA, kam byli odkloněni, v zádi letounu něco prasklo a letadlo se zřítilo z výšky 5000 metrů dolů, [8].

Příčiny nehody

- Ekonomické tlaky ze strany letecké společnosti.
- Špatná údržba.
- Zanedbání servisních prohlídek.

Přijatá opatření

- Byla zvýšena četnost servisních prohlídek.

Důvody nehody

Vyšetřování se zaměřilo na ocasní část letadla. U těchto letadel se stabilizátor používá k vyvažování tak, aby byla buď trochu těžší na hlavu nebo na ocas, podle toho, zda převáží cestující nebo náklad. U strojů MD-83 hýbe motorem poháněný zvedací šroub. Když byl vyloven vrak letadla, zjistilo se, že zvedák nebyl zašroubován v objímce, která ho měla držet. Zjistilo se, že v objímce se strhl závit a šroub se následkem toho přestal otáčet. Zaseknutý zvedací šroub tedy znemožnil nastavení stabilizátoru.

Piloti s danou situací nemohli nic dělat, dokonce ji ještě zhoršili. Při snaze stabilizátor uvolnit postupně vyzkoušeli oba ovládací motory a při jejich souběžném spuštění se zvedák pohnul a strhl při tom zbytek závitu, takže šroub držela už jen jedna matice, která nemohla vydržet takovou aerodynamickou zátěž. Neustálé nárazy ji nakonec oslabily tak, že povolila.

Z vyšetřování nakonec vyplynulo, k jakým praktikám docházelo ve společnosti Alaska Airlines. V rámci úsporných opatření, která společnost nařídila, aby zvýšila své zisky a svou konkurenceschopnost, začala se intenzivněji využívat letadla a zdvojnásobil se počet letových hodin. Za takových podmínek provozu bylo velmi nesnadné splňovat režim údržby. I přes upozornění některých zaměstnanců na praktiky uvnitř společnosti, se nic nezměnilo. Co se týká údržby stroje MD-83 letu 261, ukázalo se, že zhruba před dvěma lety bylo servisní prohlídkou doporučeno vyměnit šroubový mechanismus. To bylo, ale záhy zamítnuto a další prohlídka byla stanovena v termínu dvou a půl let.



Obrázek 5: Stržený závit havarovaného letadla, [2].

6.4. Airbus A 330 společnosti Air Transat

Let: Air Transat č. 236

Linka: Toronto – Lisabon

Letoun: Airbus A-330

Datum nehody: 24. 8. 2001

Počet obětí: 0/306

Popis nehody

Start i první minuty letu probíhaly zcela bez problému. Zhruba po 20 minutách letu dostali piloti varovný signál, jednalo se o „roztváženost paliva“. Dle indikace objemu paliva v pravé nádrži klesal výrazně rychleji než v levé. Letový manuál radí palivo přečerpat tak, aby se hladiny vyrovnaly. Tato akce se smí vykonat pouze v případě, že nedochází k úniku paliva z letadla, a protože tomu nic nenasvědčovalo, piloti přečerpávání spustili. Přečerpání mělo hladiny v nádržích vyrovnat, ale to se nestalo. Piloti si uvědomili, že se skutečně jedná o únik. Hodinu po varovném hlášení došlo pravému motoru palivo a ten přestal pracovat. Třináct minut po pravém motoru vysadil i motor levý. Bez pohonu ztrácel letoun výšku 300 metrů na každých 5 kilometrů. Ale díky vynikajícímu výkonu



Obrázek 6: Roztváženost paliva, [11].

posádky se letadlu podařilo doplachtit na téměř 130 kilometrů vzdálené letiště a bezpečně přistát, [11].

Příčiny nehody

- Ekonomické tlaky ze strany letecké společnosti.
- Instalace nekompatibilních dílů.
- Špatné vyhodnocení situace piloty.

Přijatá opatření

- Společnost Airbus změnila instrukce kontrolních systémů, které začaly automaticky kontrolovat aktuální spotřebu letadla a porovnávat ji s letovým plánem.
- Společnost RollsRoyce pozměnila instalační příručky ke svým motorům.

Důvod nehody

Vyšetřování zjistilo, že pět dní před katastrofou, bylo letadlo na pravidelné údržbě, při které byl vyměněn pravý motor. Firma RollsRoyce však dodala motor bez hydraulické pumpy. Z toho důvodu byly použity díly z původního motoru, které ale neodpovídaly specifikaci.

Držák potrubí se od správného dílu lišil o 3 milimetry. Díky tomu se hydraulické vedení třelo o přívod paliva – až se nakonec po pěti dnech palivová trubice prodřela a zlomila. Tou poté ve velmi krátkém čase uniklo přes 17 tun paliva.

Chyba tedy vznikla při údržbě, a ačkoliv hlavní technik na problém použití neúplně kompatibilních dílu upozorňoval, vedení společnosti považovalo za nepřijatelné, aby byl letoun odstaven mimo provoz.

Dle vyšetřování měla na incident vliv i posádka, která neuzavřela vyvažovací ventily, když palivo stále unikalo. Nicméně hlavní příčinou přes všechno zůstává rozhodnutí motivované vyššími zisky letecké společnosti.

7. Závěr

Ve své práci jsem se zaměřil na letecké nehody způsobené selháním lidského faktoru při údržbě. V první části jsem shrnul základní statistiky leteckých nehod. V další části jsem analyzoval nejčastější příčiny leteckých nehod způsobených chybou údržbou letadel a způsoby, jakými se je snažíme eliminovat. V poslední části jsou vybrány letecké nehody, které se staly po roce 2000, pochybením při údržbě, se zaměřením na vznik pochybení a následná opatření, která byla provedena ke zvýšení bezpečnosti v leteckém provozu. Je potřeba připomenout, že každá letecká nehoda nebo neštěstí, se obvykle přihodí vlivem několika na sebe navazujících faktorů a událostí. Nicméně lidský faktor jako nejčastější viník nehody stále vévodí statistikám nehodovosti.

Za stále se zvyšující bezpečnost v letecké údržbě mohou mimo jiné dvě metody vyvinuté v průběhu let. První z nich je přístup na základě metody RCM (Reliability-centered Maintenance). Ten je zaměřen na nejdůležitější funkce objektu a odstraňuje zbytečné údržbářské práce. Je prokázáno, že zbytečné údržbářské zásahy spíše zhoršují bezporuchovost zařízení a zvyšují náklady na údržbu. Ze statistik lze vidět, kolik chyb se zavíní pouze kontrolou funkčního zařízení. Z tohoto důvodu jsou postupy údržby na základě RCM velkou pomocí v bezpečnosti letecké údržby. Druhou metodou, která vznikla pro odvětví údržby je MRM (Maintenance Resource Management). Na jejím základě se vytváří povědomí o tom, jak lidské faktory ovlivňují výkonnost a bezpečnost. MRM se zaměřuje hlavně na zlepšení komunikačních dovedností, posílení týmových schopností, upuštění od autoritativních postojů na pracovišti a poskytuje pohled na to, jaký vliv má lidský činitel v prostředí letecké údržby.

Pokud se podíváme na faktory ovlivňující techniky letecké údržby podle soupisu „Dirty Dozen“, mohou některé okolnosti působit až banálně a samozřejmě. Bohužel realita je taková, že mezilidské vztahy na pracovišti nejsou vždy dokonalé a dle příručky. Proto je, si myslím, velice důležité se alespoň přiblížit a řešit problémy, na které soupis upozorňuje. A troufám si říci, že pokud by se navržená protipatření striktně dodržovala, počet pochybení by rapidně poklesl.

Dále je nutné zkonstatovat, že nejčastější příčinou leteckých nehod je člověk, ale je to člověk ve dvou různých pozicích. Na jedné straně je to technik letecké údržby, který by měl neustále mít na paměti, jaké katastrofální důsledky mohou mít jeho činy. Měl by si to uvědomovat vždy, když by ho napadlo obejít nějaký zavedený pracovní postup, když by si chtěl ulehčit práci, nebo kdyby neměl dostatek znalostí a zkušeností k provedení daného úkolu.

Na straně druhé stojí člověk ve vedení letecké společnosti, která vidinou většího zisku posouvá hranice, jak letecké techniky, tak i jejich zaměstnanců. Ti jsou potom mnohem náchylnější k pochybení. Je až alarmující, bohužel v dnešním světě je to zcela přirozené, jak peníze ovládají životy těch druhých. Ať už je to snaha společnosti o konkurenceschopnost nebo zvyšování svých zisků, je naprosto nemorální, aby vlivem těchto faktorů přišel byt jen jeden jediný člověk o život. Bohužel v dnešní době to tak funguje.

Naopak je potřeba poukázat na to, že organizace jako ICAO, EUROCONTROL, IATA, FAA, okamžitě reagují na letecké nehody a neustálými bezpečnostními opatřeními a změnami předpisů se snaží zabránit, aby k podobným nehodám opakovaně

docházelo. To, že se jim to daří, je jasně prokázáno, neustálým poklesem nehod v letectví.

A na úplný závěr bych chtěl zdůraznit, že dokud se na údržbě letecké techniky bude jakýmkoliv dílem podílet člověk, a v budoucích několika desítkách let se na tom pravděpodobně nic nezmění, tak bude k chybám docházet neustále.

8. Seznam použitých zdrojů

Elektronické zdroje

- [1] 747 SCHEDULED MAINTENANCE. *Boeing* [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z:
http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_20/747_tab1.html a
http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_20/747_tab2.html
- [2] *Aircraft crashes record office* [online]. 8.1.2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z:
<http://www.baaa-acro.com/index.html>
- [3] Aircraft Maintenance Incident Analysis. *Civil Aviation Authority* [online]. 6.7.2009 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:
http://www.caa.co.uk/docs/33/2009_05.pdf
- [4] ATTAN, Melanie. ICAO:Human Factors In Aircraft Maintenance & Inspection. *Aviation Knowledge* [online]. 8.10.2010 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z:
<http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:icao:human-factors-in-aircraft-maintenance-inspecti>
- [5] *Aviation Safety Network* [online]. 20.5.2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z:
<http://aviation-safety.net/database/>
- [6] History of RCM & RCM2. *The Aladon Network* [online]. 2013 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://www.thealadonnetwork.com/about-rcm/history-of-rcm/>
- [7] Human Factors. *Federal Aviation Administration* [online]. 2011 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z:
http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf
- [8] *Letecké katastrofy* [online]. c1996-2013 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z:
<http://www.ceskatelevize.cz/porady/10158090296-letecke-katastrofy/>
- [9] Maintenance Briefing Notes. *Airbus* [online]. 12.7.2007 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:
http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/safety_library_items/AirbusSafetyLib_-MAINT-HUM_PER-SEQ02.pdf
- [10] MILLER, Andrew. Aviation Accidents: Causes and Statistics. *USBlawg* [online]. 18.1.2013 [cit. 2013-22-04]. Dostupné z:
<http://www.usblawg.com/personal-injury-law/aviation-accidents-causes-and-statistics/>

- [11] NÝVLT, Václav. Když za letu dojde palivo: kam až letadlo doplachtí?. *Technet-cz* [online]. 16.1.2007 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/kdyz-za-letu-dojde-palivo-kam-az-letadlo-doplachti-fv3-/tec_technika.aspx?c=A070115_193057_tec_technika_NYV
- [12] O'BRIEN, Jeffrey. When Poor Aircraft Maintenance Costs Lives. *Maintenance assistant CMMS* [online]. 9.5.2012 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.maintenanceassistant.com/blog/poor-maintenance-cost-lives/>
- [13] Safety at the core: How human factors influenced aircraft maintenance training. *FL Technics* [online]. 21.3.2013 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.fltechnics.com/en/media-relations/press-releases/safety-at-the-core-how-human-factors-influenced-aircraft-maintenance-training>
- [14] SUZUKI, Takahiro, Terry L. VON THADEN, William D. GEIBEL. Influence of time pressure on aircraft maintenance errors. *Institute of Aviation University of Illinois at Urbana-Champaign* [online]. 26.3.2008 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: http://www.aviation.illinois.edu/avimain/papers/research/pub_pdfs/miscconf/AAvPA_suzuki_final.pdf
- [15] SWARBRICK, Nancy. Air Crashes. *Te Ara – the Encyclopedia of New Zealand* [online]. 13.7.2012 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.teara.govt.nz/en/air-crashes/page-1>
- [16] The Human Factors "Dirty Dozen". *SKYbrary* [online.] 5.5.2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: http://www.skybrary.aero/index.php/The_Human_Factors_%22Dirty_Dozen%22
- [17] TYSON, Peter. Pilot Room For Error. *NOVA* [online]. 17.10.2006 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/space/pilot-room-for-error.html>
- [18] XAVIER, J. Adrian. MANAGING HUMAN FACTORS IN AIRCRAFT MAINTENANCE THROUGH A PERFORMANCE EXCELLENCE FRAMEWORK. Embry-Riddle Aeronautical University, 2004. 57 s. Dostupné z: <http://nioatgtro.pbworks.com/w/file/46253918/Managing%20Human%20Factors.pdf>

Právní předpisy, zákony a normy

- [19] Nařízení Komise (ES) č. 2042/2003. *Úřad pro civilní letectví*. 2003. Dostupné z: <http://www.caa.cz/legislativa/zakladni-informace-k-narizeni-komise-es-c-2042-2003>

Zdroje obrázků

- [20] Maintenance Dirty Dozen Safety Posters. *Aviation Safety Products* [online]. c2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: http://www.system-safety.com/shop/index.php?l=product_detail&p=2

9. Seznam použitých zkratk

ACRO	Aircraft Crashes Record Office	Organizace sestavující statistiky nehodovosti
ASRS	Aviation Safety Reporting System	Nahlašovací systém bezpečnosti v letectví
CRM	Cockpit Resource Management	
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
EUROCONTROL	European Organisation for the Safety of Air Navigation	Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecké velení (USA)
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
MRM	Maintenance Resource Management	
RCM	Reliability-centered Maintenance	Údržba zaměřená na bezporuchovost

10. Seznam příloh

Příloha č. I Přehled intervalů plánované údržby u Boeingu 747. Zdroj: [1]

Příloha č. II Přehled počtu úkolů při údržbě letadla Boeing 747. Zdroj: [1]

Příloha č. I. Přehled intervalů plánované údržby u Boeingu 747. Zdroj: [1]

1 INTERVAL HISTORY FOR 747 SCHEDULED MAINTENANCE CHECKS					
TABLE					
Letter check	747-400 MRBR			747 Classic MRBR	
	MSG-3 (original) Release (1988)	Revisions A (1992) and B (1993)	Revisions C (2001) and D (2002)	MSG-1 Revision (1978)	MSG-3 Release (2002)
A-check	400 flight-hours	500 flight-hours	600 flight-hours	300 flight-hours	600 flight-hours
C-check	4,000 flight-hours or 15 months, whichever occurs first	5,000 flight-hours or 15 months, whichever occurs first	6,000 flight-hours or 18 months, whichever occurs first	3,600 flight-hours or 15 months, whichever occurs first	6,000 flight-hours or 18 months, whichever occurs first
D-check	25,000 flight-hours or 5 years, whichever occurs first	25,000 flight-hours or 5 years, whichever occurs first	6 years (no flight-hour restriction)	25,000 flight-hours or 5 years, whichever occurs first	6 years (no flight-hour restriction)

Příloha č. II. Přehled počtu úkolů při údržbě letadla Boeing 747. Zdroj: [1]

2		MAINTENANCE TASK COUNT COMPARISON			
TABLE	MRBR	Structures tasks	CPCP tasks	Zonal tasks	Total tasks
	747-400				
	Revision B (1993)	628	45	344	1,017
	Revision C (2001)	97	0	226	323
	747 Classic				
	1978 MSG-1 Revision	652	54	21	727
	2002 MSG-3 Release	119	0	226	345