

ANALYSIS AND CONSEQUENCES OF BOEING 737MAX ACCIDENTS

ANALÝZA A DÔSLEDKY NEHÔD BOEING 737MAX

Matúš Letko
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
matus.letko@gmail.com

Ján Rostáš
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
jan.rostas@fpedas.uniza.sk

Abstract

This master's paper deals with the analysis and consequences of Boeing 737 MAX aircraft crashes from several perspectives. With a chronological sequence and a clear summary of all important facts, this paper offers a comprehensive view of the origin of the whole situation, the subsequent development and includes all consequences of these accidents. Despite the great amounts of information published, it favors facts and scientifically based information, thus contributing to the creation of a factual and objective opinion. The result is a complex view and evaluation of the situation with respect to the conditions in the aviation industry. Finally, it adds value by deriving responsibility from all relevant actors and identifying the circumstances that contributed to the accidents.

Keywords

Boeing 737 MAX, MCAS, accident, FAA

1. Úvod

V roku 2020 sme boli svedkami počiatku jednej z najväčších kríz v histórii leteckého priemyslu. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že za celú situáciu nesie zodpovednosť prepuknutie celosvetovej pandémie koronavírusu COVID-19. Ako to však v letectve býva, žiadna tragická udalosť nie je dôsledkom len jednej príčiny, no vždy ide o súhrn viacerých okolností, ktoré vyústia do nešťastného konca. Na počiatku celej krízy stojí séria dvoch tragických havárií lietadiel typu Boeing 737 MAX. Od prvej nehody už ubehli takmer tri roky, a tak už v súčasnosti máme oveľa väčšie množstvo informácií, záverov a takisto poznáme niekoľko dôsledkov. Úlohou tejto práce je vykonať analýzu príčin, opísať všetky dôsledky z hľadiska prevádzky či výroby, a objasniť návrat do prevádzky vzhľadom na letovú spôsobilosť a schválenie typového certifikátu. V neposlednom rade sa zaoberá vplyvom nehôd na prevádzkové postupy a preškoleniu letových posádok.

2. Analýza príčin

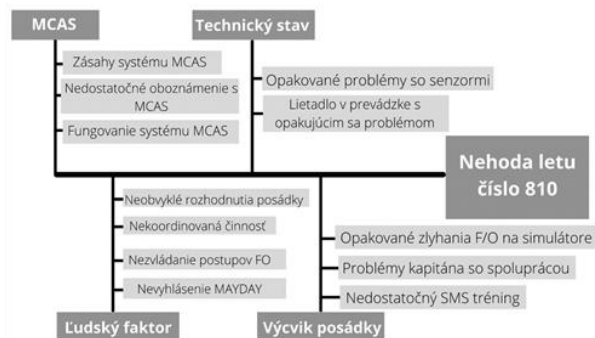
Pri tak komplexnej a komplikovanej situácii, akou je práve havária lietadla, je veľmi ťažké určiť jednoznačnú príčinu. Vysoká náročnosť tejto požiadavky je spôsobená veľkým rozsahom faktorov pôsobiacich na lietadlo, či už za letu, alebo počas obdobia pred ním. Určenie príčin môže byť pri ich zisťovaní bez vhodnej metódy chaotické, nesúvislé a môže zanedbávať signifikantné fakty. O to viac pri letectve, kde dochádza k stretu nespočetného množstva okolností a faktorov, ktoré sa za roky intenzívnej prevádzky vyvinuli do veľmi komplikovaných stavov.

2.1. Metodológia

Na správne a dôsledné určenie príčin nehôd sme zvolili metódu "Cause-and-effect" diagramu, prvý krát predstavenú profesorom Kaoru Ishikawa v jeho knihe "Introduction to quality control".

Táto metóda je sprevádzaná najmä intenzívnymi procesmi brain-stormingu a tvorbou vizuálneho obsahu – diagramov, na presné, dôsledné a prehľadné zachytenie všetkých príčin. Nakoľko sú faktory sprevádzajúce nehody v letectve takmer nespočetné, cause-and-effect diagram nám umožňuje prehľadne ich zobraziť, a to aj s vzhľadom na ich vzájomné súvislosti. [6]

2.2. Analýza nehody letu číslo 810 spoločnosti Lion Air

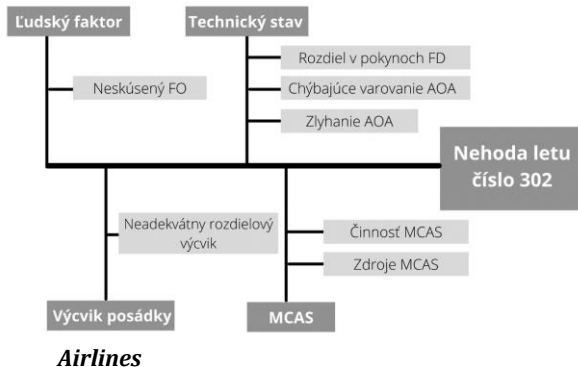


Obrázok 1: Tretí krok analýzy príčin letu číslo 810. Zdroj: Autori.

Vzniknutý diagram nám ponúka prehľadný pohľad na relevantné príčiny a ich vzájomné súvislosti.

Medzi nepochybne najdôležitejšie faktory patrí celá kategória zaoberajúca sa systémom MCAS. Práve jeho chybný design a nepredvídané vstupy sa z veľkej časti podieľali na vzniknutej situácii. V kombinácii s posádkou, ktorá mala opakované problémy vo spolupráci a koordinácii, tieto súvislosti viedli k tragickej nehode letu číslo 810 spoločnosti Lion Air.

2.3. Analýza nehody letu číslo 302 spoločnosti Ethiopian



Obrázok 2: Tretí krok analýzy príčin letu číslo 302. Zdroj: Autori.

Na vzniku výslednej udalosti- nehody letu číslo 302 sa podieľalo niekoľko príčin. Za nepochybne kľúčovú sa však aj v tomto prípade dá považovať celá kategória týkajúca sa systému MCAS. Ostatné príčiny totiž priamo nesúviseli s dôvodom prekvapujúceho správania sa lietadla počas letu a ťažkostiam z jeho ovládaním.

2.4. Porovnanie analýz

V oboch nehodách bolo v analýze zistených niekoľko príčin z rôznych kategórií, presne tak ako sa predpokladalo, nakoľko letecké nešťastia sú vždy následkom zhody viacerých okolností, udalostí a podmienok.

Ak sa však snažíme výsledné diagramy cause-and-effect analýzy porovnať medzi sebou, je jasne viditeľné, že obe nehody spája práve systém MCAS. V oboch prípadoch je prítomných niekoľko príčin, za ktoré je zodpovedný práve spomínaný systém. Tento výsledok nám potvrdzuje, že obavy o bezpečnosť lietadiel v ktorých bol uvedený systém implementovaný boli a sú právom opodstatnené a akákoľvek obozretnosť pri ďalších krokoch bola maximálne na mieste.

3. Dôsledky uzemnenia

Každé nehoda v leteckom priemysle, no obzvlášť tie najtragickejšie nešťastia majú svoje následky. V prvom rade sa jedná samozrejme o nevyčísliteľné a nenavrátiteľné straty na ľudských životoch, v neposlednom rade aj o straty ekonomické, prevádzkové ťažkosti, deformáciu reputácie spoločnosti či samotného výrobcu.

3.1. Dôsledky uzemnenia na prevádzkovateľov

Uzemnenie tak rozšíreného stroja akým bol Boeing 737 MAX značí pre letectvo, no obzvlášť prevádzkovateľov veľké problémy a značné komplikácie. Celkovo sa totiž jednalo o 387 kusov lietadiel, ktoré už boli v prevádzke 43 spoločností.

Pre prevádzkovateľov predstavovala táto skutočnosť nielen ekonomické ale aj logistické komplikácie. Letecké spoločnosti totiž potrebovali dodržať plány ich letov podľa rozvrhu, čo spôsobilo že ACMI prevádzkovatelia poskytujúci dočasný prenájom lietadiel získali počas leta 2019 zvýšenú mieru dopytu. To samozrejme viedlo k nadmerným cenám za ich služby.

Ak počítame s posádkou 12-16 pilotov, ktorá je potrebná k prevádzke jedného lietadla, náklady na tento počet personálu predstavujú približne 200 000 dolárov mesačne. Pri celkovom počte 393 uzemnených lietadiel teda len náklady na udržanie pilotov v zamestnaní predstavovali neuveriteľných 78,6 miliónov dolárov na dobu jedného mesiaca.

Podobná situácia nastáva pri mechanikoch údržby, ktorí sú potrební aj keď lietadlo parkuje na zemi. Približné náklady na tieto služby činia 11,8 milióna dolárov mesačne. Napríklad spoločnosť American Airlines predpokladala počas druhého kvartálu roku 2019 finančnú stratu až 183 miliónov dolárov, a to len v súvislosti s uzemnením lietadiel Boeing 737 MAX, nakoľko museli zrušiť až 7 800 letov. Spoločnosť Norwegian takisto hlásila negatívne správy a straty 81 miliónov dolárov od začiatku roka do júla 2019. [10]

3.2. Dôsledky uzemnenia na výrobcu

Akkoľvek sumy sa podarilo ušetriť výrobcovi, či prevádzkovateľom implementáciou tohto systému, boli okamžite prevýšené dlhodobými stratami. Výrobca sa musel zaoberať aj trestnými oznámeniami, ktoré podávali najmä pozostalí po tragických nehodách. Firma Boeing takisto založila fond na podporu pozostalých rodín a komunít po obetiach nehôd, do ktorého vložila 100 miliónov dolárov. Navyše výrobca vyčlenil 9 miliárd dolárov na pokrytie kompenzácií pre ich zákazníkov a komplikácii spojených s pozastaveným plnením objednávok. V roku 2019 firma Boeing zaznamenala prvú ročnú stratu za posledných 20 rokov – viac ako 19 miliárd dolárov.

Dôsledky týchto dvoch tragických nehôd nemali dopad len na výrobcu samotného, no napáchali drastické škody aj pri jeho dodávateľoch. Firma General Electric pocítila stratu 1,4 miliardy dolárov hotovostného toku v roku 2019, zapríčinenú výlučne uzemnením lietadiel Boeing 737 MAX. [7]

4. Návrat do prevádzky

Aj napriek tomu, že pesimistické odhady prevádzkovateľov lietadiel Boeing 737 MAX po ich uzemnení očakávali návrat do prevádzky v januári ďalšieho roku, ukázalo sa, že od reality mali ešte ďaleko. Na jar roku 2020 sa stále očakávalo, že lietadlá sa do prevádzky nevrátia skôr ako v auguste. Let, ktorý mal byť totiž pre novú certifikáciu kľúčový, bol totiž odložený, nakoľko sa výrobca musel zaoberať dvomi novými problémami so softvérom. [8]

Výrobca uvádza, že nápravné opatrenia boli vykonané v troch hlavných oblastiach, a to v systéme MCAS, dodatočných vylepšeniach a zmenou v procese validácie. [12]

18. novembra 2020 vydal úrad FAA príkaz, ktorým zabezpečila návrat Boeing 737 MAX do prevádzky. Toto rozhodnutie nasledovalo po komplexnom a metodickom postupe preskúmania bezpečnosti, ktoré trvalo 20 mesiacov. Okrem tohto príkazu bola vydaná smernica letovej spôsobilosti,

špecifikujúca zmeny potrebné na vykonanie pred návratom lietadla do prevádzky.^[14]

18. novembra 2020 vydal úrad FAA príkaz, ktorým zabezpečila návrat Boeingu 737 MAX do prevádzky. Toto rozhodnutie nasledovalo po komplexnom a metodickom postupe preskúmania bezpečnosti, ktoré trvalo 20 mesiacov. Okrem tohto príkazu bola vydaná smernica letovej spôsobilosti, špecifikujúca zmeny potrebné na vykonanie pred návratom lietadla do prevádzky.^[4]

4.1. Návrat do prevádzky v praxi

Dva roky od druhej fatálnej nehody Boeingu 737 MAX, v marci 2021, sa situácia s návratom do prevádzky začala rozbiehať. Aj napriek tomu, že opätovný návrat týchto strojov bol spočiatku pomalý, čísla začínali narastať. V marci boli tieto lietadlá v prevádzke dokopy u 14 leteckých spoločností po celom svete, od Kanady až po Kazachstan. Uvedenie do prevádzky malo spočiatku pomalé tempo, spôsobené najmä opatrnosťou a všetkými úkonmi, ktoré museli byť na lietadlách vykonané.^[11]

Ani s odstupom času však nemá návrat lietadiel tohto typu plynulý priebeh. Vyskytli sa totiž problémy s elektrickým uzemnením, ktoré postihli takmer 25% celej flotily Boeing 737 MAX. Ide teda o ďalší významný krok späť v programe MAX. Závada sa týkala elektrického uzemnenia v záložnom systéme riadenia. Z toho, čo sa pôvodne predpokladalo, že bude zopár týždňová záležitosť, sa však vyvinul relatívne závažný problém. Podľa FAA sa totiž ukázalo, že problém sa môže týkať aj ďalších systémov. V rámci Spojených štátov to teda znamená uzemnenie viac ako 60 lietadiel spoločností United Airlines, Southwest Airlines a American Airlines. Okrem nich sa to však týka aj iných spoločností z ostantých kútov sveta, medzi nimi napríklad TUI, Turkish Airlines alebo Silkair. Spolu majú uzemnených takmer 100 lietadiel.^[15]

5. Vplyv na prevádzkové postupy

Na predstavenie všeobecných zmien vo výcviku posádok Boeing 737 MAX po celom prehodení a aplikácii nápravných opatrení bola vydaná správa Flight Standardization Board Report od úradu FAA na presný opis a špecifikáciu zmien týkajúcich sa týchto modelov lietadiel. Cieľom celej tejto revízie bolo primárne pridať výcvikové požiadavky na systém MCAS, vylepšenia systému Autopilot Flight Director System a zamerať sa na dodatočné oblasti so zvláštnym zameraním. Skratka systému MCAS sa tak vo výcvikových požiadavkách pre lietadlo Boeing 737 MAX ocitla prvýkrát až po oboch tragických nehodách a ich prešetrení.

Pokiaľ hovoríme o zmenách vykonaných v osnovách výcviku ako takého, medzi najkľúčovejšie úpravy môžeme zaradiť pridanie niekoľkých položiek do požiadaviek na takzvané Special Emphasis Areas. Boli takisto definované aj požiadavky na výcvik, ktorý musí absolvovať každý jeden pilot pred prevádzkou lietadla Boeing 737 MAX. Tie zahŕňajú pozemný aj letový výcvik na simulátore, zameraný na kritické časti. Z uvedených požiadaviek na výcvik každého jedného pilota lietadla Boeing 737 MAX je jasné, že tieto osnovy boli mierené priamo na komplikácie a chyby, ktoré nastali počas oboch tragických nehôd týchto modelov pred aplikáciou nápravných opatrení, ako aj vysvetlenie upravenej funkcionality problematickeho systému, s

dôrazom na neštandardné postupy spojené s vyvážením stabilizátora lietadla.^[5]

6. Názor autora

6.1. Zhodnotenie príčin vedúcich k vzniku nehôd Boeing 737 MAX

6.1.1. Výrobca

V prípade príčin, ktoré viedli k vzniku samotných nehôd, je možné identifikovať niekoľko významných faktorov vychádzajúcich zo strany výrobcu, ktoré sa jednoznačne svojím spôsobom podieľali na zapríčení týchto dvoch tragických nehôd lietadiel Boeing 737 MAX. Za prvý a počiatočný faktor môžeme považovať všeobecnú situáciu na trhu a obchodné postavenie výrobcu Boeing v rámci konkurencie. Jedným z najzávažnejších pochybení je však jednoznačne snaha zo strany výrobcu o minimalizáciu informácií zmieňujúcich systém MCAS, ktorý mal reagovať na konštrukčné zmeny lietadla. Inžinieri z firmy Boeing totiž poukázali na ich pochybnosti o systéme, konkrétne o spoliehaní sa len na jeden senzor uhla nábehu, už v roku 2015. V roku 2016 boli taktiež vznesené pripomienky na aktívny dopad chybných údajov z týchto senzorov na systém MCAS. Tieto podnety neboli riadne vyšetrené a v niektorých prípadoch dokonca zamietnuté niektorými kolegami.^[1,9]

Po objektívnom zvážení týchto faktov, vzhľadom na skutočnosti, ktoré sú nám známe po tragických nehodách, je nedbalosť a ignorancia zo strany výrobcu šokujúca. Z dlhodobého hľadiska tak musí byť s podobným prístupom nemožné naplňať najvyššie bezpečnostné štandardy. Podobné správanie je alarmujúce pre celé odborné i neodborné obecnstvo, a je neprípustné, aby sa kedykoľvek v budúcnosti opakovalo.

6.1.2. FAA

Na zaručenie najvyšších úrovní bezpečnosti by mal byť fungujúci systém, ktorý by každú nedbalosť, pochybenie alebo prehliadnutie zo strany výrobcu dôkladne zachytil, a zabezpečil odstránenie problému, prípadne dohliadol na jeho zvládnutie. Práve úloha regulátorov – v tomto prípade aj úradu FAA je pri týchto úlohách kľúčová.

V rámci úradu FAA bolo prevedené nadmerné množstvo funkcií, týkajúcich sa dohľadu nad bezpečnosťou projektu práve výrobcovi – firme Boeing. Niektorým zamestnancom výrobcu bola pridelená funkcia ako autorizovaným reprezentantom úradu FAA, prípadne plnili certifikačné funkcie v mene úradu FAA. Tento systém sám o sebe narúša nezávislé postavenie certifikácie voči firme výrobcu a je zrejmé, že dôkladnosť dohľadu má priestor na nadmernú toleranciu. V niektorých prípadoch bolo navyše zistené, že vysoko postavení pracovníci manažmentu úradu FAA konali proti vlastným bezpečnostným odporúčaniam od technických expertov úradu, za cieľom podporiť obchodné záujmy firmy Boeing.^[2,3]

Už v roku 2016 bol vykonaný interný prieskum vo firme Boeing, ktorého výsledky boli alarmujúce, vzhľadom na bezpečnosť. Zistilo sa totiž, že až 39 percent pracovníkov pôsobiacich ako autorizovaný personál úradu FAA tvrdili, že pociťovali neprímeraný tlak a poukazovali na znepokojujúce kultúrne

problémy, ktoré sa musia jednoznačne riešiť na docielenie odstránenia podmienok podkopávajúcich bezpečnosť.^[9]

Všetky vyššie uvedené fakty len naplňajú predpoklad, že zlyhanie sa netýka len strany výrobcu lietadla. Práve chybný systém a celková situácia, kedy zamestnanci regulačného úradu pracovali pod nátlakom vytvorila prostredie vhodné na toleranciu chýb, ktoré sa stali dvom letom Boeing 737 MAX osudnými. Je neprípustné, aby celý proces regulácie kedykoľvek fungoval v podobnej forme.

6.1.3. *Prevádzkovatelia*

Prevádzkovateľ lietadla je z pohľadu výrobcu subjekt, ktorý rozhoduje o tom, či bude projekt úspešný alebo ľahne popolom. Už dobre známe obchodnícke porekadlo hovorí o tom, že náš zákazník je aj naším pánom. Pri výrobe takých komplexných a dôležitých strojoch, ako sú lietadlá, je avšak podobný prístup ohrozujúci. Záujmy oboch strán totiž môže spájať skôr motivácia finančných ziskov, pričom prioritou bezpečnosti je ohrozená.

Požiadavka, aby výcvik pilotov na typ Boeing 737 MAX nevyžadoval výcvik v simulátore pri prechode z Boeing 737 NG, sa stala jednou z kľúčových požiadaviek a niesla sa celým programom. Výrobca Boeing mal aj značné finančné motívy na zachovanie a splnenie tohto cieľa. V roku 2011 bola podpísaná dohoda s leteckou spoločnosťou Southwest Airlines, ktorá zavazovala firmu Boeing zaplatiť 1 milión dolárov za každé dodané lietadlo Boeing 737 MAX tejto spoločnosti, pokiaľ ich pilotom nebude umožnené prevádzkovať typy 737 NG a 737 MAX zameniteľne, z akéhokoľvek dôvodu.

Z hľadiska prevádzkovateľov sa teda dá jednoznačne hovoriť o slepej dôvere k výrobcovi a regulátorom, v rámci uprednostnenia obchodných a komerčných záujmov. Malo ísť o prestížne a nové lietadlo, pri ktorom výrobca prisľuboval výrazné zlepšenie ekonomiky prevádzky a minimálne nároky na výcvik. Spolu so slepou vidinou prevádzkovateľov o úsporách pri výcviku a ich uspokojením a dokonca aj ľahostajnosťou po prehovárani zo strany firmy Boeing tak vznikol základ na ignoranciu bezpečnosti, ktorá nestála na prvom mieste. ^[1,2,9,13]

7. Záver

Obe tragické nehody lietadiel Boeing 737 MAX boli pre celý letecký priemysel šokujúcimi udalosťami veľmi fatálnych rozmerov. Čo však spoločnosťou otriaslo viac ako osobné tragédie stoviek cestujúcich, boli prekvapivé zistenia o nedbalosti samotného výrobcu, prevádzkovateľov a dozorných orgánov pri návrhu a výrobe týchto lietadiel. Práve výrobca totiž nesie najväčšie bremeno zodpovednosti za vzniknutú situáciu – jeho primárne zameranie na ekonomickú a časovú efektívnosť celej výroby a prvoplánový apel na nepotrebnosť výcviku v simulátore sú dôkazom toho, že zisky boli uprednostnené pred dôrazom na bezpečnosť. Vzniknuté nebezpečie spečatili úrady, ktoré mali dohliadať na prísne bezpečnostné štandardy, no miesto toho sa uspokojili so systémom, ktorý im zabezpečil menej práce a dal väčšiu zodpovednosť a voľnosť iným. Malo to za následok situáciu, kedy prevádzkovatelia už pracovali s nedokonalým produktom, no ani ich bezpečnostné mechanizmy nedokázali hrozbu včasne a efektívne zachytiť.

Vzniknutá situácia mala fatálne následky nielen na obeť a rodiny pozostalých, ale aj na celé letectvo. Vysokú cenu zaplatil

výrobca aj jeho subdodávatelia, ktorí spolu niesli bremeno viny, zastavenej produkcie a uzemnenia lietadiel. Devastačné následky doľahli aj na prevádzkovateľov, pre ktorých to v niektorých prípadoch malo až likvidačný efekt.

Ani opätovné uvoľnenie do prevádzky však neprebíha plynulo a bez komplikácií. Otázkou teda zostáva, ako obnoviť poškodené povedomie cestujúcej verejnosti a obnoviť kredit a dôveryhodnosť regulátorov. Obvykle marketingovo deklarovaná reputácia a historická významnosť výrobcov či regulátorov totiž nemusí byť dostatočná náplásť. Je teda potrebné zásadne zmeniť nastavenie jednotlivých systémov, ktoré časom zdegradovali za vidinami uľahčenia vlastného fungovania. Realizácia certifikácie prostredníctvom splnomocnených zástupcov musí fungovať na prísnejších, pevnejších a nespochybniteľných základoch a zároveň v menšom rozsahu. Ostatné regulačné úrady musia využívať vlastnú autoritu na nezávislé posúdenie certifikácie a nie len slepé prevzatie dokumentácie a riadne vykonávať funkciu dohliadania na bezpečnú prevádzku miestnych prevádzkovateľov. No v prvom rade musí prísť k obnoveniu riadnych hodnôt u komerčných účastníkov trhu. Pretože práve známe slovné spojenie „safety first“ je to, čo je základom úspechu a fundamentálnou zložkou celého leteckého priemyslu.

Referencie

- [1] BOEING EMPLOYEE [online]. Boeing 737 MAX Program.2013. Dostupné na internete: <<https://transportation.house.gov/imo/media/doc/Compressed%20Updated%202020.01.09%20Boeing%20Production.pdf>>.
- [2] COMMITTEE ON TRANSPORTATION AND INFRASTRUCTURE [online]. Final Committee Report: The Design, Development and Certification of the Boeing 737 MAX .2020. Dostupné na internete: <<https://transportation.house.gov/imo/media/doc/2020.09.15%20FINAL%20737%20MAX%20Report%20for%20Public%20Release.pdf>>.
- [3] DEFAZIO, P.A. et al. COMMITTEE ON TRANSPORTATION AND INFRASTRUCTURE. In . s. 292. Dostupné na internete: <<https://transportation.house.gov/imo/media/doc/DeFazio,%20Larsen%20Letter%20to%20FAA%20re%20rudder%20cables,%20lightning%20covers.pdf>> .
- [4] EASA [online]. Airworthiness Directive 2021-0039R2.2021. Dostupné na internete: <<https://ad.easa.europa.eu/ad/2021-0039R2>>.
- [5] FAA [online]. Flight Standardization Board Report .2020. Dostupné na internete: <https://www.faa.gov/foia/electronic_reading_room/boeing_reading_room/media/737_FSB_Report.pdf>.
- [6] ISHIKAWA, K. *Guide to Quality Control*. . 1976. vyd. [s.l.]: Asian Productivity Organization 226 s. ISBN 92-833-1035-7.

- [7] MCARTHUR, J.B. Cost savings versus redundant systems: The case of the Boeing 737 MAX debacle. In *Journal of Business and Accounting* . 2020. Vol. 13, no. 1, s. 4–21. Dostupné na internete: <http://asbbs.org/files/2020/JBA_Vol_13.1_Fall_2020.pdf#page=4> . .
- [8] SHEPARDSON, D. Boeing 737 MAX expected to remain grounded until at least August: sources. In *Reuters* [online]. 2020. [cit. 2021-05-11]. . Dostupné na internete: <<https://www.reuters.com/article/us-boeing-737max-idUSKCN22A35G>>.
- [9] THE BOEING COMPANY [online]. The Boeing 737 MAX: Examining the design, development, and marketing of the aircraft .Washington: U.S. Government Publishing Office, 2019. Dostupné na internete: <<https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-116hhrg38282/pdf/CHRG-116hhrg38282.pdf>>.
- [10] ZIEMELIS, G. Grounding Boeing 737 MAX May Cost Airlines \$1B/Month. In *IndustryWeek* [online]. 2019. [cit. 2021-03-19]. Dostupné na internete: <<https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/article/22028109/grounding-boeing-737-max-may-cost-airlines-1bmonth>>.
- [11] Boeing 737 MAX Return To Service Gathers Pace. In *Simple Flying* [online]. 2021. [cit. 2021-05-12]. Dostupné na internete: <<https://simpleflying.com/boeing-737-max-return-to-service-gathers-pace/>>.
- [12] Boeing 737 MAX Updates. In *Boeing 737 MAX Updates* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné na internete: <<https://www.boeing.com/737-max-updates/>>.
- [13] Boeing Selects Supplier for 737 MAX Full-Flight Simulator. In *MediaRoom* [online]. [cit. 2021-05-18]. Dostupné na internete: <<https://boeing.mediaroom.com/2014-07-11-Boeing-Selects-Supplier-for-737-MAX-Full-Flight-Simulator>>.
- [14] FAA Updates on Boeing 737 MAX. In [online]. [cit. 2021-05-11]. Dostupné na internete: <<https://www.faa.gov/news/updates/?newsId=93206>>.
- [15] Fresh FAA Concerns Set To Delay Grounded 737 MAX's Return To Service. In *Simple Flying* [online]. 2021. [cit. 2021-05-12]. Dostupné na internete: <<https://simpleflying.com/boeing-737-max-ungrounding-delayed/>>.
- [16] Bugaj, M., Novák, A. 2010. Všeobecné znalosti o lietadle: drak a systémy, elektrický systémy. 1. vyd.-Žilina: Žilinská univerzita, 2004.-247 s.