

ÚDRŽBA BEZPILOTNÝCH LIETAJÚCICH PROSTRIEDKOV V CIVILNOM POUŽITÍ

Pavol PECHO, Patrik VEĽKÝ

ÚVOD

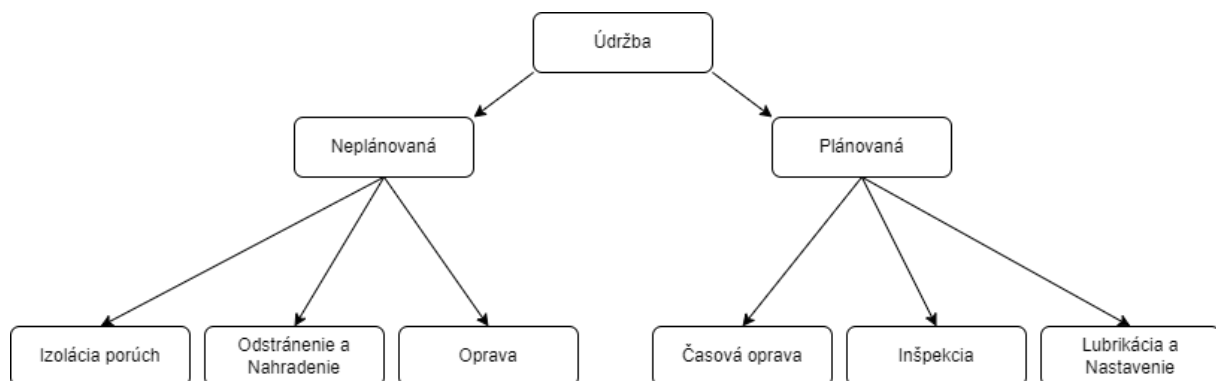
V súčasnej dobe je vykonávanie leteckej údržby vysoko profesionálnou činnosťou zahrňujúcou rozsiahle množstvo potrebných úkonov. Samotná činnosť údržby, personál ktorý ju vykonáva, nástroje, ktoré sú používané, priestory v ktorých sa pracuje, organizácie, ktoré tieto nástroje, personál a priestory certifikuje a množstvo ďalšieho, sú vykonávané, aby bola zabezpečená bezpečnosť práce a prevádzky. Avšak údržba bezpilotných dopravných prostriedkov, ktorých činnosť sa dostáva neustále do popredia, nie je tak značne regulovaná. Ich údržba si nevyžaduje toľké úsilie, ktoré má zabezpečiť to, čo údržba lietadiel.

Účelom tohto článku je poukázať na túto rozdielnosť a nevyhnutnosť, ktoré je potrebné dostať do povedomia a navrhnúť určité opatrenia s nimi spojenými.

1 ÚDRŽBA LIETADIEL

Letecký sektor je špecifické odvetvie v rôznych smeroch, pričom náklady sú jedným z nich. Po palive je údržba najväčším blokom nákladov, ktorým aerolínie čelia. Údržba lietadiel si vyžaduje kvalifikovaných pracovníkov, ktorí pracujú v najrôznejších podmienkach, ako sú: zúžené priestory, práca vo výške, práca s elektrikou, práca v chlade a hlučnosti, s najrôznejšími zariadeniami [1].

Vykonávanie údržby je možné opísať pomocou Obr. 1, kde je zobrazený postup vykonávaných prác pri údržbe lietadiel.



Obr. 1 Rozdelenie údržby

Plánovaná údržba sa tiež často označuje ako A, B, C alebo D check, ktoré sa vykonávajú po určitých časových intervaloch. A check sú rutinné prehliadky, ktoré sa vykonávajú zvyčajne po 100 odlietaných hodinách alebo tzv. 250 cykloch, kde 1 cyklus vyjadruje prevádzku motora od vzletu po pristátie. B check je podobný A check, ale zahŕňa rozdielne úlohy, zvyčajne v intervaloch medzi A check. C check sa vykonáva približne raz ročne v závislosti od vyťaženia lietadla. Zahŕňa rozsiahlu údržbu, ktorá trvá v priemere 4 až 7 dní [2]. Nakoniec D check, tiež známy ako generálna oprava, prebieha v závislosti od použitia lietadla po 6 až 10 rokoch. Zahŕňa rozsiahlu inšpekciu a opravu celého lietadla. Čas generálnej opravy sa môže vyšplhať až na 6 týždňov [3].

Akákoľvek údržba lietadiel podlieha legislatíve, ktorá určuje jej podmienky. V prípade dráhovej údržby, ktorá sa vykonáva mimo hangáru, sú povolené určité možnosti opráv či inšpekcií [4]. V prípade ťažkej údržby, ktorá je vykonávaná menej frekventovane, musí dôjsť k jej vykonávaniu v hangári. Hangár musí byť vybavený certifikovaným náradím a zariadeniami a musí zabezpečovať bezpečné vykonávanie prác. Niektoré, prevažne avionické zariadenia, sú častokrát ciachované a opravované v externých firmách mimo hangáru či samotného letiska. Tieto firmy podobne ako údržbové strediská, podliehajú legislatíve [5].

Personál vykonávajúci údržbu spadá po Annex 1, čo je prvý z 18-tich dodatkov medzinárodnej dohody. Ten určuje podmienky personálu, ktorý vykonáva špecifické činnosti v oblasti letectva. Každý člen údržby musí byť certifikovaný pracovník, ktorý preukázal svoje vedomosti a zručnosti počas predpísaných testov a povinnej praxe [6].

Akákoľvek organizácia, ktorá školí budúcich mechanikov, či iných pracovníkov v leteckom sektore, podlieha tzv. Časti 147. Takáto inštitúcia musí spĺňať definované podmienky k vydávaniu takýchto certifikácií. Musí zabezpečovať zariadenia, personál, vybavenie, nástroje a materiál, dokumentácie činností, postupov a zodpovedností, prístup k relevantným dátam a ich uchovávanie [7].

Údržba leteckej techniky si vyžaduje obrovské množstvo časových a finančných nákladov, kvalifikovaných pracovníkov, špecializovaných stredísk, rozsiahlej dokumentácie a mnoho ďalšieho. Na základe stručne opísaných podmienok, ktoré musí spĺňať sektor údržby lietadiel, je možné skonštatovať náročnosť a komplexnosť údržby lietadiel, ktorá v sebe zahŕňa postupy bezpečnej a ekonomicky hospodárnej prevádzky.

2 ÚDRŽBA BEZPILOTNÝCH DOPRAVNÝCH PROSTRIEDKOV

Prevádzka bezpilotných dopravných prostriedkov (UAV) má veľmi široké spektrum využitia. Od typu prevádzky sa vzťahujú mnohé podmienky, ako napr. kto môže UAV prevádzkovať. Let UAV nemá taký zásadný vplyv na bezpečnosť ako let lietadla, ale vzhľadom na stále sa zvyšujúci počet UAV letov a na rôzne typy prevádzky ich použitia, bola vydaná vyhláška, určujúca, že akýkoľvek let UAV za účelom podnikania, musí byť vykonávaný certifikovaným operátorom [8].

Množstvo nehôd spojených s ľudským zranením je vysoké, a uvádza sa, že takéto zranenia sa v rokoch 2015 až 2020 vyšplhali až na 4250, pričom 21% týchto zranení bolo na osobách mladších ako 18 rokov [9]. Až takmer 60% prevádzkovateľov uviedlo, že zažilo akýkoľvek typ nehody pri prevádzke [10]. Pričom sa uvádza, že pri zložitejších prípadoch konštrukcie UAV, sa nesprávna údržba podieľala až na 17% prípadov nehody [11].

K zabezpečeniu bezpečnej prevádzky nestačí, aby bol len jej prevádzkovateľ držiteľom licencie. Akákoľvek porucha elektrického či iného vybavenia UAV by mohla spôsobiť narušenie bezpečnosti a z toho dôvodu, je potrebné presne zadefinovať podmienky údržby a kontroly podobne, ako je to u lietadiel. V dnešnej dobe, pri kúpe UAV dodáva častokrát dodávateľ manuál, podľa ktorého je možné dané UAV kontrolovať či opravovať, alebo odporúča odosielať prostriedok na pravidelné kontroly do im stanoveného strediska [12-14].

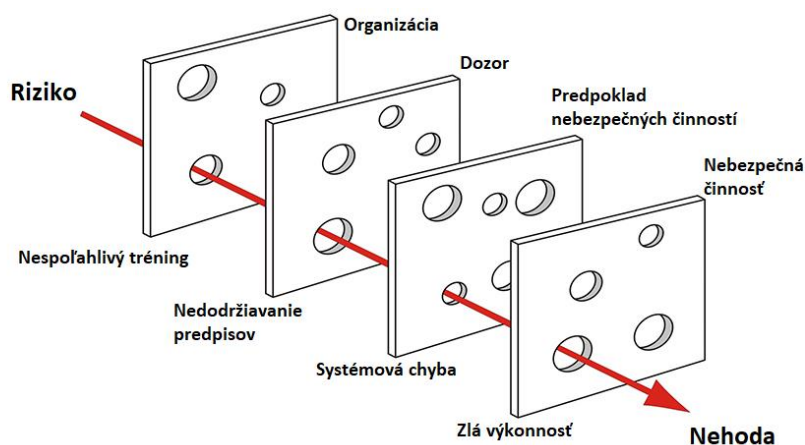
UAV je možné využívať pri rôznych aplikáciách ako mapovanie terénu, detekcia objektov, sledovanie, pátrania a záchrana, pre navigáciu, pre účely poľnohospodárstva a mnoho ďalšieho [15-17]. V prípade nedostatočnej zručnosti v riadení môže dôjsť ku škode na majetku, ktorá vo väčšine prípadov zahŕňa len samotné UAV. V prípade vyššej škody, ktorá by mohla predstavovať napr. náklad

ktorý UAV nieslo, prípadne nejaký požiar, ktorý spôsobil dopad prostriedku na určitý objekt, nesie zodpovednosť prevádzkovateľ.

Účelom leteckého priemyslu je minimalizovať pravdepodobnosť ohrozenia bezpečnosti, a chyba v údržbe UAV by mohla mať zásadný podiel na akejkolvek situácii, ktorá by mohla spôsobiť jej narušenie. Vyvodenie zodpovednosti je posledným krokom nebezpečnej prevádzky. K zamedzeniu takejto situácie je nevyhnutné regulovať spôsob údržby UAV podobne ako pri údržbe lietadiel.

3 NÁVRH ÚDRŽBY UAV

V leteckej je často používaným modelom k zabezpečeniu bezpečnej prevádzky tzv. model švajčiarskeho syra Obr. 2. Každý plát predstavuje spôsob prevencie, ktorá zabráňuje nechceným udalostiam. Akákoľvek nehoda je potom len výsledkom viacerých zlyhaní na každej úrovni [18].



Obr. 2 Model švajčiarskeho syra (prevzaté a upravené z [19])

Podobná architektúra je navrhovaná aj pri údržbe UAV. Takýto model pozostávajúci zo spoľahlivých organizácií, kvalifikovaného personálu, s používaním certifikovaných nástrojov a materiálov je možný aplikovať na minimalizáciu možnosti akejkolvek nehody. Daný model vytvára predpoklad eliminácie pravdepodobnosti vzniku poruchy odstránením možných príčin a aplikáciou preventívnej, ako aj prediktívnej údržby sa opiera o aktuálne dostupné monitorovanie zariadenia pre stanovenie blížiaceho sa poruchového stavu. Vzhľadom na skutočnosť, že lietanie UAV pre osobné účely, športové účely by znamenalo pre množstvo majiteľov UAV finančne náročné hospodárenie, musí legislatíva zahŕňať presné špecifikovanie, ktoré určuje, kto musí dané opatrenia dodržiavať. Týkalo by sa to najmä podnikateľských činností a činností zahŕňajúce letecké práce. Prípadne by sa nariadenie týkalo UAV v hmotnostnej kategórii, ktorá by už predstavovala značné riziko v prípade stretu UAV s osobami, alebo objektami.

Podobne ako pri leteckej, zavedenie medzinárodnej dohody o organizáciách prevádzkujúcich údržbu, organizáciách poskytujúcich certifikácie pre kvalifikovaný personál, alebo certifikácie povolených materiálov a nástrojov, je nevyhnutné. Takýto spôsob regulácie by mal taktiež výrazný vplyv na hospodárnosť, vzhľadom na to, že by poskytoval možnosť vytvárania nových pracovných miest pre kvalifikovaných ľudí.

4 ZÁVER

Vo svete stále väčšieho technologického rozvoja sa do popredia dostávajú systémy, ktoré pracujú automaticky, alebo sú pilotované na diaľku. Bezpilotné lietajúce prostriedky zachytávajú čoraz väčšie

kompetencie a ich aplikácia sa rozširuje z každodenného života na špecializované úlohy. Bežný človek už ani letiace UAV nad svojou hlavou nevníma, čo naznačuje ich úplnú integráciu do bežnej prevádzky. Údržba UAV patrí k oblastiam, ktoré prakticky, ani legislatívne nie sú aplikované v takej miere, aby pokryli všetky oblasti prevádzky UAV. Predkladaný článok navrhuje model údržby pre bezpilotné lietajúce prostriedky podľa vzoru údržby klasickej leteckej techniky v civilnej aplikácii. S ohľadom na bezpečnosť je nevyhnutné sledovanie technického stavu UAV, jeho pravidelná údržba a evidencia činnosti k zvýšeniu bezporuchovej prevádzky, bezpečnosti a celkovej efektívnosti prevádzky UAV.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Výskum a vývoj využiteľnosti autonómnych lietajúcich prostriedkov v boji proti pandémie spôsobenej COVID-19“ , Kód ITMS2014+: 313011ATR9, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

- [1] Hobbs, A. Aircraft Maintenance and Inspection. V knihe International Encyclopedia of Transportation. Jún 2021, pp. 25-32.
- [2] Ajith, R. Aircraft Maintenance Engineering. Digital Notes. 2022.
- [3] Simpleflying. Dostupné na: <https://simpleflying.com/aircraft-maintenance-checks/>
- [4] Aircraft Enginner. Dostupné na: <https://www.aircraftengineer.info/aircraft-line-maintenance/>
- [5] Skybrary. Dostupné na: <https://skybrary.aero/articles/aircraft-maintenance>
- [6] ICAO Annex 1. Personnel Licensing. Júl 2018.
- [7] EASA. Course Syllabus. Part 147. Maintenance Training Organisation Approvals.
- [8] Kováčiková, K.; Kander, B.; Kováčiková, M. Výcvik Pilotov Bepilotných Prostriedkov. V AERO journal. 2022. DOI: <https://doi.org/10.26552/aer.C.2022.1.2>
- [9] Gorucu, S.; Ampatzidis, Y. Drone Injuries and Safety Recommendations. Jún 2021. DOI: doi.org/10.32473/edis-ae560-2021
- [10] Drone Blog. Dostupné na: <https://www.droneblog.com/drones-crash-fly-away/>
- [11] Williams, K. W. A Summary of Unmanned Aircraft Accident/Incident Data: Human Factors Implications. Final Report. December 2004.
- [12] Instruction Manual CW Series UAV CW-30. Apríl 2018.
- [13] Fly Dragon X Drone. Dostupné na: <http://www.dronefromchina.com/academy/maintenance-manual.html>
- [14] VDOT Governance Document. Unmanned Aerial Systems (UAS) Operations Manual. Január 2021
- [15] Nex, F.; Remondino, F. UAV for 3D Mapping Applications: A Review. V Applied Geomatics, Vyd. 6, pp. 1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>
- [16] Chmaj, G.; Selvaraj, H. Distributed Processing Applications for UAV/drones: a survey. V Progress in Systems Engineering. 2015. pp. 449-454.
- [17] Gaurav, S.; Babankumar, B.; Lini, M. Unmanned Aerial Vehicle Classification, Applications and Challenges: A Review. 2018. DOI: 10.20944/preprints201811.0601.v1
- [18] EUROCONTROL. Revisiting the Swiss Cheese Model of Accidents. Október 2006.
- [19] Pattarachat, M.; Watcharaphat, M; Wisanupong, P. Operating Room and Flight Deck: What Do These Places Have in Common? V Siriraj Medical Journal. Október 2021, Vyd: 73. pp 710-720. DOI: 10.33192/Smj.2021.91

Autori:

Ing. Pavol Pecho, PhD.

Odborný asistent

Žilinská univerzita v Žiline, F PEDaS, Katedra leteckej dopravy

Ing. Patrik Veľký

Interný doktorand odboru Letecká doprava