

APPROACHES OF CHOSEN AIR NAVIGATION SERVICES PROVIDERS TO UAV INTEGRATION INTO AIR TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

PRÍSTUPY VYBRANÝCH POSKYTOVATEĽOV LETECKÝCH NAVIGAČNÝCH SLUŽIEB K INTEGRÁCII UAV DO SYSTÉMOV RIADENIA LETOVEJ PREVÁDZKY

Peter Matúš
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
peter.matus.sk@gmail.com

Matúš Materna
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
matus.materna@fpedas.uniza.sk

Abstract

In this article are approaches of Air Navigation Services (ANS) providers in chosen countries to UAV integration into Air Traffic Control Systems identified and described. Firstly we made a synpaper of theoretical information about ANS and UAV. Product of ANS providers has 11 parts. For UAV traffic control and management are important ATC, CNS, AIS, MET, ATFCM and ASM services. The volume of ANS provided depends on UAV operation development in the country, and on the level of integration of UAV into ATC systems. The biggest problem of UAV operation is the risk of collision with piloted aircraft, and potential threat of people and property on the ground. The biggest risk is during UAV operation close to airports, because there are many aircrafts flying in low altitudes (after take-off and on approach to landing). The consequences of collision in this altitudes in the most serious. Because of this, 4 ways to detect and 2 ways to mitigate an unauthorized UAV close to airport are currently in use. Various combinations of UAV detection and mitigation ways create complex airport UAV protection systems. Secondly, we chose 7 countries (Poland, Hungary, Germany, Great Britain, USA, India, and United Arab Emirates), and analysed their approaches to UAV integration. In all of the analysed countries can remote pilots use a mobile application, which allows them to create a flight plan, and receive all the information, necessary for the flight. Differences between these countries are for example if the permission is required for every UAV flight (in Hungary and India yes), if the ANS provider has an opportunity to watch UAV during flight (in Poland, India, and partly in Germany), if the UAV operation without direct visual contact between remote pilot and UAV is allowed (in Poland and Germany), and if are UAV operations included into airspace capacity management systems (in Poland, Hungary, Germany, and Great Britain). UAV integration process in next years will relate to development of communication systems between UAVs, between UAV and ATC, and between UAV and piloted aircraft. The process will also relate to development of technologies to avoid mid-air collisions.

Keywords

UAV, ANS, Integration, Airspace, Air Traffic Control

1. Úvod

Tému Prístupy vybraných poskytovateľov leteckých navigačných služieb k integrácii UAV do systémov riadenia letovej prevádzky som si vybral, pretože som fanúšikom bezpilotného lietania, a zaujíma ma, ako bude prebiehať rozvoj tohoto odvetvia na Slovensku aj vo svete. Objem prevádzky UAV vo svete v poslednom desaťročí neustále narastá, a na to, aby bol nárast prevádzky UAV bezpečný, je nutné začleniť UAV do existujúcich systémov poskytovania leteckých navigačných služieb, aby bol umožnený dohľad nad touto prevádzkou. Cieľom článku je identifikácia a porovnanie prístupov vybraných poskytovateľov leteckých navigačných služieb (LNS) k integrácii UAV. V prvej kapitole budú popísané jednotlivé služby, ktoré sú v rámci LNS poskytované. Detailnejšie sa pozrieme na tie služby, ktoré sú v súčasnosti využívané pri riadení prevádzky UAV. V tejto kapitole budeme čerpať z dostupných internetových a knižných publikácií. V druhej kapitole bude predstavená problematika UAV. Popísaná bude klasifikácia UAV podľa viacerých často používaných kritérií, taktiež budú spomenuté dokumenty, ktoré upravujú pravidlá prevádzky UAV, platné na celoeurópskej úrovni, aj špecifické pravidlá, ktoré platia v Slovenskej republike. Analyzované budú aj riziká, ktoré prevádzka UAV prináša.

Najväčšie riziká, a z nich vyplývajúce nebezpečenstvá, hrozia pri prevádzke UAV v blízkosti letísk. Preto budú spomenuté spôsoby, ktoré sa v súčasnosti používajú na ochranu letísk pred nežiadúcimi UAV. Budú tiež uvedené požiadavky, ktoré je potrebné pri integrácii UAV do vzdušného priestoru splniť. V tejto kapitole budeme čerpať z dostupných relevantných internetových zdrojov a publikácií. V nasledujúcej kapitole budeme analyzovať prístupy k integrácii UAV do vzdušného priestoru vo vybraných krajinách. Bude vybraných 7 krajín, pri ktorých sa vždy pozrieme na pravidlá prevádzky UAV v ich vzdušnom priestore, na produkty, ktoré pilotom na diaľku ponúkajú na uľahčenie plánovania a vykonávania letov, a celkovo na ich prístup k manažmentu prevádzky UAV. Informácie na tvorbu tejto kapitoly budeme čerpať najmä z internetových stránok príslušných poskytovateľov leteckých navigačných služieb, leteckých regulátorov, a prípadne zo stránok vývojárov mobilných aplikácií a ďalších produktov, ktoré sa v daných krajinách používajú. V poslednej kapitole bude vykonané porovnanie prístupov jednotlivých krajín k integrácii UAV. Zameriame sa na porovnanie používaných produktov pre pilotov na diaľku, a systémov manažmentu prevádzky UAV.

2. Úvod do problematiky poskytovania leteckých navigačných služieb

Poskytovatelia Leteckých navigačných služieb (LNS) majú svoje nezastupiteľné miesto pri zabezpečovaní bezpečnosti a plynulosti leteckej dopravy. Zabezpečujú riadenie letovej prevádzky, vydávanie meteorologických správ a predpovedí, publikovanie správ, ktoré odovzdávajú pilotom a ďalším leteckým pracovníkom informácie, potrebné pre bezpečné vykonanie letu, v prípade potreby vydávajú výstražné správy a zabezpečujú pátranie a záchranu. Taktiež sa starajú o to, aby bola kapacita vzdušného priestoru daného štátu využitá čo najefektívnejšie [1] [10]. Produkt poskytovateľov LNS sa skladá z 11 služieb, v niektorých prípadoch spadá viacero služieb do jednej skupiny (napr. služby ACC, APR a TWR patria medzi služby ATC). Jednotlivé letecké navigačné služby popisuje Tabuľka č.1.

Tabuľka č.1: Služby, poskytované v rámci LNS. Zdroj: [1].

Skratka	Rozpísanie skratky	Vysvetlenie
CNS	Communication, Navigation, Surveillance	Letecké telekomunikačné služby zahŕňajú všetok potrebný hardvér, softvér a prevádzkové postupy na navigáciu, komunikáciu a celkový situačný prehľad
AIS	Aeronautical Information Service	Letecká informačná služba zabezpečuje tvorbu informácií, potrebných pre bezpečnosť a plynulosť leteckej dopravy, a ich distribúciu k používateľom
MET	Meteorological Service	Meteorologická služba zabezpečuje vydávanie meteorologických správ a predpovedí dôležitých pre leteckú dopravu, ako METAR, SPECI, TAF, SIGMET, GAMET a ďalšie
SAR	Search and Rescue	Pátracia a záchranná služba je poskytovaná lietadlám v prípade leteckých nehôd alebo incidentov
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management	Manažment kapacity a toku prevádzky zabezpečuje zachovanie maximálnej kapacity vzdušného priestoru a plynulosti letovej prevádzky
ASM	Airspace Management	Manažment vzdušného priestoru koordinuje využívanie vzdušného priestoru civilnými a vojenskými lietadlami
FIS	Flight Information Services	Letová informačná služba zabezpečuje informácie pre používateľov vzdušného priestoru

ALRS	Alerting Services	Výstražné hlásenia pre používateľov vzdušného priestoru
ADVS	Advisory Services	Poradné informácie pre používateľov vzdušného priestoru
ACC	Area Control Centre	Oblasťné stredisko riadenia zabezpečuje riadenie letov na trati
APP	Approach centre	Približovacie stredisko riadenia zabezpečuje riadenie letov vo fáze priblíženia na pristátie
TWR	Tower	Veža zabezpečuje riadenie letov pri vzlete, pristátí a rolovaní

LNS sa využívajú aj pri prevádzke UAV. Pre prevádzkovateľov UAV a pre pilotov na diaľku sú dôležité služby CNS (umožnenie komunikácie a sledovania polohy UAV), AIS (zdroj informácií, potrebných k bezpečnému vykonaniu letu), MET (zdroj meteorologických správ a predpovedí), APR a TWR (v prípade letu v CTR riadených letísk). V prípade, že je prevádzka UAV integrovaná do systémov poskytovania LNS, je UAV zahŕňané aj do služieb, ktoré manažujú kapacitu a celkové využitie vzdušného priestoru, teda ATFCM a ASM. Vo väčšine krajín je legislatíva, týkajúca sa poskytovania LNS, nastavená protekcionisticky, to znamená, že len jeden podnik je držiteľom štátnej licencie (má geografický monopol). Poznáme však niekoľko krajín (napr. Nemecko, Švédsko, Španielsko), kde je poskytovanie LNS čiastočne liberalizované, a poskytovanie niektorých LNS je predmetom súťaže. Ide o služby CNS, AIS, MET, FIS, APR a TWR, ktoré teda patria do neregulovaného segmentu. Ostatné LNS nemôžu byť predmetom súťaže, a patria teda do regulovaného segmentu [2] [9]. Liberalizácia umožňuje existenciu viacerých business modelov poskytovateľov LNS, ktoré sa líšia tým, či je daný poskytovateľ vlastnený štátom, alebo súkromne, a tým, či vyvíja aj komerčnú činnosť. Historický business model je taký, pri ktorom je daný poskytovateľ vlastnený výlučne štátom a financovaný je zo štátneho rozpočtu. Poskytuje LNS len na domácom regulovanom trhu, nevykonáva žiadnu komerčnú činnosť. Pri indiferentnom business modeli je poskytovateľ vlastnený štátom, manažment však môže byť čiastočne nezávislý od vlády. Financovaný je z poplatkov, ktoré vyberá od užívateľov svojich služieb. Jeho hlavnou činnosťou je poskytovanie LNS na regulovanom domácom trhu, v malej miere môže vyvíjať aj komerčnú činnosť (napr. LPS SR). Komerčný business model znamená, že daný poskytovateľ je vlastnený štátom, alebo čiastočne súkromne. Okrem poskytovania LNS na domácom trhu môže vykonávať viaceré komerčné činnosti, ktoré tvoria podstatnú časť jeho príjmov (napr. DFS) [3].

3. Úvod do problematiky UAV

Unmanned aerial vehicle (ďalej len UAV) je podľa paragrafu 7 Leteckého zákona SR „lietadlo, ktoré je spôsobilé na lietanie bez prítomnosti pilota na palube“. Dopravný úrad SR rozdeľuje UAV

na autonómne lietadlá, diaľkovo riadené lietadlá a modely lietadiel. Autonómne lietadlo vykonáva všetky letové úlohy samostatne, a vonkajší zásah do riadenia nie je možný. Diaľkovo riadené lietadlo je ovládané osobou, ktorá sa nenachádza na palube lietadla. Model lietadla je bezpilotné lietadlo, ktoré neumožňuje automatický let, je používané len na športové, súťažné a rekreačné účely [4]. Podľa nosnej plochy poznáme multirotorové UAV (používané najmä pri hobby letaní), UAV s pevným krídlom (snímkovanie rozsiahlych plôch, majú dlhý dolet a veľkú výdrž vo vzduchu), jednorotorové UAV (snímkovanie v prípade, že je potrebné stáť na jednom mieste počas letu, taktiež majú veľkú výdrž a dlhý dolet) a hybridy, ktoré kombinujú vlastnosti predchádzajúcich typov [5]. Podľa hmotnosti UAV poznáme 5 tried (C0 – C4), a ďalšie dve špeciálne kategórie podľa európskej legislatívy spadajú do triedy C3 [6]. V januári 2021 vstúpili do platnosti pravidlá, ktoré upravujú prevádzku UAV na celoeurópskej úrovni, Slovenská republika však v čase písania práce zatiaľ nepristúpila k ich implementovaniu do národnej legislatívy. Podľa európskej legislatívy rozdeľujeme prevádzku UAV na 3 kategórie, Open, Specific a Certified. Pre letanie v každej z týchto kategórií platia špecifické pravidlá uvedené vo *Vykonávacom nariadení 947/2019* [5]. Pravidlá prevádzky UAV vo vzdušnom priestore SR upravuje *Rozhodnutie č.2/2019*. Podľa týchto pravidiel sa prevádzka UAV v SR rozdeľuje na kategórie A a B, špeciálne pravidlá platia pre letecké práce a lety UAV patriacich do kategórie Lietadlo-hračka. Najdôležitejšími pravidlami prevádzky UAV sú, že prostriedok UAV nesmie ohroziť ostatnú letovú prevádzku, ani osoby a majetok na zemi, a pilot na diaľku musí mať stály vizuálny kontakt s prostriedkom UAV, ktorý riadi (pri splnení stanovených podmienok môže využiť pomoc pozorovateľa, ktorý bude tento kontakt udržiavať) [4]. V posledných rokoch sa vo svete udialo niekoľko leteckých incidentov, ktoré boli spôsobené pilotmi na diaľku, ktorí nedodržiavali platné pravidlá letania. Ide napríklad o zrážku prostriedku UAV s lietadlom Beech King Air A100 počas priblíženia na pristátie v Quebecu (2017), alebo o prípad z roku 2018, kedy bol na letisku Londýn - Gatwick v priebehu 36 hodín niekoľko krát nad vzletovou a pristávacou dráhou spozorovaný prostriedok UAV, a letisko muselo byť dočasne uzavreté [7]. Vzhľadom na tieto, a mnohé ďalšie podobné incidenty, sa používa geo fencing na ohraničenie priestoru, v ktorom je prevádzka UAV zakázaná, ako aj niekoľko metód na detekciu a uzemnenie neoprávneného letu UAV v TMA alebo CTR letiska. Na detekovanie prostriedku UAV sa používa radarová, akustická, rádiová a vizuálna detekcia. Ďalšie spôsoby detekcie UAV sú v štádiu vývoja. Na uzemnenie prostriedkov UAV, ktoré neoprávnene narušili príslušnú oblasť, sa používa rušenie rádiových frekvencií (pri tomto však hrozí nebezpečenstvo rušenia komunikačných signálov medzi lietadlami a pozemnými rádionavigačnými zariadeniami) a chytenie do siete (ovládanie vlastného prostriedku UAV, vybaveného vystreľovacou sieťou). Žiaden systém však nie je stopercentný, preto je potrebné, aby sa prevádzka UAV integrovala do systému LNS, čo umožní riadiacim letovej prevádzky udržiavať si prehľad o pohybe UAV v oblasti, ktorú riadia, a koordinovať ich lety tak, aby nedochádzalo k ohrozeniam iných lietadiel. Zároveň bude v prípade, že sa pilot na diaľku nebude riadiť pokynmi riadiaceho letovej prevádzky, jednoduchšie identifikovať a potrestať pilota na diaľku. Integrácia UAV do systémov LNS by taktiež mohla odradzovať pilotov na diaľku od neoprávnených letov v blízkosti letísk, alebo od činnosti nad rámec letového povolenia. Pri integrácii UAV je však najdôležitejšia bezpečnosť, preto boli

vypracované požiadavky, ktoré musia prostriedky UAV spĺňať, aby mohli byť úspešne integrované. Taktiež integrácia UAV nesmie spôsobovať ujmu ostatným užívateľom vzdušného priestoru, preto boli určené oblasti, pri ktorých je nutné posúdiť vplyv UAV na ne, aby po integrácii UAV zostala minimálne zachovaná súčasná úroveň bezpečnosti a plynulosti leteckej dopravy. Ide o dostupnosť vzdušného priestoru, komunikačné systémy, zabraňovanie zrážkam, ľudský faktor, nepredvídané udalosti a bezpečnosť [8].

4. Identifikácia a rozbor prístupov vybraných poskytovateľov LNS k implementácii UAV do systémov riadenia letovej prevádzky u vybraných európskych a svetových poskytovateľov

Pomocou internetového prieskumu bola vykonaná analýza prístupov jednotlivých poskytovateľov LNS ku integrácii UAV do systémov riadenia letovej prevádzky vo vybraných krajinách. Pri každej krajine boli uvedené základné pravidlá prevádzky UAV v jej vzdušnom priestore (pri členských krajinách EÚ odlišnosti oproti pravidlám, uvedeným vo *Vykonávacom nariadení*), popísané produkty, ktoré poskytovateľ LNS v danej krajine ponúka pilotom na diaľku za účelom zjednodušenia a zvýšenia bezpečnosti letania UAV, a popísaný bude aj systém, pomocou ktorého poskytovateľ vykonáva dohľad nad prevádzkou UAV (v prípade, že v danej krajine je takýto systém vyvinutý). Do internetového prieskumu bolo vybraných 7 krajín. Poľsko a Maďarsko boli vybraté z dôvodu, že ide o krajiny geograficky blízke Slovensku. Nemecko bolo vybraté, pretože ide o najbohatšiu krajinu EÚ, a je predpoklad najväčšej technologickej vyspelosti a ľudskej kvalifikovanosti a odbornosti pri prevádzke UAV. Veľká Británia bola zvolená, pretože v minulosti šlo o krajinu s výnimočným politickým postavením v rámci EÚ, v čase písania práce prebiehalo jej vystúpenie z EÚ, preto bude predmetom výskumu aj to, či je v prístupe Veľkej Británie k UAV zásadný rozdiel oproti EÚ. Z mimoeurópskych krajín boli zvolené USA a India, pretože ide o celosvetovo najväčšie trhy s UAV. Vybraté boli tiež Spojené arabské emiráty, a to z dôvodu, že ide o bohatú krajinu, navyše o atraktívnu turistickú destináciu. Je teda predpoklad, že najmä o snímokovanie prostredníctvom prostriedkov UAV bude v tejto krajine veľký záujem. Pri výskume boli využité najmä internetové stránky príslušných poskytovateľov LNS, stránky, zaoberajúce sa prevádzkou UAV v danej krajine (ak také existujú), a stránky, zaoberajúcimi sa produktmi pre pilotov na diaľku v danej krajine (napr. mobilnými aplikáciami). Rozdiely v pravidlách prevádzky UAV, platných v jednotlivých analyzovaných krajinách, sú najmä v maximálnej povolenej letovej výške, v nutnosti letového povolenia (na každý let, alebo len na let za určitých podmienok), v nutnosti udržiavať stály vizuálny kontakt medzi pilotom na diaľku a prostriedkom UAV, a v hmotnostných limitoch, od ktorých sa niektoré ďalšie pravidlá odvíjajú. V každej analyzovanej krajine majú piloti na diaľku k dispozícii mobilnú aplikáciu, ktorá im zjednodušuje najmä registráciu, plánovanie letu a príjem informácií, potrebných k vykonaniu letu. Konkrétne služby, ktoré daná aplikácia pilotom na diaľku ponúka, ako aj povinnosť používať danú aplikáciu, sa líšia v závislosti od krajiny. Niektoré analyzované krajiny ponúkajú pilotom na diaľku aj ďalšie produkty a služby, ktoré zväčša umožňujú jednoduché vyžiadanie letového povolenia na let, pri ktorom pilot na diaľku nemôže dodržať platné pravidlá, alebo kontrolu, či naplánovaný let týmto pravidlám neodporuje. Taktiež bolo analyzované prepojenie riadenia a manažmentu

prevádzky UAV a pilotovaných lietadiel, ak je v danej krajine rozvinuté. Analyzované boli aj plány do budúcnosti, týkajúce sa integrácie UAV do systémov LNS v daných krajinách. V krajinách EÚ sa táto integrácia riadi ATM Master Planom, v USA UAS Integration Pilot Programom, na ktorý nadväzuje program BEYOND, v Spojených arabských emirátoch sa pripravuje projekt Sky Dome. Je možné, že po integrovaní prevádzky UAV do vzdušného priestoru bude nutné zmeniť jeho štruktúru, možno budú zavedené nové triedy vzdušného priestoru. Taktiež budú možno v budúcnosti zavedené letové cesty pre prostriedky UAV (najmä pre prostriedky UAV letiace bez vizuálneho kontaktu s pilotom na diaľku), podobne ako sú v súčasnosti zavedené pre pilotované lietadlá (najmä pre lietadlá letiace podľa pravidiel IFR). Komparácia prístupov jednotlivých krajín k integrácii bola vykonaná v nasledujúcej kapitole.

5. Vyhodnotenie nadobudnutých zistení

V tejto kapitole bolo vykonané porovnanie prístupov vybraných krajín k integrácii UAV do systémov riadenia letovej prevádzky. Výskum porovnáva mobilné aplikácie, a ďalšie produkty, ktoré slúžia pilotom na diaľku v analyzovaných krajinách. Na Slovensku piloti na diaľku takúto aplikáciu k dispozícii nemajú. V Poľsku je použitie aplikácie Drone Radar povinné, aplikácia okrem naplánovania letu a poskytnutia potrebných informácií umožňuje pilotovi na diaľku aj zaregistrovať prostriedok UAV, sledovanie prostriedku UAV počas letu, a poskytuje aj informácie o okolitej prevádzke UAV. Navyše aplikácia Drone Radar umožňuje aj komunikáciu pilota na diaľku s príslušným stanovištom riadenia letovej prevádzky počas letu, a pilot na diaľku je upozornený, pokiaľ porušuje pravidlá lietania, alebo pokiaľ naruša zakázaný alebo obmedzený vzdušný priestor. V Maďarsku v súčasnosti používanie aplikácie MydroneSpace nie je povinné, od 31.7.2021 je však plánované jej povinné používanie. Aplikácia slúži len na naplánovanie letu, získanie potrebných informácií, vyžiadanie si rezervovania TDA a na registráciu prostriedku UAV. Aplikácia neumožňuje pilotovi na diaľku sledovať jeho prostriedok UAV, ani mu neodovzdáva informácie o okolitej prevádzke. V Nemecku majú piloti na diaľku na výber z dvoch aplikácií. V prípade, že pilot na diaľku počas letu udržiava vizuálny kontakt s prostriedkom UAV, na bezpečné naplánovanie a vykonanie letu mu postačuje bezplatná aplikácia DroniQ App (jej použitie nie je povinné). Prostredníctvom tejto aplikácie môže pilot na diaľku zaregistrovať prostriedok UAV, naplánovať let, oboznámiť sa s potrebnými informáciami a s okolitou prevádzkou UAV v prípade, že piloti na diaľku používajú niektorú z aplikácií. Platená aplikácia UTM Track Viewer má všetky funkcie, ktoré má aplikácia DroniQ App, okrem toho ponúka aj možnosť sledovať polohu prostriedku UAV počas letu. Preto je jej použitie povinné v prípade, že pilot na diaľku nemá stály vizuálny kontakt s prostriedkom UAV. Na správne fungovanie aplikácie je potrebné aj predpísané hardvérové a softvérové vybavenie prostriedku UAV. Pre tých nemeckých pilotov na diaľku, ktorí nevyužívajú ani jednu z uvedených aplikácií, je na internetovej stránke DFS k dispozícii DFS Dronen Check, čo im umožňuje po zadaní parametrov plánovaného letu skontrolovať, či je daný let v súlade s predpismi. Vo Veľkej Británii majú piloti na diaľku k dispozícii aplikáciu Drone Assist, ktorá je podobná nemeckej aplikácii DroniQ App. Funkciou navyše je, že ak je vydaná bezpečnostná správa, týkajúca sa priestoru, v ktorom má pilot na diaľku naplánovaný let, dostane informáciu formou SMS správy. Na druhej strane, na rozdiel od aplikácie DroniQ App,

Drone Assist neumožňuje registráciu prostriedku UAV, pilot na diaľku musí na zaregistrovanie využiť internetovú stránku NATS. Okrem tejto aplikácie NATS prevádzkuje aj systém, ktorý pilotom na diaľku umožňuje jednoduché požiadanie o letové povolenie v CTR letísk, na ktorých NATS poskytujú LNS (na ostatných letiskách je nutné kontaktovať priamo stanovište ATC). V USA majú piloti na diaľku možnosť použiť aplikáciu B4UFLY, ktorá slúži len na naplánovanie letu a získanie potrebných informácií. Táto aplikácia je v mnohých ohľadoch podobná aplikácii Drone Assist, neodovzdáva však pilotovi na diaľku informácie o okolitej prevádzke. V prípade, že pilot na diaľku potrebuje povolenie na let v riadenom vzdušnom priestore v letovej výške do 400 ft., môže oň požiadať pomocou systému LAANC. Ak potrebuje povolenie na inú letovú činnosť, na ktorú je vyžadované, musí požiadať priamo FAA. V Indii je letové povolenie povinné na každý let UAV. Na naplánovanie letu a požiadanie o povolenie musia piloti na diaľku využiť aplikáciu Digital Sky (alebo jej internetovú stránku). Po vytvorení a schválení letového plánu aplikácia vytvorí dokument OPA, bez ktorého nie je možný vzlet prostriedku UAV. Aplikácia umožňuje registráciu prostriedku UAV, neumožňuje jeho sledovanie počas letu, a neposkytuje pilotovi na diaľku informácie o okolitej prevádzke. V Spojených arabských Emirátoch majú piloti na diaľku k dispozícii aplikáciu My Drone Hub, ktorá slúži taktiež na naplánovanie letu a na obdržanie potrebných informácií. Umožňuje aj registráciu prostriedku UAV a sledovanie jeho polohy počas letu. Súčasťou tejto aplikácie je aj Geo Fencing, prostredníctvom ktorého dostane pilot na diaľku upozornenie v prípade, že počas letu opustí vzdušný priestor, v ktorom je povolené lietanie prostriedkov UAV. Používanie tejto aplikácie nie je povinné, je však dostupná len občanom Spojených arabských Emirátoch.

Na Slovensku je letové povolenie potrebné, pokiaľ let prostriedku UAV spadá do kategórie prevádzky B (lety v noci, lety s prostriedkom UAV, ťažším ako 25 kg, let v riadenom vzdušnom priestore, a let pri nižšej vzdialenosti od nezáúčastnených osôb, ako je uvedená v pravidlách pre kategóriu A). Nakoľko na Slovensku piloti na diaľku nemajú možnosť používať mobilnú aplikáciu, ktorá by bola prepojená so systémami poskytovateľa LNS (LPS SR), poskytovateľ nemá prístup k letovým plánom pilotov na diaľku, ak nejde o kategóriu prevádzky B. Preto nemá LPS SR možnosť zahrnúť UAV do služieb ATFCM a ASM, ani možnosť sledovať polohu prostriedku UAV počas letu. Ak je let prostriedku UAV vykonávaný v kategórii prevádzky A, LPS SR nemá možnosť komunikácie s pilotom na diaľku, v prípade letu v kategórii prevádzky B je pilot na diaľku povinný udržiavať stále spojenie s príslušným stanovištom ATC. Let UAV bez stáleho vizuálneho kontaktu pilota na diaľku a prostriedku UAV na Slovensku nie je povolený. V Poľsku je po obdržaní povolenia možné aj lietanie UAV bez stáleho vizuálneho kontaktu pilota na diaľku s prostriedkom UAV. Pilot na diaľku, aj poskytovateľ LNS (PANSa) môžu v takomto prípade sledovať polohu prostriedku UAV pomocou aplikácie Drone Radar. Sledovanie pomocou aplikácie je možné aj v prípade letu s udržiavaním stáleho vizuálneho kontaktu, PANSa tak má prehľad o kompletnej prevádzke UAV v Poľskom vzdušnom priestore, a môže vykonávať dohľad nad dodržiavaním pravidiel lietania, čo zabezpečuje vysokú úroveň bezpečnosti prevádzky. Táto úroveň je ešte zvýšená možnosťou komunikácie pilota na diaľku so stanoviskom ATC počas letu. PANSa má takisto prístup k letovým plánom, ktoré sú prostredníctvom aplikácie Drone Radar podané, a tieto

informácie využíva pri plánovaní využitia jednotlivých vzdušných priestorov, čím môže dosiahnuť maximálne využitie kapacity vzdušného priestoru. V Maďarsku je letové povolenie potrebné na každý let UAV, po jeho obdržaní však pilot na diaľku nie je limitovaný takými pravidlami, ako platia napr. v Poľsku. Žiadosť o povolenie môže byť podaná aj pomocou aplikácie MyDroneSpace, počas letu však už táto aplikácia neumožňuje sledovanie polohy prostriedku UAV pilotovi na diaľku, ani poskytovateľovi LNS (Hungarocontrol). Tú musí pilot na diaľku počas letu sledovať pomocou stáleho vizuálneho kontaktu s prostriedkom UAV. Komunikácia medzi pilotom na diaľku a poskytovateľom LNS počas letu nie je možná. Letové plány, ktoré piloti na diaľku vytvárajú, sú zdieľané aj v systéme Net Briefing, ktorý používajú GA piloti na plánovanie svojich letov, a vďaka tomu majú informácie aj o UAV prevádzke v priestore, v ktorom zamýšľajú letieť. V Nemecku je letové povolenie potrebné v prípade, že pilot na diaľku chce vykonávať letovú činnosť nad rámec platných pravidiel, alebo bez vizuálneho kontaktu s prostriedkom UAV. Pri takomto lete musí pilot na diaľku použiť aplikáciu UTM Track Viewer, a jeho prostriedok UAV musí byť vybavený zariadením Hod4Track, ktoré umožní pilotovi na diaľku poskytovateľovi LNS (DFS) sledovanie jeho polohy počas letu. Údaje z letových plánov, ktoré sú vytvorené v aplikácii UTM Track Viewer, používa DFS pri manažmente vzdušného priestoru, a pri zabezpečovaní maximálneho využitia jeho kapacity. V prípade letu UAV pri stálom vizuálnom kontakte môže pilot na diaľku použiť aj bezplatnú aplikáciu DroniQ App. Táto aplikácia neumožňuje sledovanie polohy prostriedku UAV počas letu pilotom na diaľku, ani DFS. DFS nemá prístup ani k letovým plánom, ktoré boli vytvorené v tejto aplikácii (navyše je jej používanie nepovinné), takže pri plánovaní využitia kapacity vzdušného priestoru nemá úplné informácie o plánovaných letoch UAV. Ani jedna z nemeckých aplikácií neumožňuje komunikáciu pilota na diaľku so stanoviskom ATC počas letu. Vo Veľkej Británii, ako aj v USA, je v súčasnosti možnosť poskytovateľov LNS na manažovanie prevádzky UAV, a jej integráciu do systémov LNS, veľmi obmedzená, pretože potrebné systémy sú v týchto krajinách zatiaľ v štádiu vývoja. Poskytovatelia LNS síce majú prístup k letovým plánom, vytvoreným v aplikáciách, nemajú však možnosť sledovať polohu prostriedku UAV počas letu, ani komunikovať s pilotom na diaľku. Nakoľko letové povolenie je v týchto krajinách potrebné len na letovú činnosť nad rámec platných pravidiel, poskytovatelia LNS nemajú informácie o všetkých plánovaných letoch UAV, a nemôžu zahrnúť prostriedky UAV do manažmentu kapacity vzdušného priestoru. Vo Veľkej Británii však majú do aplikácie Drone Assist prístup aj GA piloti, ktorí získané informácie môžu použiť pri plánovaní svojich letov. Nakoľko však použitie tejto aplikácie nie je povinné, nedozvedia sa o všetkých plánovaných letoch UAV. V Indii je prevádzka UAV silno regulovaná. Letové povolenie je potrebné na každý let UAV, a každý prostriedok UAV musí obsahovať hardvér a softvér, pomocou ktorého poskytovateľ LNS (DGCA) dokáže určiť jeho polohu počas letu. Navyše musí prostriedok UAV obsahovať systém Return-to-home, ktorý sa automaticky aktivuje v prípade, že prostriedok UAV počas letu opustí priestor, ktorý mu bol na let pridelený. Vykonanie letu bez zachovania stáleho vizuálneho kontaktu nie je povolené. DGCA počas letu nemá možnosť komunikovať s pilotom na diaľku. Napriek tomu, že DGCA musí schváliť vykonanie každého letu, a má teda úplný prehľad o plánovanej prevádzke UAV v indickom vzdušnom priestore, nie je známe, že by tieto informácie využívala pri manažmente kapacity letovej prevádzky. Prístup Spojených

arabských emirátov k manažmentu a integrácii je podobný Veľkej Británii a USA. Príslušní poskytovatelia LNS majú prístup k letovým plánom, vytvoreným v aplikácii My Drone Hub, nemajú však možnosť sledovať pohyb prostriedku UAV počas letu. Vzhľadom k tomu, že používanie aplikácie My Drone Hub nie je v Spojených arabských emirátoch povolené, a navyše je táto aplikácia prístupná len občanom Spojených arabských emirátov, poskytovatelia LNS nemajú kompletný prehľad o prevádzke UAV v danom vzdušnom priestore, a preto nemôžu zahrnúť UAV do systémov ATFCM a ASM. Na rozdiel od Veľkej Británie a USA, v Spojených arabských Emirátoch majú poskytovatelia LNS možnosť počas letu poslať správu pilotovi na diaľku, obojsmerná komunikácia však možná nie je.

6. Záver

V tomto článku boli identifikované prístupy vybraných poskytovateľov LNS k integrácii UAV do systémov riadenia letovej prevádzky. V prvej kapitole sme charakterizovali produkt poskytovateľov LNS a jednotlivé časti tohoto produktu, špeciálne boli spomenuté tie, ktoré sa využívajú pri riadení a manažmente prevádzky UAV. Produkt poskytovateľov LNS má celkovo 11 častí, pri riadení a manažmente prevádzky UAV sa používajú najmä služby ATC, FIS, MET, CNS, a v krajinách, kde je prevádzka UAV integrovaná do systémov LNS sa poskytujú aj služby ATFCM a ASM. V nasledujúcej kapitole bolo charakterizované UAV, jeho rozdelenie, pravidlá prevádzky, riziká, vyplývajúce z prevádzky UAV, a systémy, ktoré sa používajú na ochranu letísk pred nepovolenými letmi UAV. UAV je definované ako lietadlo, schopné lietať bez prítomnosti pilota na palube. Podľa spôsobu ovládania môžeme UAV rozdeliť na autonómne lietadlá, diaľkovo riadené lietadlá a modely lietadiel. Podľa hmotnosti rozdeľujeme UAV na niekoľko kategórií, od príslušnosti daného UAV ku hmotnostnej kategórii sa odvíjajú niektoré pravidlá, ktoré musí pilot na diaľku pri jeho prevádzke dodržiavať. Konkrétne rozdelenia prostriedkov UAV podľa hmotnosti sa môže v závislosti od krajiny líšiť. Prostriedky UAV môžeme deliť taktiež podľa nosnej plochy na UAV s pevným krídlom, jednorotorové, viacrotorové a hybridné. Prevádzku UAV v EÚ upravuje *Vykonávacie nariadenie*. *Vykonávacie nariadenie* rozdeľuje prevádzku UAV do kategórií Open, Specific a Certified. Prevádzka v kategórii Open predstavuje najmenšie bezpečnostné riziko, patrí sem väčšina rekreačných letov. Lety, predstavujúce väčšie riziko, spadajú do kategórii Specific a Certified, sú predmetom individuálneho letového povolenia, a na kvalifikáciu pilotov na diaľku sú kladené vyššie nároky. Slovenská republika v čase písania práce neimplementovala *Vykonávacie nariadenie* do národnej legislatívy, preto pravidlá prevádzky UAV v SR naďalej upravuje Rozhodnutie Dopravného úradu. Najväčším problémom prevádzky UAV je ohrozenie bezpečnosti pilotovaných lietadiel, a ohrozenie osôb a majetku na zemi. Tieto nebezpečenstvá hrozia najmä v prípade, že pilot na diaľku nerešpektuje platné predpisy. Tieto riziká sú najzávažnejšie na letiskách, kde môžu prostriedky UAV ohroziť vzlietajúce alebo pristávajúce lietadlá. V súčasnosti sa používajú 4 spôsoby, pomocou ktorých je možné včas detekovať prostriedok UAV v blízkosti letiska. Ide o radarovú, vizuálnu, akustickú detekciu a o detekciu pomocou zachytávania rádiových vln. Na uzemnenie detekovaného prostriedku UAV sa používa rušenie rádiového signálu, ktorým prostriedok UAV komunikuje s radiacou stanicou, alebo chytanie do siete. Kombináciou uvedených spôsobov vzniká viacero systémov ochrany letísk pred prostriedkami UAV, ktoré sa v súčasnosti

používajú. V nasledujúcej kapitole sme popisovali prístupy viacerých krajín k integrácii UAV do systémov riadenia letovej prevádzky.

Ako analyzované krajiny boli vybrané Poľsko, Maďarsko, Nemecko, Veľká Británia, USA, India a Spojené arabské emiráty. Zistili sme, že v každej z týchto krajín majú piloti na diaľku k dispozícii mobilnú aplikáciu, pomocou ktorej si môžu naplánovať let UAV, skontrolovať obmedzenia, ktoré musia počas letu v danom vzdušnom priestore dodržiavať, a obdržať informácie, potrebné na bezpečné vykonanie letu. Poskytovatelia LNS majú prístup k letovým plánom, vytvoreným v týchto aplikáciách. V Poľsku navyše aplikácia Drone Radar umožňuje poskytovateľovi LNS sledovať polohu prostriedkov UAV počas letu, ako aj komunikáciu s pilotmi na diaľku. Vďaka tomu je v Poľsku možná aj prevádzka UAV bez stáleho vizuálneho kontaktu pilota na diaľku s prostriedkom UAV. Údaje, ktoré poskytovateľ LNS v Poľsku vďaka Drone Radaru získa, následne využíva pri plánovaní využitia kapacity vzdušného priestoru. V Maďarsku je letové povolenie potrebné na každý let UAV, následne je pilotovi na diaľku vytvorený Dočasne vyhradený vzdušný priestor (TDA), v ktorom môže letieť. Pilot na diaľku môže o vytvorenie TDA požiadať pomocou aplikácie MydroneSpace, k letovým plánom, vytvoreným v tejto aplikácii, majú prístup aj GA piloti. V Nemecku je letové povolenie potrebné pri letovej činnosti nad rámec platných pravidiel, napríklad pri lete bez stáleho vizuálneho kontaktu. Takéto lety sú umožnené vďaka aplikácii UTM Track Viewer, a vďaka hardvérovému vybaveniu prostriedku UAV, ktoré umožňuje poskytovateľovi sledovať dané UAV počas letu. Na lietanie pri zachovaní vizuálneho kontaktu v Nemecku postačuje aplikácia DroniQ App, ktorá sledovanie UAV počas letu neumožňuje. Vo Veľkej Británii a v USA sú systémy, umožňujúce integráciu UAV, v štádiu vývoja. Vo Veľkej Británii však majú GA piloti prístup k letovým plánom, vytvoreným v aplikácii Drone Assist, nakoľko však používanie tejto aplikácie nie je vo Veľkej Británii povinné, ich prehľad o plánovanej prevádzke UAV je obmedzený. V Indii je prevádzka UAV silno regulovaná, letové povolenie je potrebné na každý let, a vďaka povinnému hardvérovému vybaveniu prostriedkov UAV môže poskytovateľ LNS sledovať ich pohyb počas letu. V prípade odchýlenia sa od naplánovanej trasy je let prostriedku UAV automaticky ukončený. V Spojených arabských emirátoch poskytovateľ LNS nemá možnosť sledovať pohyb prostriedku UAV, a nemá ani kompletný prehľad o plánovaných letoch UAV, nakoľko aplikácia My Drone Hub, ktorá slúži na plánovanie letov, je dostupná len občanom Spojených arabských emirátov.

Čo sa týka budúcnosti integrácie UAV, v Európe je plánované spoločné využívanie vzdušného priestoru pilotovanými lietadlami a prostriedkami UAV, a za týmto účelom budú vyvinuté komunikačné systémy a systémy Detect&Avoid. Taktiež pravidlá lietania budú nastavené tak, aby toto zdieľanie vzdušného priestoru umožnili. Naopak, v Spojených arabských emirátoch je plánované vyhradenie vzdušného priestoru v blízkosti zemského povrchu mimo letísk pre prostriedky UAV, ktoré budú mať zriadené vlastné letové cesty, letiská, aj servisné strediská. Pri narastajúcom počte prostriedkov UAV vo vzdušných priestoroch jednotlivých krajín je ich integrácia vzhľadom na bezpečnosť nevyhnutná, z práce vyplýva, že prístupy jednotlivých krajín k tejto integrácii sa v mnohých ohľadoch líšia.

PodĎakovanie

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 ITMS 313011ATR9, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Referencie

- [1] MATERNA M. 2019: Komercializácia poskytovateľov leteckých navigačných služieb. Dizertačná práca/Matúš Materna –[1.vyd.] V Žiline, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky, ekonomiky, dopravy a spojov 124 s.
- [2] MATERNA M., GALIERIKOVÁ, A. 2019: A new approach to classification of air navigation service providers in the context of commercialization. *Transportation Research Procedia*, 2019, 43, pp. 139–146
- [3] MATERNA M., 2019: Variants of air navigation services providers' business model. *Transportation Research Procedia*, 2019, 40, pp. 1127–1133
- [4] NSAT, 2019: Lietadlá, spôsobilé lietať bez pilota. Dostupné na internete <http://letectvo.nsat.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>
- [5] CIRCUITS TODAY, 2017: Types of drones. Explore the different models of UAV. Dostupné na internete <https://www.circuitstoday.com/types-of-drones>
- [6] EASA, 2019: Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945). pp 309.
- [7] BBC, 2018: Gatwick runway reopens after drone chaos. Dostupné na internete: <https://www.bbc.com/news/uk-england-sussex-46643173>
- [8] BUK, 2017: Možnosti integrácie bezpilotných prostriedkov do vzdušného priestoru Slovenskej republiky. . Dizertačná práca/Patrik Buk –[1.vyd.] V Košiciach, Technická univerzita v Košiciach, 115 s.
- [9] MATERNA, M., GALIERIKOVÁ, A., PALČÁK, P. 2019. Reflection of commercialization in organizational and ownership structure of Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS). *Transportation Research Procedia*, 2020, 51, pp. 283–292
- [10] Novák, A. 2005. Radio direction finding in air traffic services. *Promet-Traffic&Transportation* 17 (5), 273-276