

Drony v krízových situáciách

Drones in crisis situations

Vincent Holubiczky¹

Abstrakt: Autor vedeckého príspevku sa venuje právnej úprave použitia bezpilotných prostriedkov, ktorá vychádza z výsledkov vedeckovýskumnej úlohy „Analýza využitia bezpilotných prostriedkov vo vybraných službách Policajného zboru : Záverečná správa medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy“, ktorá je evidovaná pod označením 234/2017 na Akadémii Policajného zboru v Bratislave. Autor sa ďalej venuje možnostiam využitia bezpilotných prostriedkov v rámci aktuálnej vedeckovýskumnej úlohy „Mobilné, dátové, odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách“ pod označením 257/2021 riešenej na Akadémii Policajného zboru v Bratislave.

Kľúčové slová: UAS, krízová situácia, bezpilotné lietadlá, stavba dronov

Abstract: The author of the scientific article deals with the legal regulation of the use of unmanned aerial vehicles. The scientific contribution is based on the results of the scientific research task "Analysis of the use of unmanned vehicles in selected services of the Police Force: Final report of the international scientific research task", which is registered under the designation 234/2017 at the Academy of the Police Force in Bratislava. The author communicates the possibilities of using drones in crisis situations as an integral part of the scientific research project „Mobile data collecting and analytical center for management of crisis situation“ which is registered at the Academy of Police force in Bratislava under the designation 257/2021.

Keywords: UAS, crisis situation, unmanned aircraft, construction of drones

Úvod

Ak nastane krízová situácia, je veľmi časté, že riadenie zlyhá a nastanú situácie, kedy vypukne panika a neovládateľné, resp. ťažko zvládnuteľné podmienky. V takýchto prípadoch je vhodné nasadiť modernú techniku a snažiť sa zvládnuť riadenie čo najlepšie. K tomu môže výrazne prispieť nasadenie nami navrhovaného mobilného, dátového, odberového a analytického centra, ktorý je navrhovaný špeciálne na krízové situácie spojené s neregulárnou migráciou. Koncept mobilného modulárneho systému je tvorený sofistikovane upravenými štandardizovanými lodnými kontajnermi, ktorý v závislosti od charakteru krízovej situácie (prírodná katastrofa, závažná priemyselná havária, pandémie, migračná vlna, stav ohrozenia, vojnový stav a pod.) je možné na základe modulárneho systému zostaviť v podobe ideálneho komplexu pracovísk pre kontrolu a diagnostiku osôb v najoptimálnejšej geografickej lokalite vo vzťahu k aktuálne riešenej krízovej situácii. Tento modulárny systém poskytuje priestor pre prvotný kontakt s migrujúcou osobou, je možné túto osobu podrobiť bezkontaktnej zdravotnej kontrole a následne po takmer

¹ mjr. Ing. Vincent Holubiczky, PhD., - odborný asistent, Katedra európskeho integrovaného riadenia hraníc, Akadémia Policajného zboru v Bratislave

okamžitému výsledku tejto kontroly je možné na tom istom mieste vykonať aj všetky administratívne náležitosti ohľadom vstupu na územie danej krajiny.²

Hlavným cieľom vedeckovýskumnej úlohy je vybudovanie, rozvoj a automatizácia takéhoto mobilného kontrolného a testovacieho centra bezpečnostných a diagnostických systémov v nadväznosti na vysoko aktuálne a riešené problematiky vstupu a pohybu osôb v pohraničnom styku.³

Na úvod je potrebné definovať krízovú situáciu. Pojem krízová situácia je upravený zákonom č. 227/2002 Z. z. o bezpečnosti štátu v čase vojny, vojnového stavu, výnimočného stavu a núdzového stavu a zákonom č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len „zákon o verejnom zdraví“). Je potrebné podotknúť, že pojem krízová situácia podľa ustanovenia § 4 ods. 1 písm. g) zákona o verejnom zdraví zakotvuje zahŕňa výnimočný stav, núdzový stav a mimoriadnu situáciu, pričom ustanovenie čl. 1 bod 4 ústavného zákona č. 227/2002 Z. z. o bezpečnosti štátu v čase vojny, vojnového stavu, výnimočného stavu a núdzového stavu za krízovú situáciu považuje výnimočný stav a núdzový stav, nie však mimoriadnu situáciu. Z uvedeného je zrejmé, že pri definícii pojmu krízová situácia je potrebné určiť, aký právny predpis je v konkrétnom prípade aplikovaný a na základe neho definovať pojem krízová situácia. Z uvedeného vyplýva, že krízová situácia je najširší pojem a zahŕňa výnimočný stav, núdzový stav a mimoriadnu situáciu.⁴

V takýchto situáciách je extrémne dôležité mať všetko pod dohľadom. Pri riešení vedeckovýskumnej úlohy sme brali do úvahy aj tento aspekt, a preto sme navrhli možnosť využitia autonómnych systémov na monitorovanie aktuálnej situácie. V súčasnosti sme svedkami enormne rýchleho vývoja takýchto systémov či prostriedkov riadených na diaľku. V tomto prípade nemáme na mysli výlučne dopravné prostriedky skutočných veľkostí, ale aj ich zmenšeniny, resp. modely. Existuje mnoho kritérií ich kategorizácie, základom však môže byť delenie podľa miesta určenia ich pôsobenia⁵, kedy ich môžeme roztriediť nasledovne:⁶

- pozemné prostriedky
cestné (autonómne osobné, resp. nákladné vozidlá, ...)
- železničné (vlak, električky či iné koľajové dopravné prostriedky)
- vodné prostriedky
plávajúce na hladine (lode, člny, ...)
- pod hladinou (ponorky, ...)
- vzdušné prostriedky⁷
lietadlá ľahšie ako vzduch (balóny, ...)
- lietadlá ťažšie ako vzduch (vrtuľníky, letúny, ...)

² KOŠČ, I., ZITTINO, M., KOŠČOVÁ, M., VICEN, V. 2022. *Ochrana pred cieľným útokom UAV vo vnútorných priestoroch*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 8 – 23. ISBN 978-80-8054-976-3.

³ ODLER, R., KOŠČ, I., spoluriešitelia. 2021. *Mobilné, dátové, odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách : Projekt medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy*. Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2021. s. 5

⁴ ODLER, R., KOŠČ, I., spoluriešitelia. 2021. *Mobilné, dátové, odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách : Projekt medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy*. Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2021. s. 5

⁵ Podobne ako je to v prípade bežných dopravných prostriedkov.

⁶ Holubiczky, V. 2022. *Od dronov k bezpilotným lietadlám*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 35 – 47. ISBN 978-80-8054-976-3.

⁷ Tieto prostriedky bližšie popíšeme v nasledujúcich kapitolách.

Pre naše potreby sme uvažovali o vzdušných prostriedkoch, konkrétne na nasledujúcich stranách nášho vedeckého príspevku sa budeme zaoberať možnosťami využitia bezpilotných prostriedkov.

Právne základy

V rámci Európskej únie bolo dlhé roky v platnosti Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 z 20. februára 2008 o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva a o zriadení Európskej agentúry pre bezpečnosť letectva, ktorým sa zrušuje smernica Rady 91/670/EHS, nariadenie (ES) č. 1592/2002 a smernica 2004/36/ES, ktoré však veľmi okrajovo rozoberalo problematiku bezpilotných lietadiel. V súčasnosti bolo toto nariadenie zrušené Nariadením Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1139 zo 4. júla 2018 o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva, ktorým sa zriaďuje Agentúra Európskej únie pre bezpečnosť letectva.⁸ Toto nariadenie sa venuje problematike bezpilotných lietadiel v oddieli VII, kde sa konkrétne rozoberajú základné požiadavky na bezpilotné lietadlá⁹, súlad bezpilotných lietadiel s predpismi¹⁰, vykonávacie akty týkajúce sa bezpilotných lietadiel¹¹ a delegované právomoci¹².

Azda najdôležitejšími právnymi predpismi v súčasnosti na európskej úrovni ohľadom bezpilotných lietadiel sú:

- VYKONÁVACIE NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2019/947 z 24. mája 2019 o pravidlách a postupoch prevádzky bezpilotných lietadiel a
- DELEGOVANÉ NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2019/945 z 12. marca 2019 o bezpilotných leteckých systémoch a o prevádzkovateľoch bezpilotných leteckých systémov z tretích krajín

Bezpilotné letecké systémy sa podľa vyššie uvedených predpisov delia na rôzne triedy, a to C0, C1, C2, C3 a C4.¹³

Niektoré požiadavky na UAS triedy C0:

- maximálna vzletová hmotnosť (MTOM) neprekračuje 250 g (vrátane užitočného zaťaženia);
- maximálna rýchlosť pri horizontálnom lete je 19 m/s
- maximálna dosiahnuteľná výška nad bodom vzletu je obmedzená na 120 m
- pilot na diaľku ho môže podľa pokynov výrobcu bezpečne ovládať, pokiaľ ide o stabilitu, manévrovateľnosť a výkon dátového spojenia, podľa potreby za všetkých predpokladaných

⁸ Nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1139 zo 4. júla 2018 o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva, ktorým sa zriaďuje Agentúra Európskej únie pre bezpečnosť letectva a ktorým sa menia nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 2111/2005, (ES) č. 1008/2008, (EÚ) č. 996/2010, (EÚ) č. 376/2014 a smernice Európskeho parlamentu a Rady 2014/30/EÚ a 2014/53/EÚ a zrušujú nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 552/2004 a (ES) č. 216/2008 a nariadenie Rady (EHS) č. 3922/91

⁹ Článok 55

¹⁰ Článok 56

¹¹ Článok 57

¹² Článok 58

¹³FELFÖLDI, P., KÁPOSZNYÁK, T. 2022. *Certain aspects of Hungarian legislation on the use of Unmanned Civil Aircraft*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 48 – 58. ISBN 978-80-8054-976-3.

prevádzkových podmienok vrátane zlyhania jedného alebo prípadne viacerých systémov a ďalšie.¹⁴

Niektoré požiadavky na UAS triedy C1:¹⁵

- je vyrobený z materiálov a má výkonnostné a fyzické vlastnosti, ktoré zaručujú, že v prípade nárazu do ľudskej hlavy pri konečnej rýchlosti je energia prenesená na ľudskú hlavu menšia ako 80 J, prípadne musí mať MTOM nižšiu ako 900 g (vrátane užitočného zaťaženia)
- maximálna rýchlosť pri horizontálnom lete je 19 m/s
- jeho maximálna dosiahnuteľná výška nad bodom vzletu je obmedzená na 120 m alebo je vybavený systémom, ktorý obmedzuje výšku nad povrchom alebo nad bodom vzletu na 120 m, resp. na hodnotu, ktorú si zvolí pilot na diaľku. Ak je táto hodnota voliteľná, pilot na diaľku musí mať počas letu jasné informácie o výške bezpilotného lietadla nad povrchom alebo nad bodom vzletu
- pilot na diaľku ho môže podľa pokynov výrobcu bezpečne ovládať, pokiaľ ide o stabilitu, manérovateľnosť a výkon dátového spojenia, podľa potreby za všetkých predpokladaných prevádzkových podmienok vrátane zlyhania jedného alebo prípadne viacerých systémov
- má jedinečné fyzické sériové číslo vyhovujúce norme ANSI/CTA-2063 Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers;
- má priamu diaľkovú identifikáciu
- je vybavený georeferenčným výstražným systémom¹⁶

Ako je to zrejmé, požiadavky na UAS kategórie C0 sú prísnejšie ako požiadavky na UAS kategórie C1. Podmienky, ktoré musia spĺňať bezpilotné lietadlá kategórií C2, C3 a C4 postupne gradujú a môžete si to bližšie pozrieť v Delegovanom nariadení Komisie (EÚ) 2019/945 z 12. marca 2019¹⁷.

Tieto predpisy vytvárajú solídnu prípravu na bezproblémovú integráciu bezpilotných lietadiel už do existujúceho systému riadenej letovej prevádzky. Čoraz častejšie sa skloňujú výrazy ako UTM, U-space a podobne, ktoré naznačujú, že v blízkej budúcnosti budú bezpilotné prostriedky neoddeliteľnou súčasťou vzdušného priestoru. Je dôležité si uvedomiť skutočnosť, že kým v dnešnej dobe a pri aktuálnej hustote letov riadenie letovej prevádzky zvládajú v plnom rozsahu ľudia, v prípade U-space to nemôže fungovať. Ak sa integrujú bezpilotné lietadlá do tohto priestoru, je potrebné rátať s tým, že v jednom okamihu v danom priestore bude môcť vykonávať let aj niekoľko stoviek či tisíc strojov naraz. To už, samozrejme, nebude možné zvládnuť schopnosťami ani najlepšieho dispečera. Jednoducho tu bude nutnosť tieto procesy automatizovať

¹⁴ Príloha časť 1 DELEGOVANÉHO NARIADENIA KOMISIE (EÚ) 2019/945 z 12. marca 2019 o bezpilotných leteckých systémoch a o prevádzkovateľoch bezpilotných leteckých systémov z tretích krajín

¹⁵ Príloha časť 2 DELEGOVANÉHO NARIADENIA KOMISIE (EÚ) 2019/945 z 12. marca 2019 o bezpilotných leteckých systémoch a o prevádzkovateľoch bezpilotných leteckých systémov z tretích krajín

¹⁶ MAJOR, R., FEKETE, C., FELFÖLDI, P. 2022. *Current Hungarian legislation on Unmanned State Aircraft, subject to their use for law enforcement purposes*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 125 – 131. ISBN 978-80-8054-976-3.

¹⁷ Príloha časť 3, 4 a 5 DELEGOVANÉHO NARIADENIA KOMISIE (EÚ) 2019/945 z 12. marca 2019 o bezpilotných leteckých systémoch a o prevádzkovateľoch bezpilotných leteckých systémov z tretích krajín

v čo najväčšej miere, aby jednotlivé objekty o sebe včas a v bezpečnej vzdialenosti vedeli aj bez zásahu človeka.¹⁸

Vhodné možnosti

Je dôležité správne určiť požadovaný druh bezpilotného lietadla, keďže nie všetky druhy sa hodia na všetky práce. Musíme dopredu uvažovať, na aký účel budeme používať zakúpený prístroj, ako často a s akými doplnkovými zariadeniami.

Kategorizovať bezpilotné lietadlá môžeme podľa konštrukcie, resp. vzhľadu:

- **Krídlové** - Presnejšie s pevným krídlom. Tieto prostriedky sa najviac podobajú na bežné lietadlá, samozrejme v menších rozmeroch. Sú veľmi stabilné a práve vďaka ich podobnosti s bežnými lietadlami ich aerodynamické a iné vlastnosti sú vyvinuté na vysokej úrovni. Sú vhodné najmä na dlhé trate a monitoring, keďže v porovnaní s rotorovými prostriedkami, vďaka menšej energetickej náročnosti letu môžu mať až niekoľkonásobne dlhšiu dobu letu.¹⁹
- **Rotorové** - Nazývané sú aj ako multikoptéry a môžeme ich deliť na tzv. „Single Rotor” a „Multi Rotor”, čiže jednorotorové a viacrotorové bezpilotné lietadlá. Sú v dnešnej dobe asi najznámejšie a najrozšírenejšie vďaka cenovej dostupnosti. Dokážu štartovať z miesta a pristáť na veľmi malej ploche, preto sú veľmi nenáročné na priestor. Nedokážu však využiť aerodynamické vlastnosti a výhody krídlových prostriedkov. Motory majú veľkú spotrebu, preto tieto zariadenia dokážu pracovať rádovo iba niekoľko desiatok minút na jedno nabitie.
- **Hybridné** - Sú to prostriedky, ktoré sa snažia spojiť výhody krídlových a rotorových bezpilotných prostriedkov.
- **Špeciálne**

Určujúcim faktorom môže byť aj delenie **podľa pohonu**. Poznáme bezpilotné lietadlá poháňané nasledovnými spôsobmi.

- **Elektrickým motorom** - v tomto prípade musíme dodať elektrickú energiu. Môžeme ju dodať pomocou špeciálnych akumulátorov²⁰, čo je najrozšírenejší spôsob v rámci rotorových bezpilotných lietadiel.
- **Spaľovacím motorom** - Spaľovací motor je v civilnej sfére veľmi málo používaný²¹, keďže je náročnejší na údržbu a vznikajú pri jeho použití rádovo väčšie vibrácie, ktoré sú neželaným vedľajším účinkom.
- **Prúdovým alebo raketovým motorom** - Tieto typy pohonu sú veľmi špeciálne a zriedkavé. Používajú sa pri krídlových prostriedkoch, hlavne pri štarte alebo vzlete.

Existuje ešte mnoho ďalších kritérií na klasifikáciu bezpilotných lietadiel, napr. podľa dosahu, maximálnej vzletovej hmotnosti (veľkosti), možnosti pripojenia doplnkových prístrojov, a iné. Tieto údaje sú ale veľmi rôznorodé a v niektorých krajinách môžu byť jednotlivé hranice odlišné. Platí však pravidlo, že pred kúpou bezpilotného lietadla je potrebné urobiť analýzu našich potrieb a vybrať si zariadenie nám najviac vyhovujúce a samozrejme, cenovo dostupné.

¹⁸ Holubiczky, V. 2022. *Od dronov k bezpilotným lietadlám*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 35 – 47. ISBN 978-80-8054-976-3.

¹⁹ Vďaka svojim vlastnostiam práve krídlové bezpilotné lietadlá môžu byť vhodným riešením napr. na monitorovanie a ochranu štátnej hranice. Dokážu vzlietnuť a vykonať prieskumný let za veľmi krátky čas a v porovnaní s použitím napr. vrtuľníka môžeme predpokladať aj značnú úsporu financií.

²⁰ Stručný popis nájdete v tejto kapitole.

²¹ Ak áno, tak skôr pri krídlových prístrojoch.

Konštrukcia bezpilotného lietadla tvorí základ potrebných letových vlastností. Obecne platí pravidlo, že všetky komponenty by mali byť čo najľahšie a odolné zároveň. Krídlové prostriedky bez pilota na palube majú veľmi podobnú stavbu, ako ich pilotované verzie, základom je dokonalá aerodynamika, ktorú však na tomto mieste nebudeme bližšie rozoberať. Zameriame sa najmä na stavbu rotorových bezpilotných prostriedkov, keďže vývoj v tomto smere rapídne napreduje. Samozrejme, ako všetky zariadenia a iné výrobky, aj bezpilotné lietadlá podliehajú určitým pravidlám, technickým požiadavkám a normám.²²

Súčasti rotorových bezpilotných systémov

Aj keď v súčasnosti existuje nespočetné množstvo rôznych bezpilotných prostriedkov, v tomto prípade máme na mysli kategóriu rotorových (vrtuľových) lietadiel, každý jeden z nich má a musí mať podobné základné konštrukčné prvky.^{23, 24} Týmito prvkami sú:

- motor a menič,
- vrtuľa,
- rameno, podvozok a kryt,
- riadiaca elektronika a ovládanie,
- zdroj energie,
- doplnkové zariadenia.

Tieto prvky spolu tvoria komplexný systém a každá jedna časť je rovnako dôležitá.

Motor a menič

Motor nám zabezpečí, aby sa energia z akumulátora, resp. iného zdroja premenila na energiu kinetickú a pomocou vrtulí na pohyb. Až na malé výnimky sa dnes používajú tzv. „Brushless“, čiže bezkefové motory. Rozdiel oproti bežným elektromotorom je v tom, že cievka je upevnená (statická) a môže tak byť napojená na prívod elektrickej energie nepretržite (nie pomocou uhlíkových kefiiek, štetiniek), a otáča sa vonkajší obal (tzv. „outrunner“).



Obrázok 1 Bezkefový motor²⁵

²² HOLUBICZKY, V. 2. kapitola In: Tallo, A. Et. al. Bepilotné prostriedky vo vybraných službách polície. Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Centrum polygrafických služieb MV SR 2008 371 s., ISBN 978-80-8054-759-2.

²³ Str. 18 až 31 a str. 32 až 39 HOHENLOHE, S. 2016. Drony. Preklad z nemeckého originálu Multicopter dronen

²⁴ Pozri tiež kapitolu 9 a 10 KARAS, J., TICHÝ, T. 2016. Drony.

²⁵

Obrázok dostupný online: <https://hobbyking.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/0/109220.jpg>

Takýto motor je stabilnejší, menej sa opotrebováva a na prepočet hmotnosti dokáže odovzdať väčší výkon. Jedinou nevýhodou je potreba trojfázového prúdu, ktorý môžeme zabezpečiť z jednosmerného zdroja vďaka tzv. meničom. Menič je označovaný aj ako „regulátor“, tento výraz však nie je úplne správny, keďže reguláciu vykonáva riadiaca jednotka. Úlohou meniča je zabezpečiť trojfázový prúd pre motor. Pri výbere motora môžeme sledovať špecifický ukazovateľ počtu otáčok, čo udáva, koľko otáčok motor dokáže vykonať za jednu minútu na jeden volt energie.

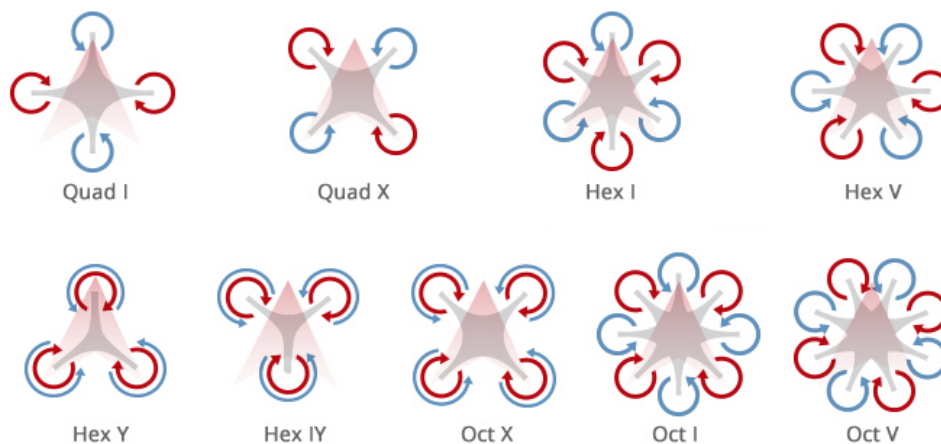
Vrtuľa

Aby lietadlo bolo schopné samostatného letu, musí byť vybavené pohonnou jednotkou, ktorá vyvoláva silu prekonávajúcu odpor prostredia, čiže ťah.



Obrázok 2 Vrtule²⁶

Ako je to uvedené už aj vyššie, vrtule sú v podstate jediným prvkom, ktoré premieňajú otáčky motora na ťah a keď má lietadlo viac pohonných jednotiek, tak celkový ťah bude predstavovať súčet jednotlivých jednotiek. Majú špeciálny tvar a určité aerodynamické vlastnosti, vďaka ktorým sa vytvára z prúdenia vzduchu sila pôsobiaca približne v smere rýchlosti. Táto sila je závislá od tvaru vrtule, jej priemeru, uhlu nábehu a rôznych iných vlastností.



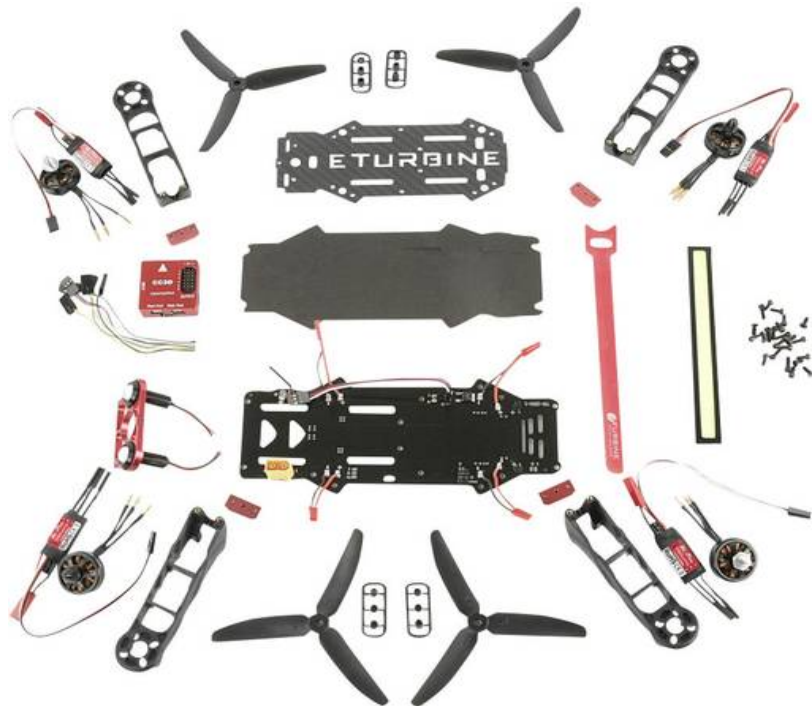
Obrázok 3 Možnosti zapojenia vrtulí²⁷

²⁶ Obrázok dostupný online: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/31SN5JRYzSL.jpg>

²⁷ Obrázok dostupný online: <https://www2.nau.edu/uavrt-p/wordpress/wp-content/uploads/2017/06/frame-configurations.jpg>

Rameno, podvozok a kryt

Ramená tvoria základnú konštrukciu celého lietadla. Ich počet je závislý od počtu motorov, avšak nemusí platiť priama úmera. Používajú sa rôzne tvary, spravidla symetrické²⁸, ako „X”, „Y” či „H”, ktoré zabezpečujú potrebnú stabilitu a priestor pre riadiacu jednotku a doplnkové zariadenia. Rozhodujúcou vlastnosťou je váha, preto sa vyrábajú zo špeciálnych materiálov, ako sú kompozitové materiály, umelá hmota či zliatiny hliníka, ktoré aj napriek nízkej váhe dokážu zabezpečiť odolnosť voči skrúcaniu a vibráciám. Na ramená sú prichytené a pripevnené všetky ostatné prvky, je akoby kostrou celého systému. **Podvozok** nie je súčasťou každého typu bezpilotných lietadiel, v mnoho prípadoch je voliteľným doplnkom, má však svoje opodstatnenie. Vo veľkej miere tlmí a chráni pred nárazmi počas menej vydarených pristátí. Plní ochrannú funkciu aj v prípade nainštalovaných doplnkových zariadení, často však môže byť aj obmedzujúci. Vtedy môže byť vhodným riešením aplikácia sklopných nôh podvozku, ktoré po vzlietnutí nebránia vo výhlade doplnkových zariadení a pred pristátím sa automaticky vrátia na pôvodné miesto. **Kryt**, aj keď nie je povinnou a stálou súčasťou bezpilotných lietadiel, okrem vylepšenia vzhľadu zariadenia plní aj iné funkcie. V prvom rade chráni riadiacu jednotku pred nárazmi, znečistením a iným poškodením a zmiernuje pôsobenie meteorologických vplyvov, ako sú priame slnečné žiarenie, slabý dážď či pôsobenie vetra.²⁹ Sú dostupné aj zariadenia, ktoré môžeme používať aj v prípade nepriaznivých meteorologických podmienok, dosiahnutie takéhoto stavu je ale vzhľadom na citlivé motory a iné súčasti veľmi ťažké a finančne náročné.



Obrázok 4 Súčasti bezpilotného lietadla³⁰

²⁸ Existujú aj príklady asymetricky navrhnutých lietadiel, ich konštrukcia je však zložitejšia a menej zaužívaná.

²⁹ Vhodnými aerodynamickými vlastnosťami krytu môže v malej miere ovplyvniť letecké vlastnosti lietadla.

³⁰ Obrázok dostupný online: https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/de/1395695_BB_00_FB/robitronic-fpv-250-combo-kit-race-copter-bausatz-fpv-race-profi.jpg?x=520&y=520

Riadiaca elektronika a ovládanie

Riadiaca jednotka je „mozgom“ celého systému. Je umiestená v strede bezpilotného lietadla, je nepretržite napojená zo zdroja, prijíma, spracuje a vykonáva príkazy od operátora. Okrem týchto činností, v závislosti od typu alebo od konkrétneho výrobcu, môže byť naprogramovaná na vykonanie určitých letov, môže mať z výroby predprogramované automatizované funkcie, ako napríklad automatické pristátie či návrat na miesto vzletu. Riadiaca jednotka jemnou reguláciou príkonu motorov vyrovnáva a stabilizuje pohyby systému. Neoddeliteľnou súčasťou bezpilotných systémov sú **dial'kové ovládače**, slúžia na komunikáciu s bezpilotným lietadlom. Ovládač a lietadlo musia byť vždy spravované, aby sa predišlo kolíziám v prípade použitia viacerých systémov na jednom mieste. Vyspelejšie ovládače dokážu zobrazit' telemetrické údaje priamo na zabudovanej obrazovke, prípadne ponúkajú možnosť pripojenia mobilného zariadenia (telefónu, tabletu) na zobrazenie týchto údajov. V súvislosti s riadením doplnkových zariadení, ako sú fotoaparáty a kamery, sa odporúča použitie ďalšieho ovládača a zároveň je nutnosť ovládania doplnkového zariadenia druhým operátorom. Vzhľadom na bezpečnosť by sa mal pilot venovať výlučne riadeniu lietadla, druhý operátor iba ovládaniu ďalších zariadení.

Zdroj energie

Zdrojom energie je akumulátor, batéria, ktorá dodáva konštantný jednosmerný prúd. Využívajú sa špeciálne, Lithium-Polymerové batérie, tiež nazývané LiPo, ktoré oproti iným druhom batérií majú nižšiu hmotnosť, vyššiu kapacitu a výkonnosť a tiež dlhšiu životnosť. K ich nevýhodám okrem vysokej obstarávacej ceny patrí aj ich komplikovaná údržba, úschova a náchylnosť na zmeny teplôt. Je potrebné mať špeciálne nabíjačky a batérie nikdy nevybit' úplne, v tom prípade sa totiž stanú nepoužiteľnými. Na opačnej strane, pri prílišnom nabití alebo pôsobením vysokej teploty (už pri teplotách dosiahnuteľných vo vozidle v letných dňoch) či skratu sa môže narušiť ich obal, môžu napuchnúť, náhle zhorieť alebo i vybuchnúť. Preto je potrebná zvýšená opatrnosť pri manipulácií s nimi a odporúča sa skladovanie v špeciálnych, nehorľavých nádobách.³¹

Záver

Tento vedecký príspevok vznikol v rámci riešenia komplexnej vedeckovýskumnej úlohy katedry európskeho integrovaného riadenia hraníc na Akadémii Policajného zboru v Bratislave pod názvom „*Mobilné, dátové, odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách*„. Riešiteľský kolektív sa rozhodol pustiť sa do takejto výzvy počas pandémie koronavírusu, ktorá nútila inštitúcie zodpovedné za pokoj, poriadok a bezpečnosť v štáte improvizovať. Neboli nacvičené a pripravené žiadne adekvátne plány na zvládanie týchto nových krízových situácií. Náš modulárny systém sa snaží riešiť problematiku v komplexnom chápaní, preto sme sa venovali v tomto vedeckom príspevku možnostiam využitia bezpilotných lietadiel ako jeho integrálna súčasť. Je obzvlášť potrebné, aby obsluhujúci personál bol včas a korektne informovaný o dianí na okolí, aby vedeli včas reagovať. Bepilotné lietadlo je vhodným spôsobom na monitoring blízkeho okolia, najmä v prípade rotorových modelov. Na tomto mieste je ale vhodné uvažovať aj o nasadení hybridných bezpilotných lietadiel, keďže spájajú v sebe výhodu vzlietnutia z miesta a väčší operačný rádius. Takéto vlastnosti sú maximálne využiteľné na hraniciach, kde môže byť potrebné monitorovať väčší úsek.

³¹ HOLUBICZKY, V. 2. kapitola In: Tallo, A. Et. al. Bepilotné prostriedky vo vybraných službách polície. Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Centrum polygrafických služieb MV SR 2008 371 s., ISBN 978-80-8054-759-2.

Zastávame názor, že by si bezpilotné lietadlá našli svoje opodstatnené uplatnenie aj v týchto podmienkach a ich konštrukčné vlastnosti a veľká variabilita nám dovoľuje ich integrovať medzi prvky navrhovaného mobilného dátového, odberového a analytického centra pre riadenie v krízových situáciách.

Literatúra

CARY, L. 2016. *ICAO and Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)*. RPAS and Remote ATS Symposium, 9-10 May 2016, Stockholm Sweden Dostupné online: https://www.icao.int/Meetings/Remotetech/Presentations/Day2_Session%206_RPAS%20Stream_Leslie%20Cary.pdf

Convention on International Civil Aviation (also known as Chicago Convention), signed on 7 December 1944 by 52 States, Dohovor o medzinárodnom civilnom letectve zo dňa 07. decembra 1944 Dostupné online: https://www.icao.int/publications/Documents/7300_orig.pdf

DELEGOVANÉ NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2019/945 z 12. marca 2019 o bezpilotných leteckých systémoch a o prevádzkovateľoch bezpilotných leteckých systémov z tretích krajín

Dopravný úrad: <http://letectvo.nsat.sk/uvod/>

FELFÖLDI, P., KÁPOSZNYÁK, T. 2022. *Certain aspects of Hungarian legislation on the use of Unmanned Civil Aircraft*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 48 – 58. ISBN 978-80-8054-976-3.

HOHENLOHE, S. 2016. *Drony*. Preklad z nemeckého originálu *Multicopter dronen*. Alpress, s.r.o., Frýdek - Místek, 2016. ISBN 978-80-7543-234-6

HOLUBICZKY, V. 2. kapitola In: Tallo, A. Et. al. *Bezpilotné prostriedky vo vybraných službách polície*. Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Centrum polygrafických služieb MV SR 2008 371 s., ISBN 978-80-8054-759-2.

HOLUBICZKY, V. 2022. *Od dronov k bezpilotným lietadlám*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 35 – 47. ISBN 978-80-8054-976-3.

ICAO Cir 328. 2013. *Unmanned Aircraft Systems (UAS)* ISBN 978-92-9231-751-5 Dostupné online: https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf

ICAO Doc 9854. 2005. *Global Air Traffic Management Operational Concept* ISBN 92-9194-554-4 Dostupné online: [https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/9854_cons_en\[1\].pdf](https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/9854_cons_en[1].pdf)

International Civil Aviation Organization: <https://www.icao.int/Pages/default.aspx>

KARAS, J., TICHÝ, T. 2016. *Drony*. Computer Press. Brno. 2016. ISBN 978-8-251-4680-4

KELLER, L. 2016. *Učebnice pilota – Základy letu*. Arnošt Moucha. Svět křídel, Cheb. 2016. 978-80-87567-89-0.

KOŠČ, I., ZITTINO, M., KOŠČOVÁ, M., VICEN, V. 2022. *Ochrana pred cieleným útokom UAV vo vnútorných priestoroch*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 8 – 23. ISBN 978-80-8054-976-3.

MAJOR, R., FEKETE, C., FELFÖLDI, P. 2022. *Current Hungarian legislation on Unmanned State Aircraft, subject to their use for law enforcement purposes*. In: *Bezpilotné prostriedky II – Protidronová ochrana*. Zborník. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave. 2022. s. 125 – 131. ISBN 978-80-8054-976-3.

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 z 20. februára 2008 o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva a o zriadení Európskej agentúry pre bezpečnosť letectva, ktorým sa zrušuje smernica Rady 91/670/EHS, nariadenie (ES) č. 1592/2002 a smernica 2004/36/ES (Text s významom pre EHP)

Nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1139 zo 4. júla 2018 o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva, ktorým sa zriaďuje Agentúra Európskej únie pre bezpečnosť letectva a ktorým sa menia nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 2111/2005, (ES) č. 1008/2008, (EÚ) č. 996/2010, (EÚ) č. 376/2014 a smernice Európskeho parlamentu a Rady 2014/30/EÚ a 2014/53/EÚ a zrušujú nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 552/2004 a (ES) č. 216/2008 a nariadenie Rady (EHS) č. 3922/91

Návrh NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY o spoločných pravidlách v oblasti civilného letectva a o zriadení Agentúry Európskej únie pre bezpečnosť letectva, ktorým sa zrušuje nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008

ODLER, R., KOŠČ, I., spoluriešitelia. 2021. *Mobilné, dátové, odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách : Projekt medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy*. Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2021. 31 s.

Rozhodnutie č. 1/2015 z 19.08.2015, ktorým sa určujú podmienky vykonania letu lietadlom spôsobilým lietať bez pilota vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky Dostupné online:

Rozhodnutie Dopravného úradu č. 2/2019 zo 14.11. 2019, ktorým sa určujú podmienky vykonania letu lietadlom spôsobilým lietať bez pilota a vyhlasuje zákaz vykonania letu určených kategórií lietadiel vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky

U.S. Department of Transportation. 2013. *Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap* Dostupné online: https://www.faa.gov/uas/media/uas_roadmap_2013.pdf

VVÚ 234/2017, *Analýza využitia bezpilotných prostriedkov vo vybraných službách Policajného zboru : Záverečná správa medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy*. / Rieš. výsk. úl. Anton Tallo, Rieš. výsk. úl. Ľubomír Ábel, Rieš. výsk. úl. Jaroslav Tureček, Rieš. výsk. úl. Jozef Beňovič, Spolurieš. Pavel Augustín, Spolurieš. Róbert Odler, Spolurieš. Boris Löffler, Spolurieš. Ľubomír Cigánik, Spolurieš. Michaela Pavlovčáková, Spolurieš. Ján Nociar, Spolurieš. Anton Vajgel, Spolurieš. Ladislav Igeny, Spolurieš. Vincent Holubiczky, Spolurieš. Mária Bohrnová, Spolurieš. Tatiana Hajdúková. - 1. vyd. - Bratislava: Akadémia Policajného zboru, 2017.

VYKONÁVACIE NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2019/947 z 24. mája 2019 o pravidlách a postupoch prevádzky bezpilotných lietadiel