

Možnosti využití bezpilotních letadel Policií České republiky

Lukáš Kotek

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Kotek**
Osobní číslo: **A13797**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Možnosti využití bezpilotních letadel Policí České republiky**
Téma anglicky: **The Possibilities of Using Remotely-piloted Aircraft by the Police of the Czech Republic**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na historii vývoje bezpilotních letadel v oblasti bezpečnosti.
2. Popište současný stav bezpilotních letadel v České republice.
3. Vyspecifikujte možné bezpečnostní aplikace bezpilotních letadel Policí České republiky (PČR).
4. Popište modelovou situaci využití bezpilotních letounů PČR.
5. Navrhněte vhodný bezpilotní létající systém pro potřeby PČR.
6. Naznačte budoucí vývoj bezpilotních letounů pro PČR.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **MARTINEC, František. Možnosti využití bezpilotních systémů v zastavěných aglomeracích [online]. 2015 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: http://www.unob.cz/fvt/struktura/k206/Documents/veda/Articles/Article_13.pdf.**
2. **VISINGR, Lukáš. Bepilotní vzdušné prostředky [online]. ATM. 2006 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://visingr.czweb.org/stazeni/atm/uav.rtf>.**
3. **SCHAFER, Joseph. Policing 2020: Exploring the Future of Crime, Communities, and Policing [online]. U.S. Department of Justice, Federal Bureau of Investigation, 2007 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://futuresworkinggroup.cos.ucf.edu/publications/Policing2020.pdf>.**
4. **WALLACE, John. Integrating Unmanned Aircraft Systems Into Modern Policing in an Urban Environment [online]. Monterey, California, 2012 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a567389.pdf>. Master's thesis. Naval Postgraduate School Monterey, California.**
5. **ZALOGA, Steven. Unmanned Aerial Vehicles: Robotic Air Warfare 1917-2007 [online]. Osprey Publishing Ltd., 2008 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://english.360elib.com/datu/U/EM289227.pdf>.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

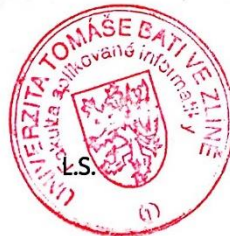
26. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2016

Ve Zlíně dne 16. února 2016

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Lukáš Kotek

Název bakalářské/diplomové práce: Možnosti využití bezpilotních letadel Policií České republiky


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použítou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 30. 5. 2016


.....
přípis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce popisuje historii bezpilotních letadel v oboru bezpečnosti. Na základě této rešerše specifikuje bezpečnostní aplikace bezpilotních letadel a navrhuje vhodný systém pro zařazení do výbavy Policie České republiky. V závěru odhaduje budoucí vývoj v této oblasti.

Klíčová slova: bezpilotní letadlo, letoun, RPAS, RPA, UAV, multikoptéra, letecký předpis, doplněk X

ABSTRACT

Bachelor thesis describes history of unmanned aerial vehicles in field of security. Based of this research is specify security applications and suggest suitable system for inslusion to equipment of Police of the Czech republic. In the end is estimate future of this field

Keywords: unmanned aerial vehicle, aircraft, RPAS, RPA, UAV, multicopter, aviation regulation, Supplement X

Děkuji panu Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. za poskytnuté rady, připomínky a vedení mé bakalářské práce. Děkuji také své rodině, zejména mým rodičům, a přátelům za neutuchající podporu po celou dobu mého studia. Můj dík patří i mým pracovním kolegům za podporu při studiu, jmenovitě zejména Martinu Giebelovi.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TERMINOLOGIE	12
1.1 OZNAČENÍ „DRON“	12
1.2 UAV/UAS, RPA/RPAS	12
1.3 ČESKÁ TERMINOLOGIE	14
2 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETADEL	17
2.1 ROZDĚLENÍ DLE ÚČELU	17
2.2 ROZDĚLENÍ DLE TYPU POHONU A KŘÍDLA.....	18
2.3 ROZDĚLENÍ DLE ROZMĚRŮ, HMOTNOSTI A LETOVÉ VÝDRŽE	19
2.4 OSTATNÍ KATEGORIE RPA	20
2.4.1 RPA pro jedno použití.....	20
2.4.2 Bezpilotní letadla pro elektronický boj	21
2.4.3 Logistické RPAS	22
2.4.4 RPAS pro vnitrostátní bezpečnostní složky	23
3 PRÁVNÍ ASPEKTY	24
3.1 ZÁKLADNÍ PŘEDPISY	24
3.2 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETADEL Z HLEDISKA LEGISLATIVY	25
3.3 VYUŽITÍ VZDUŠNÉHO PROSTORU	26
3.4 RÁDIOVÁ KOMUNIKACE	30
3.5 OCHRANA OSOBNÍCH ÚDAJŮ	30
3.6 POVOLENÍ K PROVOZU BEZPILOTNÍCH SYSTÉMŮ	31
4 HISTORIE BEZPILOTNÍCH LETADEL	33
4.1 SVĚT	33
4.1.1 Počátky	33
4.1.2 Období po první světové válce.....	34
4.1.3 Druhá světová válka	35
4.1.4 Období po druhé světové válce	36
4.1.5 Izraelsko-americká spolupráce.....	37
4.1.6 Americká konstrukční škola.....	38
4.1.7 Kanada a státy východního bloku	41
4.1.8 Multikoptéry.....	41
4.2 ČESKÁ REPUBLIKA	42
5 SOUČASNÝ STAV RPA V ČESKÉ REPUBLICCE	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	49
6 MOŽNÉ BEZPEČNOSTNÍ APLIKACE POLICIÍ ČESKÉ REPUBLIKY	50
6.1 POŘÁDKOVÁ POLICIE, ZÁSAHOVÉ JEDNOTKY	50
6.2 DOPRAVNÍ POLICIE	52
6.3 CIZINECKÁ POLICIE	53
6.4 OSTATNÍ ÚTVARY A UNIVERZÁLNÍ APLIKACE	54
7 MODELOVÁ SITUACE VYUŽITÍ RPAS	59

7.1	AKT 1 – BOMBA V NÁKUPNÍM CENTRU.....	59
7.2	AKT 2 – PÁTRÁNÍ PO PACHATELÍCH.....	60
7.3	AKT 3 – ZÁSAH	62
8	NÁVRH SKLADBY RPAS PRO PČR.....	64
8.1	BEZPILOTNÍ SYSTÉM TYPU „LETOUN S PEVNÝM KŘÍDLEM“.....	64
8.2	BEZPILOTNÍ SYSTÉM TYPU „LETOUN S ROTUJÍCÍM KŘÍDLEM“	66
8.2.1	Základní parametry	66
8.2.2	Konstrukce	66
8.2.3	Vybavení	67
8.2.4	Software	69
9	BUDOUCÍ VÝVOJ RPAS V KONTEXTU PČR.....	70
9.1	TREND VÝVOJE POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY	70
9.2	IMPLEMENTACE RPAS DO STRUKTUR POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY	70
	ZÁVĚR	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	73
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	87

ÚVOD

Bezpilotní letadla jsou fenoménem dnešní doby. Přestože poměrně nedávno patřila tato technologie do oblasti vědecko-fantastických spekulací, dnes jsou levnější modely dostupné v každé prodejně s hračkami nebo modelářskými potřebami. Tyto stroje se poslední desetiletí lavinově šíří médií. Jejich historie je však delší, než se zdá. Již od dob, kdy první kmeny začaly vést války, bylo cílem vojenských vůdců získat přehled o pohybu nepřítele a stavu jeho sil. Začali proto vyhledávat vyvýšená místa a stavět pozorovací věže. Snem těchto stratégů bylo vidět bojiště z ptačí perspektivy.

S technologickým vývojem se začaly rýsovat první možnosti, jak tento cíl uskutečnit. Stavěli se první létající balóny a vzducholodě a bylo zřejmé, že ptačí perspektiva je opravdu velkou výhodou. S vynálezem prvních letadel se změnil i koncept vedení průzkumu. Pilot však byl vystavován velkému riziku. Pokud jej nesestřelil nepřítel zbraněmi, hrozil pád v důsledku technických problémů nebo povětrnostních podmínek.

Zlomový okamžik přišel s vynálezem dálkového ovládní skrze rádiové vlny. Počaly první experimenty s vysláním letadel bez pilota. Přestože k dnešním „dronům“ vedla ještě dlouhá cesta, byla to cesta důležitá. Plná pokusů a omylů, která hnala technický pokrok dále za hranice lidského poznání.

Právě těmto historickým počátkům a následnému vývoji se věnuje teoretická část této bakalářské práce. Abychom mohli správně uchopit tuto problematiku a pochopit současný stav bezpilotních letadel, věnují se první kapitoly taktéž terminologii, ve které jsou pojmy často nesprávně používány. Důležitou částí k pochopení současného stavu v této oblasti je také vysvětlení právního rámce, který provoz bezpilotních letadel na našem území ošetřuje. Jedině tak se můžeme dostat hlouběji do problematiky této práce.

V další části se věnujeme specifikaci možných bezpečnostních aplikací bezpilotních letadel a to konkrétně Policií České republiky, pro kterou jsou tyto stroje nástrojem k širokému uplatnění.

Po této teoretické části si možné použití policíí ilustrujeme na modelovém scénáři, kdy bude nastíněn potenciál bezpilotních letadel ve výbavě Policie České republiky.

Předposlední kapitola se věnuje požadavkům na vhodný bezpilotní létající systém, který by pokryl co možná nejvíce z těchto bezpečnostních použití a zároveň si zachoval svou univerzálnost a modularitu.

Poslední část je věnována odhadu budoucího vývoje v kontextu začlenění bezpilotních letadel do struktur Policie České republiky. Toto je v současnosti aktuálním tématem. Policie České republiky zatím oficiálně „drony“ do výzbroje nezařadila, snaha o přijetí je však zřetelná.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TERMINOLOGIE

Tato úvodní kapitola se zabývá správným názvoslovím týkající se problematiky bezpilotních letadel. Chceme-li se zabývat tímto tématem, je nutné používat správná označení a vyvarovat se nepřesným termínům nebo zaměňovat jednotlivé pojmy. První část se týká nejrozšířenějšího pojmenování bezpilotních letadel – dron. Další podkapitoly se již věnují pojmenováním schválených odbornou veřejností a jejich následným vývojem. Zde jsou popsány často se vyskytující zkratky UAV, UAS, RPA, RPAS a jiné.

Závěr kapitoly o terminologii je věnován českému prostředí. Jsou zde rozebrány definice pojmů letadlo, letoun a multikoptéra a rozdíly mezi nimi, které jsou často opomíjeny.

1.1 Označení „dron“

Problematika bezpilotních letadel se v posledních letech stává stále populárnější. S popularizací těchto technických výtvarů robotiky a inženýrství se vyskytují i různá označení bezpilotních letadel. Svůj díl na tom má zejména rozšíření těchto strojů mezi širší veřejnost, kde se využívají jako hračky, pokročilejší drony pak pro sportovní a rekreační užití a v neposlední řadě profesionální multikoptéry pro focení a natáčení koncertů, krajiny a architektury.

Média tyto bezpilotní letadla zpravidla označují termínem „dron“ (plurál „drony“, v českém přepisu často také „droni“). Důvod je pochopitelný. Je to krátké, lehce zapamatovatelné slovo, zní moderně a probouzí v lidech zájem. Právě toto úderně znějící a nejčastěji používané slovo dron však nemá z lingvistického hlediska žádný smysl. Tento výraz vychází z vojenského slangu armády Spojených států amerických, která byla z historického hlediska jedním z prvních uživatelů moderní vývojové větve bezpilotních letadel. Tehdejším nejpoužívanějším typem dronu v US Army byl MQ-1 Predator od americké společnosti General Atomics, jehož vrtulový pohon vydává charakteristický zvuk podobný zástupci říše hmyzu – včele. Včelí samec se v anglickém jazyce řekne „drone“.

1.2 UAV/UAS, RPA/RPAS

Uživatelé podrobněji zasvěcení do problematiky bezpilotních létajících prostředků užívají často k jejich označení zkratku UAV z anglického Unmanned Aerial Vehicle (v

češtině překládáno jako „bezpilotní létající prostředek“). I toto pojmenování se řídí jistými pravidly a mnohdy bývá nevhodně použito.

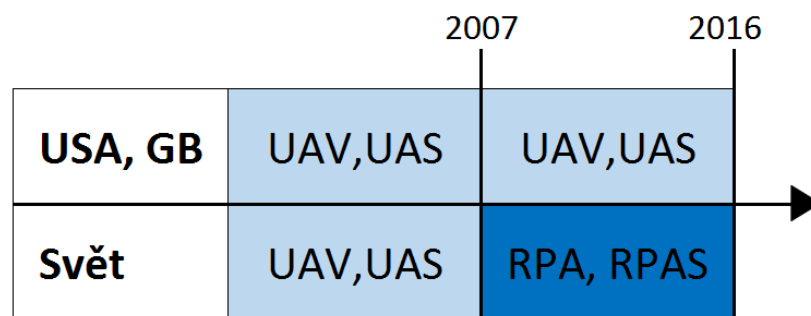
UAS/RPAS																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UAV/RPA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Typ</td> <td>letoun s trupem a pevným křídlem</td> </tr> <tr> <td>létající křídlo</td> </tr> <tr> <td>vrtulník</td> </tr> <tr> <td>multikoptéra</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Technické vybavení</td> <td>GPS přijímač</td> </tr> <tr> <td>inerciální měřicí jednotka</td> </tr> <tr> <td>elektronický magnometr</td> </tr> <tr> <td>vysílač telemetrických dat</td> </tr> <tr> <td>programovatelný autopilot</td> </tr> <tr> <td>bezpečnostní senzory</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Pozemní řídicí stanice</td> <td>manuální dálková pilotáž</td> </tr> <tr> <td>obousměrná komunikace</td> </tr> <tr> <td>přijímač telemetrických dat</td> </tr> <tr> <td>pilot</td> </tr> </tbody> </table>		UAV/RPA		Typ	letoun s trupem a pevným křídlem	létající křídlo	vrtulník	multikoptéra	Technické vybavení	GPS přijímač	inerciální měřicí jednotka	elektronický magnometr	vysílač telemetrických dat	programovatelný autopilot	bezpečnostní senzory	Pozemní řídicí stanice	manuální dálková pilotáž	obousměrná komunikace	přijímač telemetrických dat	pilot
UAV/RPA																				
Typ	letoun s trupem a pevným křídlem																			
	létající křídlo																			
	vrtulník																			
	multikoptéra																			
Technické vybavení	GPS přijímač																			
	inerciální měřicí jednotka																			
	elektronický magnometr																			
	vysílač telemetrických dat																			
	programovatelný autopilot																			
	bezpečnostní senzory																			
Pozemní řídicí stanice	manuální dálková pilotáž																			
	obousměrná komunikace																			
	přijímač telemetrických dat																			
	pilot																			
Technické prostředky pro sběr a zpracování obrazových dat	digitální barevná kamera																			
	digitální infračervená kamera																			
	termovizní kamera																			
	multispektrální kamera																			
	videokamera																			
Programové prostředky pro činnost RPAS	letecký laserový skener																			
	hyperspektrální skener																			
	pro plánování letu																			
Specifické vybavení	pro vyhodnocení trajektorie letu																			
	software pro zpracování obrazových dat																			
	kontejnery pro přepravu																			
	zbraňové systémy																			
	zastavující systémy																			
	analytické systémy																			

Obr. 1. Rozdíl mezi UAV/RPA a UAS/RPAS. Upraveno z [1]

V první řadě musíme rozlišit, zda se jedná pouze o dálkově pilotovaný stroj, jehož hlavní funkcí je samotný let. V tom případě se jedná o UAV. Pokud UAV nese sekundární výbavu, jako jsou přístroje pro pořizování obrazového záznamu, měřicí přístroje, kontejner pro přepravu materiálu a jiné doplňky, jedná se již o bezpilotní systém. V angličtině UAS – Unmanned Aerial System. Tyto systémy sestávají z vlastního bezpilotního letadla, pozemní řídicí stanice, pilota, případného operátora řídicího výbavu UAV, fotografickými nebo termálními kamerami, laserovými skenery, GPS systémem či inerciální měřicí jednotkou (IMU), která slouží pro zjišťování přesné prostorové polohy bezpilotního letadla a dalších možných prvků výbavy (Obr. 1).

V roce 2007 byly termíny UAV a UAS oficiálně nahrazeny Mezinárodní asociací pro civilní letectví (ICAO) termínem RPA (z anglického Remotely Piloted Aircraft) a pro kompletní systém letadla, řídicího systému a ostatní výbavy zkratkou RPAS (z anglického Remotely Piloted Aircraft System) [2].

Ve Velké Británii a Spojených státech amerických se však zkratky RPA a RPAS neuchytily a nadále jsou využívány předchozí označení – UAV a UAS (Obr. 2) [2].



Obr. 2. Vývoj označení bezpilotních letadel ve světě

1.3 Česká terminologie

Pojem Remotely Piloted Aircraft (RPA) se do češtiny oficiálně překládá jako „bepilotní letadlo“. Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) pak v češtině odpovídá „bepilotnímu systému“. Toto je specifikováno v Leteckém předpisu L2, doplňku X, vydaného Ministerstvem dopravy České republiky, konkrétně Úřadem pro civilní letectví. Tento dokument přesně vymezuje a definuje jednotlivé pojmy týkající se bepilotních systémů [3]. Samotné právní aspekty bepilotních letadel budou obsahem následujících kapitol.

Z terminologického hlediska se letadla rozdělují na dvě hlavní kategorie – aerostaty a aerodyny. Aerostaty jsou zařízení lehčí než vzduch, které létají na principu Archimédova zákona. Typickými zástupci jsou horkovzdušné balóny a vzducholodě. Oproti aerostátům potřebují aerodyny k letu vlastní motorový pohon. Sem spadají letouny, rogala, kluzáky s motorem, vrtulníky a vírníky [4].

Letoun definuje letecký předpis takto: „Motorem poháněné letadlo těžší než vzduch, u něhož se vztlak potřebný k letu vyvozuje působením aerodynamických sil na nosné plochy, které jsou v dané konfiguraci letadla nepohyblivé“ [5]. Z definice je patrné, že letouny mají vždy pevné křídlo. Bepilotní letadla s rotujícím křídlem (multikoptéry a vrtulníky) tedy nejsou letouny. Přesto se v tisku a mezi neobornou veřejností pojmy „letoun“ a „letadlo“

často zaměňují. Kromě letounů, vzhledem připomínající pilotované stroje s trupem a pevným křídlem, sem patří také létající křídlo, kdy je trup zároveň nosnou plochou letounu.

Oproti tomu je letadlo definováno Českou technickou normou ČSN 31 0001:2005 jako „...zařízení způsobilé létat v atmosféře nezávisle na zemském povrchu, nést na palubě osoby nebo jiný náklad, je schopné bezpečného vzletu a přistání a je alespoň částečně říditelné“ [6].

Z těchto dvou definic je patrné, že „letadlo“ je nadřazený pojem slovu „letoun“.

S rostoucí dostupností RPAS pro širší veřejnost se objevují letadla pro sportovní účely, natáčení přírody a architektury z ptáčích perspektivy. Tyto stroje nejčastěji nesou několik motorů poháněných vrtulí. Pro tento typ letadla se používá označení multikoptéra (Obr. 3). Dle počtu vrtulí se pak dále označují konkrétnějšími názvy za pomoci řeckého pojmenování číslic, které nahrazují obecnější „multi“. Nejběžnějšími jsou kvadrokoptéra (čtyři vrtule), hexakoptéra (šest vrtulí) a oktokoptéra (osm vrtulí).



Obr. 3. Oktokoptéra DJI Spreading Wings [7]

Letadlo s jedním rotujícím křídlem – vrtulí – se neoznačuje monokoptéra, ale vrtulník, případně vírník (Obr. 4).



Obr. 4. Bezpilotní vrtulník MQ-8B Fire Scout [8]

Pokud trváme na tom používat slangový název „dron“, je nutné jej správně skloňovat. Toto slovo se skloňuje podle vzoru hrad. Mezi laickou veřejností se ale objevují i slova „drona“ (v ženském rodě), případně skloňování dle vzoru pán – dronové, droni [9]. V odborných textech a akademických pracích by se ale slovo dron nemělo vůbec používat.

2 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETADEL

Vzhledem k širokému spektru strojů, které pojem „bezpilotní letadlo“ zahrnuje, je obtížné je přesně kategorizovat. Česká legislativa bezpilotní systémy rozděluje dle svých vlastních interních zásad pro potřeby omezení provozu RPAS. Odborníci na problematiku RPAS však rozdělují bezpilotní letadla dle různých kritérií.

Nejčastěji podle:

- Účelu
- Pohonu
- Typu křídla
- Rozměrů
- Hmotnosti
- Konstrukce
- Operačního doletu

2.1 Rozdělení dle účelu

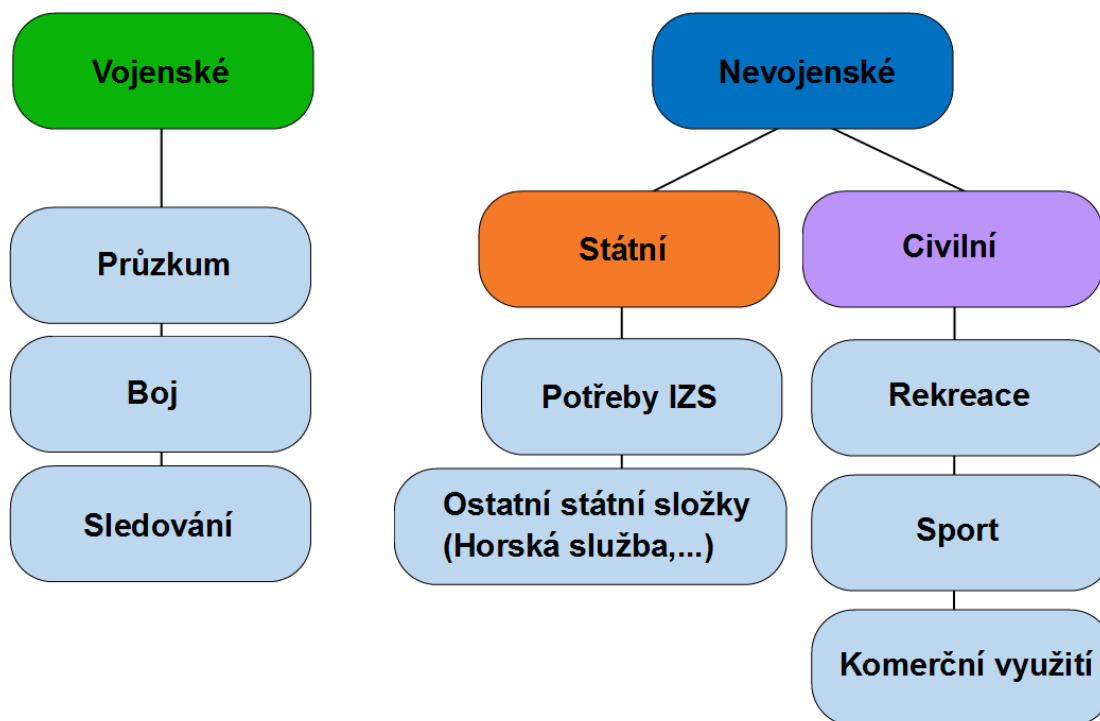
Původním účelem bezpilotních prostředků bylo jejich využití armádou k leteckému průzkumu zájmových oblastí bez nutnosti ohrožení života a zdraví palubního personálu pilotovaného letadla. Toto je dodnes primárním posláním vojenských RPAS. Později byly osazeny zbraněmi pro cílenou eliminaci vojenských cílů. Tyto stroje jsou označovány rozšířeným termínem, který poukazuje na jejich bojové využití – UCAV (z anglického Unmanned Combat Aerial Vehicle) [10].

S postupujícím vývojem se snižovaly náklady na komponenty RPA a pronikly do civilní sféry. Zde jsou využívány uživateli k rekreačnímu létání, focení a natáčení. Profesionální operátoři RPAS využívají tyto zařízení ke komerčnímu užití natáčením hudebních koncertů, sportovních utkání, dokumentaci architektury a budov. V posledních letech se často využívají kameramany k natáčení filmů, revizními pracovníky ke kontrole technických sítí (sloupy vysokého napětí), vodovodů a ropovodů.

O RPAS se také aktivně zajímají bezpečnostní složky, ať už státní, či komerční.

Obrázek níže (Obr. 5) zachycuje jedno (ale ne jediné) z možných rozdělení RPAS dle účelu. Nepokrývá však všechny možnosti, jelikož mnohé stroje jsou víceúčelové a mohou zastávat mnoho úloh. Jednoznačné rozdělení komplikuje také fakt, že RPAS teprve

v posledních letech zažívají rozmach v nevojenské sféře a uživatelé nestále přicházejí s novými možnostmi jejich aplikace.



Obr. 5. Rozdělení dle účelu

2.2 Rozdělení dle typu pohonu a křídla

Tabulka níže (Tab. 1.) přehledně zobrazuje rozdělení RPA podle toho, zda nesou motorový pohon či nikoliv, a rozděluje tyto stroje do kategorií podle typu křídla, jímž jsou vybaveny.

Tab. 1. Rozdělení dle typu pohonu a křídla. Upraveno z [11]

		Lehčí než vzduch	Těžší než vzduch		
		Bez křídla	Stavitelné křídlo	Pevné křídlo	Rotační křídlo
Bez pohonu	Balón	Rogalo	Větroň		
		Paraglidy			
		Drak			
S pohonem	Vzducholoď	Motorový paraglide	Letoun	Vrtulník	
				Koaxiální (dvurotorový) vrtulník	
				Multikoptéra	

Pro potřeby této práce se budeme v dalších kapitolách zabývat především RPA těžšími než vzduch s pohonem a pevným nebo rotačním křídlem. Tyto jsou v tabulce zvýrazněny.

2.3 Rozdělení dle rozměrů, hmotnosti a letové výdrže

Bezpilotní letadla zahrnují tak široké spektrum strojů, že lze tímto pojmem označit jak miniaturní koptéry, tak rozměrné letouny odpovídající velikostí pilotovaným vojenským stíhačkám a strategickým bombardérům. Cílem této práce je však zkoumat možné aplikace Policí České republiky. Z charakteru jejich činnosti vyplývá, že předmětem zájmu budou zejména menší bezpilotní letadla, která mohou být pohotově nasazena a poskytnout uživatelům požadované výsledky. V tabulce níže jsou rozčleněny bezpilotní letadla dle svých rozměrů a k nim odpovídající přibližné letové parametry (Tab. 2.). Tato práce se zabývá převážně prvními čtyřmi kategoriemi, tedy velikostí „mikro“ až po letadla středního doletu (SR, z anglického Short Range).

Tab. 2. Rozdělení dle letových parametrů. Upraveno z [12]

Označení	Kategorie	Dolet [km]	Max. výška [m]	Letová doba [h]	Hmotnost [kg]
μ	Mikro	<10	250	1	<5
mini	Mini	<10	350	<2	>30
CR	Close Range	10-30	3000	2-4	25-150
SR	Short Range	30-70	3000	3-6	50-250
MR	Medium Range	70-200	5000	6-10	150-500
MRE	Medium Range Endurance	>500	8000	10-18	500-1500
LALE	Low Altitude Long Endurance	>500	3000	>24	15-25
MALE	Medium Altitude Long Endurance	500-750	8000	24-48	1500
HALE	High Altitude Long Endurance	>250	20 000	24-48	2500-5000
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle	400	<20 000	2	10 000

2.4 Ostatní kategorie RPA

Kromě výše zmíněných rozdělení bezpilotních letounů podle konkrétních parametrů existují ještě další možná členění. Není však zcela zřetelná hranice mezi těmito typy a mnohdy se jedná spíše o aktuální účel než o samostatnou kategorii.

2.4.1 RPA pro jedno použití

Bezpilotní letadla, která jsou určena pro průzkum vojenského charakteru nebo pro civilní využití, jsou zpravidla znovu využitelná. Opakem jsou dálkově pilotované stroje, které jsou navrženy tak, že se nepředpokládá jejich návrat a opětovné použití. Tyto letadla

slouží jako cvičné terče anebo vzdušná torpéda (Obr. 6). Toto je však velmi sporné. Není totiž jasné, zda jsou i střely s plochou dráhou letu bezpilotními prostředky. Dle výše uvedených definic musí mít lidská obsluha možnost převzít nebo ovlivnit řízení, což u některých raket se sofistikovaným systémem navádění je možné. Vlastní zničení je pak součástí jejich funkce.



Obr. 6. Dálkově pilotovaný cvičný terč Banshee [13]

2.4.2 Bezpilotní letadla pro elektronický boj

Speciální kategorií RPAS jsou stroje upravené pro ofenzivní vedení elektronického boje. Dosud byly tyto systémy v rámci létajících prostředků instalovány pouze na pilotovaná letadla, která se od modelů pro konvenční boj lišila pouze osazenou výbavou.

S vývojem vojenských RPA byly vypracovány koncepty použití bezpilotních prostředků pro rušení radiokomunikační a radiolokační činnosti protivníka. Tyto RPAS pak dokáží bez ohrožení života a zdraví pilota poskytnout podporu pilotovaným letadlům, které se mohou bezpečněji věnovat svým bojovým úkolům (Obr. 7). V současnosti je jedním z nejprogresivnějších systémů vedení elektronického boje projekt americké armády MFEW (Multifunctional Electronic Warfare), který zřejmě bude instalován na již sloužící stroje MQ-9 Reaper [14].

Tento systém sestává z množství rušiček a senzorů a kromě bezpilotních letadel bude využíván i pozemními jednotkami a ve zmenšené variantě i jednotlivci díky modularitě tohoto zařízení [15].



Obr. 7. RPAS se zařízením pro elektronický boj [14]

RPAS osazené výbavou elektronických zařízení pro cílené ovlivňování jiných zařízení již není jen doménou armády a strategických letadel. Tyto technologie pronikly i do sféry menších RPA, o které se zajímají zejména bezpečnostní složky států. Ve vývoji jsou prototypy RPAS, které by měly sloužit k ochraně před jinými RPA, před kterými budou chránit kritická místa, jako jsou vojenské základny, skladiště a letiště [16].

2.4.3 Logistické RPAS

Zřetelná je i tendence využít bezpilotní letadla k přepravování nákladu. V rámci armády se může jednat o zásobování odloučených jednotek municí a proviantem. V rámci složek Integrovaného záchranného systému (dále jen IZS) je pak uplatnění stejně variabilní. Testuje se RPAS pro doručování zdravotnických potřeb k osobám, které vytočily tísňovou linku. Horská služba pak plánuje vyvinout systém k doručování základních prostředků k přežití lidem odříznutých od pomoci v horských oblastech. V neposlední řadě jsou zajímavé snahy firmy Amazon o doručování objednaných balíčků k zákazníkům (Obr. 8).

V současnosti má Amazon povolen testovací provoz na území USA [17]. Ruská pizzerie Dodo Pizza pak nabízí službu, která doručuje jídlo pomocí RPAS vybaveného GPS navigací a fotokamerou pro potvrzení objednatele [18].



Obr. 8. Amazon Prime Air [19]

2.4.4 RPAS pro vnitrostátní bezpečnostní složky

Samostatnou kategorií jsou bezpilotní letadla pro bezpečnostní aplikace. Tyto pak mohou využívat jak policejní složky, tak i soukromé bezpečnostní agentury. Problematikou legislativního ukotvení, omezení plynoucích z jejich provozu a možností jejich využití se budou zabývat následující kapitoly.

Tato kapitola nastíní několik možných rozdělení bezpilotních letadel dle odlišných atributů. Na základě této kategorizace byly specifikovány typy RPA, které budou předmětem zájmu dalších kapitol vzhledem k zaměření této práce. V následující kapitole bude věnován zřetel na legislativní rámec provozu bezpilotních letadel v České republice.

3 PRÁVNÍ ASPEKTY

Vzhledem k bouřlivému rozvoji bezpilotních letadel a jejich masovému rozšíření mezi veřejnost je nezbytné vytvořit jasná pravidla, která zajistí bezpečnost jak samotných RPA, tak i jejich okolí. Na tuto potřebu reagují jednotlivé státy i mezinárodní organizace vytvářením regulací jejich provozu. Často se totiž jedná o několikakilogramové stroje, které při svém pádu nebo nevhodném použití mohou způsobit škodu na zdraví nebo dokonce i smrt. V lepším případě hrozí pouze majetková škoda. Velkým rizikem se jeví i možnost kolize bezpilotního letadla s jinými účastníky leteckého provozu. Specifikacemi regulací platícími na území České republiky se zabývá tato kapitola, která čerpá především z příslušných aktuálních znění daných zákonů a předpisů, a dále z článku Ing. Vlastimila Kříže z Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně [20].

3.1 Základní předpisy

Provozu bezpilotních letadel na území České republiky se týkají tyto základní ustanovení:

- Zákon o civilním letectví a příslušné prováděcí vyhlášky
- Mezinárodní letecké předpisy
- Zákon o ochraně osobních údajů
- Předpisy týkající se využití rádiového spektra

Samotný provoz bezpilotních systémů je legislativně ošetřen Zákonem o civilním letectví [21] a zejména prováděcí vyhláškou 108/1997 Sb. §52 se přímo věnuje létajícím systémům bez přítomnosti pilota na palubě stroje. Tento paragraf dále stanovuje, že k provozu bezpilotních letadel na území České republiky je nezbytné vlastnit povolení od Úřadu pro civilní letectví (oficiálně zkracované jako ÚCL). Podmínkám nutným k získání tohoto povolení se bude věnovat pozdější podkapitola.

Mimo legislativu České republiky musí být dodrženy i mezinárodně platné letecké předpisy. Stěžejním je předpis „L2 – pravidla létání“ Mezinárodní organizace pro civilní letectví (anglicky International Civil Aviation Organization), z anglického názvu označován zpravidla zkratkou ICAO [22].

Bezpilotní systém musí dle předpisu L2 splňovat podmínky jeho doplňku X. Tento doplněk se věnuje konkrétně bezpilotním letadlům a pravidlům, kterými se musí pilot RPA při provozu řídit.

Pokud je bezpilotní letadlo vybaveno kamerou nebo fotoaparátem, týká se jeho provozu navíc i Zákon o ochraně osobních údajů. Tomuto je věnována jedna z následujících podkapitol.

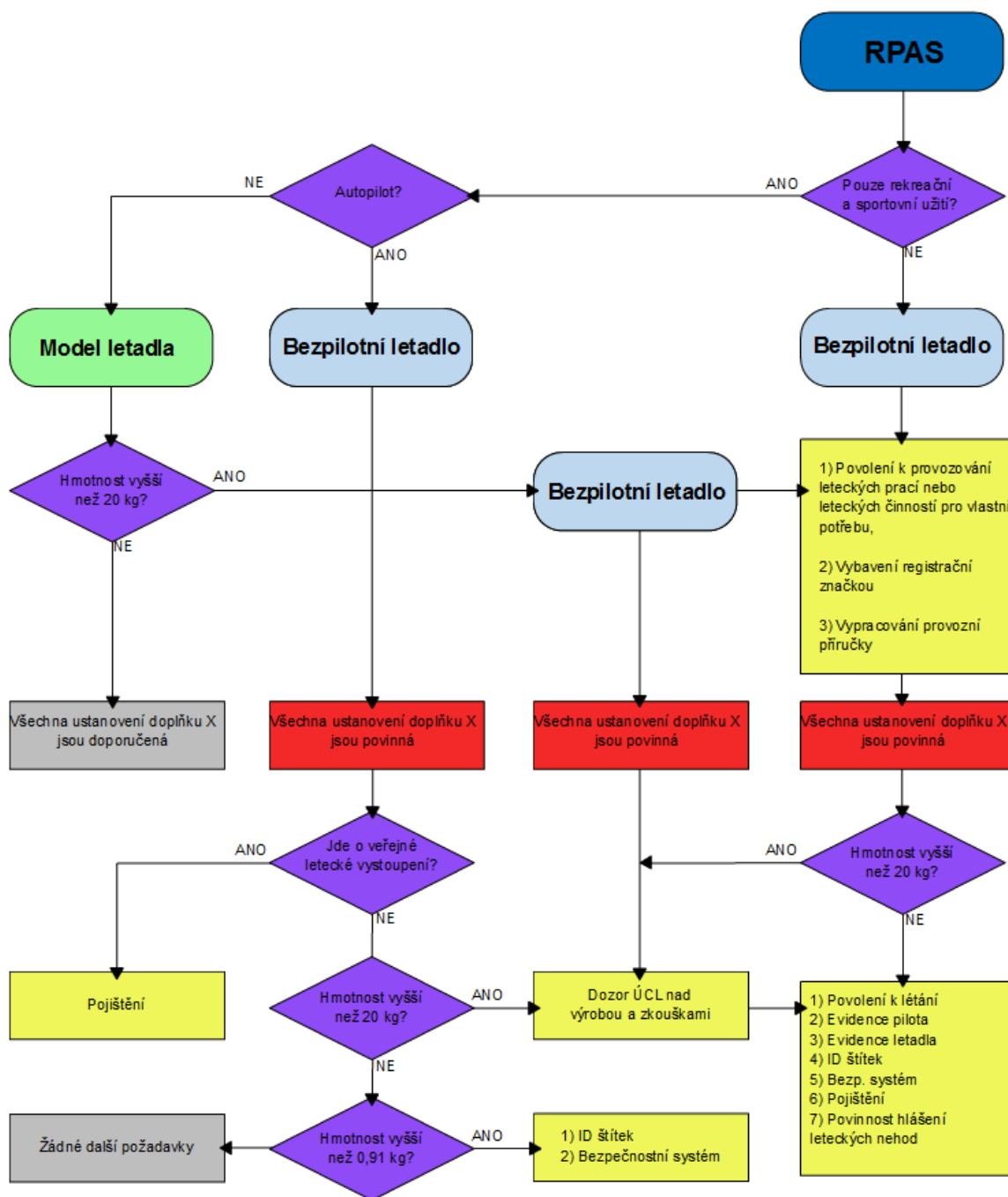
3.2 Rozdělení bezpilotních letadel z hlediska legislativy

Přestože se rozdělení bezpilotních letadel věnovala předchozí kapitola, legislativa na toto pohlíží svým vlastním způsobem. Rozděluje bezpilotní prostředky podle požadavků, které musí splnit, na dvě základní kategorie, se kterými zákon dále pracuje. Tato klasifikace je znázorněna na obrázku níže (Obr. 9).

První kategorií jsou *modely letadel*. Na ty je legislativa nejbenevolentnější a platí pro ně nejméně přísná pravidla. Jedná se o modely pro sportovní a rekreační užití. Nejsou vybaveny systémem pro autonomní řízení na zvolené místo (autopilot) a jsou pilotovány na dohled pilota. Jediným parametrem, který jejich provoz omezuje, je prostor, ve kterém mohou létat. Doplněk X má ve vztahu k modelům letadel pouze doporučující charakter, ale není pro tuto kategorii závazný. Pokud model letadla váží více než 20 kilogramů, pohlíží na ně zákon jako na kategorii *bezpilotní letadlo*.

Jak bylo již zmíněno výše, druhou kategorií jsou *bezpilotní letadla*. Na tuto třídu se vztahují přísnější podmínky. Zákon bezpilotní letadla rozděluje na ty, které budou využívány výhradně pro rekreační nebo sportovní účely a mohou být vybaveny autopilotem a letadla sloužící k jiným než rekreačním a sportovním účelům. Sportovně rekreační bezpilotní letadla de facto zahrnují předchozí kategorii – modely letadel. Oproti modelům však obsahují systém automatického řízení. Nezáleží na tom, zda tento systém je nebo není použit, ale na jeho samotné přítomnosti. Toto v dnešní době zahrnuje velké množství RPA střední a vyšší třídy. Na tuto kategorii platí veškeré požadavky vyplývající z doplňku X předpisu L2.

Pro bezpilotní letadla vybavené autopilotem, která jsou využívána za účelem jiným než sportovním, rekreačním nebo soutěžním, platí nejpřísnější pravidla. Kromě splnění všech bodů doplňku X je nutné vlastnit také povolení k létání, evidenci pilota, evidenci letadla, pojištění stroje. Dále vyplývají další povinnosti, jako hlásit letecké nehody a incidenty.



Obr. 9. Klasifikace bezpilotních prostředků dle legislativy [20]

3.3 Využití vzdušného prostoru

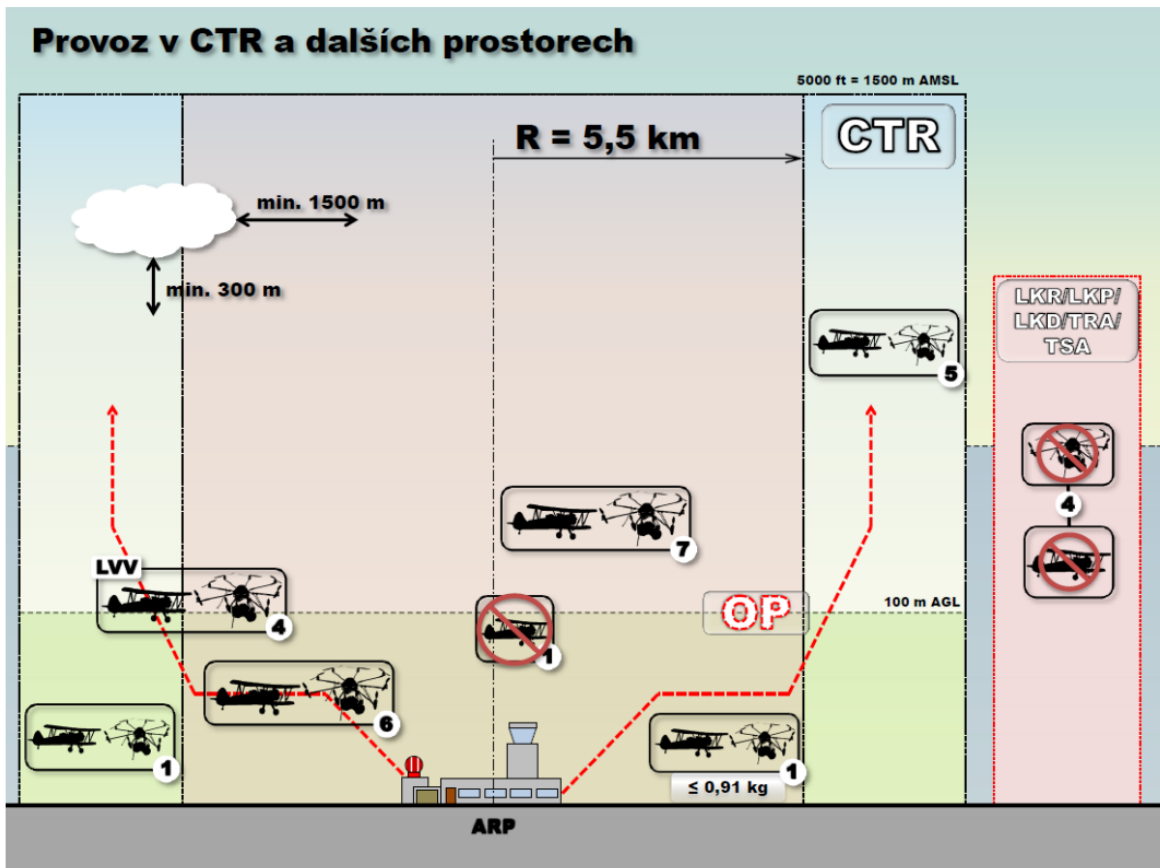
Vzdušný prostor je legislativně ošetřen mezinárodními leteckými předpisy. Je jimi rozdělen do několika tříd. Bezpilotním prostředkům je dle předpisů vyhrazen letecký prostor s označením „třída G“. Ten zahrnuje prostor do výšky 300 metrů od zemského povrchu s výjimkou pásem zakázaných (zkr. LKP), omezených (zkr. LKR), nebezpečných (LKD), dočasně rezervovaných (TRA) a vyhrazených (TSA) a okolí letišť, kde platí specifická

pravidla, kterým se bude věnovat pozdější text. Tyto prostory lze vyhledat pomocí leteckých map, které jsou veřejně dostupné, případně z internetové stránky Řízení letového provozu České republiky AisView [23].



Pro provoz bezpilotních letadel v okolí letišť záleží na typu letiště. Ty jsou rozděleny na dva druhy – řízené a neřízené. Neřízené letiště jsou zpravidla menší letiště pro sportovní a rekreační lety. Do řízených spadají velká letiště pro leteckou dopravu a vojenská letiště. Zda je letiště řízené, či nikoli, lze vyčíst opět z aplikace AisView.

Pokud provoz bezpilotních letadel nezasahuje do ochranných pásem letišť, není nutné s dispečinkem jakkoliv komunikovat. Ochranná pásma jsou dle § 37 Zákona o civilním letectví, konkrétně hlava 11 leteckého předpisu L14, rozdělena na několik druhů. Provozu bezpilotních letadel se v tomto případě týká typ „ochranná pásma s výškovým omezením staveb“ [24]. Tvar tohoto ochranného pásma nabývá dosti složitých tvarů. Pro zjištění přesného rozsahu je vhodné kontaktovat správce letiště nebo jinou kompetentní osobu.

Podmínkou pro létání s RPA v okolí letiště je maximální letová hladina 100 metrů nad zemí a 5,5 kilometru od samotného letiště. Okolí neřízeného letiště se oficiálně označuje zkratkou ATZ z anglického Aerodrome Traffic Zone. Do češtiny se dle Leteckého předpisu L2 překládá jako „letištní provozní zóna“ [22]. Okolí letiště mající řízený letový provoz se nazývá „řízený okrsek“ a odpovídá mu anglický název Control Zone a zkratka CTR. Pro let blíže než povolených 5,5 kilometru je nutná spolupráce se stanovištěm řízení letového provozu daného letiště. V tomto případě je možný požadavek ze strany letiště o vybavení RPA radarovým odpovídačem. Bepilotní letadlo, které poruší tyto podmínky bez koordinace s letištěm, ohrožuje provoz letadel, jak se tomu již několikrát stalo ve světě i v České republice [25]. Poslední známý případ omezení provozu na letišti se stal 6. května 2016 na pražském letišti Václava Havla v Ruzyni, kdy RPA létalo 2 kilometry od jedné z ranvejí a některá letadla musela přerušit přistávací manévry [26].



Obr. 11. Provoz RPA v okolí řízeného letiště (CTR) [22]

	Modely letadel s maximální vzletovou hmotností do 20 kg		
	Bezpilotní letadla (tj. včetně modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nad 20 kg)		
CTR	Řízený okresek letiště	LKR	Omezený prostor
ATZ	Letištní provozní zóna neřízeného letiště	LKP	Zakázaný prostor
OP	Ochranná pásma letišť	LKD	Nebezpečný prostor
G / E	Označení třídy vzdušného prostoru	TSA	Dočasně vyhrazený prostor
ARP	Vztažný bod letiště	TRA	Dočasně vymezený prostor
AMSL	Nadmořská výška	AGL	Nad úroveň země
1	Lety bez koordinace		
2	Splnění podmínek provozovatele letiště (PL) + koordinace s letištní informační službou (AFIS)		
3	Splnění podmínek PL + koordinace s AFIS		
4	Souhlas/povolení ÚCL		
5	Letové povolení příslušného stanoviště řízení letového provozu (ŘLP). ŘLP může dále požadovat: stálé obousměrné spojení a odpovídač sekundárního radaru		
6	Povolení ÚCL (nebo v případě leteckých prací (LP) koordinace s ŘLP + koordinace s PL). ŘLP může dále požadovat: stálé obousměrné spojení a odpovídač sekundárního radaru		
7	Povolení ÚCL (nebo v případě LP koordinace s ŘLP + koordinace s PL) + letové povolení ŘLP. ŘLP může dále požadovat: stálé obousměrné spojení a odpovídač sekundárního radaru		

Obr. 12. Legenda k obrázkům 10 a 11 [22]

3.4 Rádiová komunikace

Právní řád České republiky ošetřuje i komunikaci mezi bezpilotním letadlem a řídicím prvkem, kterým je pilot obsluhující řídicí zařízení. Toto se týká i případu komunikace mezi několika letadly, případně mezi více řídicími stanicemi. Rádiovou komunikaci upravuje především zákon číslo 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích [27]. S tímto zákonem dále souvisí předpisy stanovující přidělení kmitočtových pásem pro komunikaci [28] a plán využití rádiového spektra [29].

Dle předpisu o přidělování kmitočtových pásem, bezpilotní létající systémy náleží do kategorie „letecká pohyblivá služba“, případně „pozemní pohyblivá služba“ [20]. Existují dvě možnosti, jak využít zvolené kmitočtové pásmo pro provoz bezpilotního letadla. Tím prvním je využít kmitočtet s všeobecným oprávněním vydaným Českým telekomunikačním úřadem [30] nebo tento úřad požádat o přidělení soukromého kmitočtového pásma. V případě využití bezpilotních letadel Policií České republiky se dá předpokládat výhradní využívání druhé možnosti vzhledem k specifické náplni práce, při které nelze akceptovat využívání veřejné kmitočtové frekvence.



Obr. 13. Označení shody s normami Evropské unie [32]

Posledním bodem, který je nutné dodržet v kontextu rádiové komunikace bezpilotních létajících systémů v rámci Evropské unie je využívat pouze rádiové vysílače, u kterých výrobce deklaruje shodu s technickými normami Evropské unie. Zařízení, kterému náleží dokument „Prohlášení o shodě“, je pak označeno symbolem CE [31].

3.5 Ochrana osobních údajů

Pokud jsou bezpilotní letadla vybaveny zařízeními pro záznam obrazu, jako jsou fotoaparáty nebo videokamery, což se u bezpilotních letadel určených pro použití Policií

České republiky dá předpokládat, týká se provozu i zákon číslo 101/2000 sb., o ochraně osobních údajů [33]. Civilní operátor bezpilotního letadla je tímto vázán povinností nepořizovat záběry soukromých aktivit osob, zejména těch, které by mohly snížit lidskou důstojnost. V kontextu využití RPAS Policí České republiky však zákon definuje výjimku z této povinnosti v případě plnění úkolu ze zákona nebo ochrany práv osob. Policie je tak oprávněna zejména díky zákonu 273/2008 sb., o Policii České republiky [34], který definuje, jakým způsobem může policie pořídit záběry jinak zakázané a způsoby, jakými je dále zpracovává.

3.6 Povolení k provozu bezpilotních systémů

Pro využití bezpilotních letadel k výkonu práce je stanovena povinnost vlastnit některá povolení vydaná Úřadem pro civilní letectví. Tím prvním je „povolení k létání“ [35]. Formulář s žádostí o vydání tohoto povolení je zároveň i žádostí o evidenci pilota a stroje. Vyplňuje se tedy pro pilota i letadlo zvlášť. Povinnou přílohou k této žádosti je „provozní příručka bezpilotního letadla“. Pokyny k vytvoření tohoto dokumentu jsou k dispozici na stránkách Úřadu pro civilní letectví (dále ÚCL). Při splnění všech požadavků a zaevidování pilota i bezpilotního letadla vydává ÚCL „povolení k létání letadla bez pilota na palubě s omezením pilot-žák“. Povolení s tímto omezením je určeno především k možnosti výukových letů pod dohledem instruktora. Pokud pilot vlastní povolení s omezením, může zažádat o vydání povolení bez omezení [36].

Posledním povolením, které musí pilot získat, aby mohl s bezpilotním letadlem vykonávat pracovní činnost, je „Povolení k provozování letecké činnosti pro vlastní potřebu bezpilotním letadlem“ [37], případně „Povolení k provozování leteckých prací bezpilotním letadlem“ [38].

Zákon ukládá také povinnost bezpilotní letadlo pojistit. První pojišťovnou, která začala samotné letadla pojišťovat, byla Allianz v roce 2012. Tři roky poté uvedla ČSOB na trh i první havarijní pojištění, které zahrnuje i veškeré vybavení, jako jsou kamery, detektory, senzory a jiné. Dále pak i poškození živelnými pohromami nebo krádež.

Při začlenění bezpilotních letadel do výzbroje Policie České republiky se však dá očekávat individuální přístup k řešení všech povolení a pojištění pro tento bezpečnostní sbor.

Obrázek níže (Obr. 14) vizuálně shrnuje základní požadavky dle jednotlivých kategorií bezpilotních letadel z pohledu právního systému České republiky.



Obr. 14. Přehled požadavků na RPAS z hlediska legislativy ČR [39]

Tato kapitola popsala současný stav legislativy v České republice týkající se bezpilotních letadel. Vzhledem k tomu, že právní rámec je neustále novelizován a úpravy v kontextu bezpilotních letadel jsou očekávány, je na čtenáři, aby si aktuálnost výše prezentovaných informací v budoucnu ověřil.

V následující kapitole bude nastíněn historický vývoj technologie bezpilotních letadel, který vedl k současnému stavu této oblasti v bezpečnostní sféře.

4 HISTORIE BEZPILOTNÍCH LETADEL

Bezpilotní letadla zažívají v posledních letech progresivní vzestup díky technologickému vývoji. Mohlo by se zdát, že RPA jsou trendem poslední doby. Pokusy o dálkově řízené létající systémy, které by se daly využít k boji či průzkumu, jsou však datovány hlouběji do minulosti, než by se mohlo zdát. Tato kapitola ilustruje vývoj bezpilotních letadel od prvotních pokusů přes historicky první „drony“ až po současné stroje. Vzhledem k masovému rozšíření do civilní sféry mezi veřejnost v posledních letech, je obtížné rozlišit, kdy je bezpilotní letadlo ještě sofistikovanějším modelem, letadlem pro natáčení přírodních scénérií nebo kulturních akcí a kdy se již jedná o platformu, která je určena pro náročné průmyslové využití.

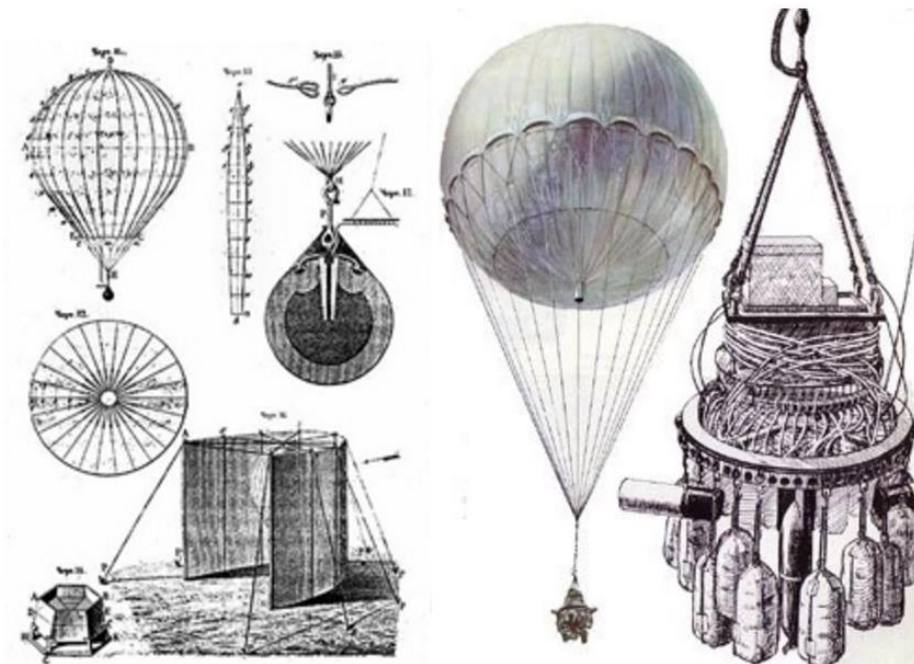
Tato kapitola tedy nezachycuje kompletní spektrum RPA, což není cílem této práce, ale ilustruje pokrok této technologie v bezpečnostním oboru, který v současné době umožňuje bezpečnostní aplikace policejního charakteru.

4.1 Svět

Následující podkapitola se zaměřuje na vývoj bezpilotních letadel v celosvětovém měřítku napříč několika zeměmi, které jsou pilníky vývoje tohoto oboru.

4.1.1 Počátky

První prototypy strojů, které dokázaly létat bez přítomnosti pilota na palubě, přesto plnily předem daný úkol, byly spíše fyzikálními experimenty. Jejich historie se datuje do roku 1849, kdy Rakousko využilo své zkušenosti se vzducholoděmi a létajícími balóny, které využívalo k průzkumu a shozu propagandistických materiálů během tzv. První italské války za nezávislost. Rakousko vybavilo flotilu létajících balónů třicetiliberními granáty s načasovaným doutnákem. Tyto balóny pak s využitím větru od moře vyslali nad Benátky, které tak chtěli bombardovat kvůli nemožnosti využít standardní dělostřelectvo. Výsledek však byl fiaskem, jelikož balóny vyletěly výše, než se očekávalo, změnily směr a bombardovaly pouze vlastní rakouskou pěchotu. Psychologický dopad na obránce však měl svůj díl při dobytí dosud nedobytné lokality [40]. Balony pak byly využívány armádami světa k průzkumným účelům, jako například v roce 1898 během americko-španělské války a nastalo období, kdy se i tomuto odvětví dostávalo pozornosti vojenských konstruktérů.



Obr. 15. Nákrasy rakouských bezpilotních balónů z roku 1849 [41]

4.1.2 Období po první světové válce

Dálkově řízeným letadlům se začaly jako první věnovat Spojené státy americké a Velká Británie. Technická úroveň ale nebyla na takové úrovni, aby se daly využít v bojovém konfliktu k průzkumu bojiště. Sloužily tak většinou jako výcviková letadla k výcviku osádek protiletadlových děl. Britská RAF (Royal Air Force – v češtině Královské letectvo) přestavěla cvičný dvojplášník De Havilland Tiger Moth na rádiem řízený Queen Bee. Současně Letectvo USA zavedlo do výzbroje malé letouny Radioplane OQ-2 [42]. Tyto RPA sloužili v počtu přibližně patnácti tisíc kusů k nácviku střelby amerického protiletadlového dělostřelectva [43].



Obr. 16. Tiger Moth [44]



Obr. 17. Radioplane OQ-2 [45]

4.1.3 Druhá světová válka

Válka svým charakterem žene technický vývoj kupředu. Zúčastněné strany se snaží překonat úroveň protivníka a nestandardní projekty dostávají možnost realizace. Nejinak tomu bylo i v průběhu druhé světové války. V tomto konfliktu byly poprvé omezeně nasazeny bezpilotní prostředky.

Na straně Spojenců se jednalo o program Aphrodite, kdy byly přestavěny strategické bombardéry B-17 a B-24 na dálkově pilotované bomby naložené výbušninami a naváděné na významné nacistické cíle, jako byly bunkry, opevnění nebo nedostavěné kolosální dělo V3 [42], jež mělo z pobřeží poblíž Calaise ve Francii odstřelovat Londýn. Tyto stroje však byly velmi nespolehlivé a nedá se jejich nasazení považovat za efektivní. Při jedné z nehod (výbuchu jednoho z přestavěných bombardérů) zemřel Joe Kennedy, bratr budoucího prezidenta [46].

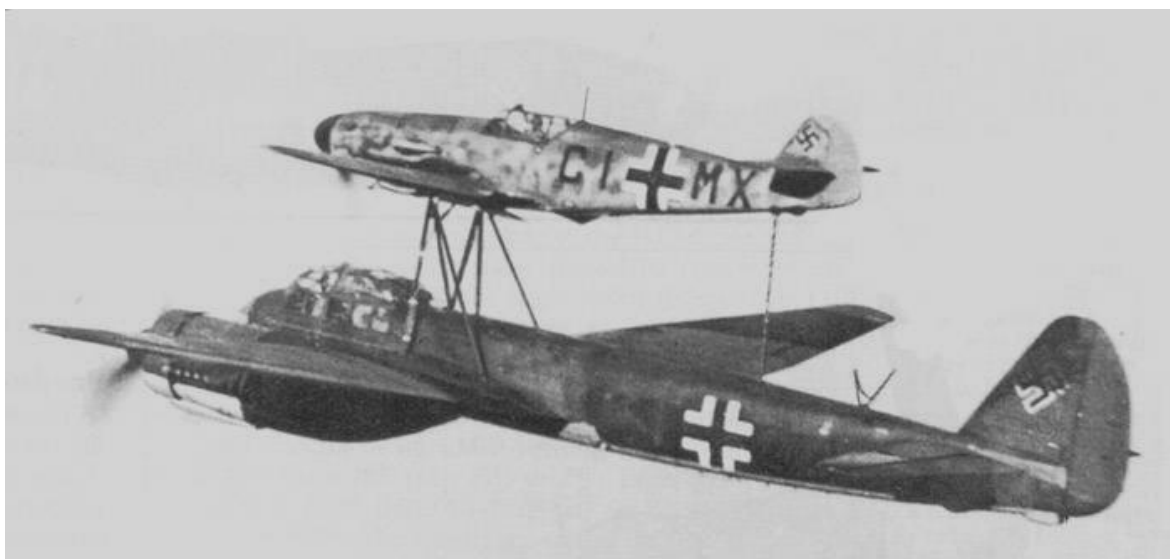
Na straně Osy jsou zajímavé především první balistické rakety. Jednalo se o model Vergeltungswaffe V-1 a V-2. První z nich byla střelou s plochou dráhou letu, vybavenou jednoduchou verzí autopilotního systému, který umožňoval zasahovat cíle bez nutnosti pilotovat stroj lidskou osádkou. Vylepšený model s označením V-2 byl již balistickou raketou s inerciální navigací založenou na soustavě gyroskopů. Tato raketa byla schopna zasahovat cíle až 300 kilometrů vzdálené s přesností 17 kilometrů [47].



Obr. 18. Raketa V-1 [48]



Obr. 19. Raketa V-2 [49]



Obr. 20. Mistel [50]

Dalším nacistickým počinem s prvky bezpilotního letadla je spojení pilotovaného letounu a bezpilotní bomby na základě přestavěného bombardéru s označením Mistel. Tato soustava byla spojena vzpěrami a vzlétala společně ukotvená k sobě. V bezpečné vzdálenosti od cíle se pilotovaná stíhačka na trupu bombardéru odpoutala a vypustila spodní část Mistelu, který pomocí dálkového ovládní navedla na cíl.

Rakety řady „V“, ani Mistel nebyly čistokrevnými bezpilotními letadly. Stejně tak se nejednalo o klasické rakety. Jsou spíše důkazem, že koncept dálkově pilotovaných zařízení je funkční a umožnil tak poválečný vývoj letadel bez lidské osádky na palubě [51].

4.1.4 Období po druhé světové válce

Klíčovým obdobím pro bezpilotní letadla je válka ve Vietnamu. Letectvo Spojených států v tomto konfliktu využívalo letoun poháněný proudovým motorem Ryan Q-2 Firebee. Sloužil k průzkumným účelům. Výrobce pak tento stroj modernizoval a označil jako Model 147. Armáda jej pak začlenila do výzbroje pod svým vlastním označením – BQM-34 (startující ze země) a AQM-34 (startující z podvěsu letadel). Známé jsou však pod názvy Fire Fly a Lighting Bug.



Obr. 21. Ryan AQM-34 (Fire Fly) [52]

Na letadle BQM-34 Lighting Bug bylo dokonce americkým námořnictvem testováno osazení řízenými a neřízenými raketami, včetně střel typu AGM-65 Maverick. Projekt nebyl přijat do armádní výzbroje zejména pro nesouhlas důstojníků, kteří ozbrojený bezpilotní letoun chápali jako konkurenci pro standardní pilotované stíhačky. Tento koncept však předběhl dobu a k ozbrojení bezpilotních letadel zbraňovými systémy došlo o třicet let později u modelu MQ-1 Predator [42].

4.1.5 Izraelsko-americká spolupráce

První zemí, která zařadila bezpilotní letadla do standardní výzbroje své armády, byla Izrael. V průběhu 80. let 20. stol. došlo k intenzivnímu vývoji a nasazení těchto strojů. Prvními zástupci byli Mazlat Mastiff a Scout. Při nasazení v Libanonu byli podpořeni bezpilotními návnadami typu Samson, na které syrští vojáci vyplývali většinu svých raket, a Izraelci tak měli minimální ztráty na životech i technice.



Obr. 22. Mazlat Mastiff [53]



Obr. 23. Scout [54]

Vzhledem k dominantnímu postavení v odvětví taktických bezpilotních letadel určených k nasazení na bojišti, byl Izrael kontaktován vládou Spojených států amerických. USA po jednáních nakoupili vylepšenou variantu Scoutu, RQ-2 Pioneer. Na základě úspěšné spolupráce pokračoval tento společný vývoj k typu RQ-5 Hunter. USA tyto izraelské výrobky využila v roce 1991 při konfliktu v Iráku, kdy sloužily k monitorování nepřátelských sil a následnému navádění dělostřelecké palby [42].



Obr. 24. RQ-2 Pioneer [55]

Efektivitu jejich nasazení odráží případ, kdy se obklíčení iráňští vojáci ostřelovaní dělostřelectvem díky navádění letadlem RQ-2 Pioneer vzdali tomuto bezpilotnímu letadlu [56].

4.1.6 Americká konstrukční škola

Spojené státy, které nasbíraly zkušenosti s bezpilotními letadly díky spolupráci s Izraelem, začaly brzy vyvíjet vlastní modely. Tohoto úkolu se ujaly přední letecké firmy – AeroVironment a General Atomics. Každá z firem pojala toto zadání odlišným způsobem. AeroVironment začala pracovat na taktické kategorii bezpilotních prostředků. Výsledkem jejich práce jsou známé a úspěšné typy FQM-151 Pointer a RQ-11 Raven.



Obr. 25. RQ-11 Raven [57]

General Atomics začala vyvíjet bezpilotní letadla s dlouhou výdrží a možností z velké výšky monitorovat zájmové území. Výsledkem jejich snah se staly modely Amber a Gnat-750. Průkopnickým se však stal typ RQ-1 Predator. Ten se dočkal nasazení již v roce 1999 v Srbsku. Svůj potenciál však ukázal teprve s počátkem globální války proti terorismu. Byl osazen lafetami pro podvěšení raket a stal se tak prvním oficiálním ozbrojeným bezpilotním prostředkem na světě [42].



Obr. 26. MQ-9 Reaper (Predator B) [59]

Predator byl nadále modernizován na verzi Predator B, později přejmenován na RQ-9 Reaper. V současnosti je nejnovější verzí model Predator C – Avenger, vybavený již proudovým motorem [58].

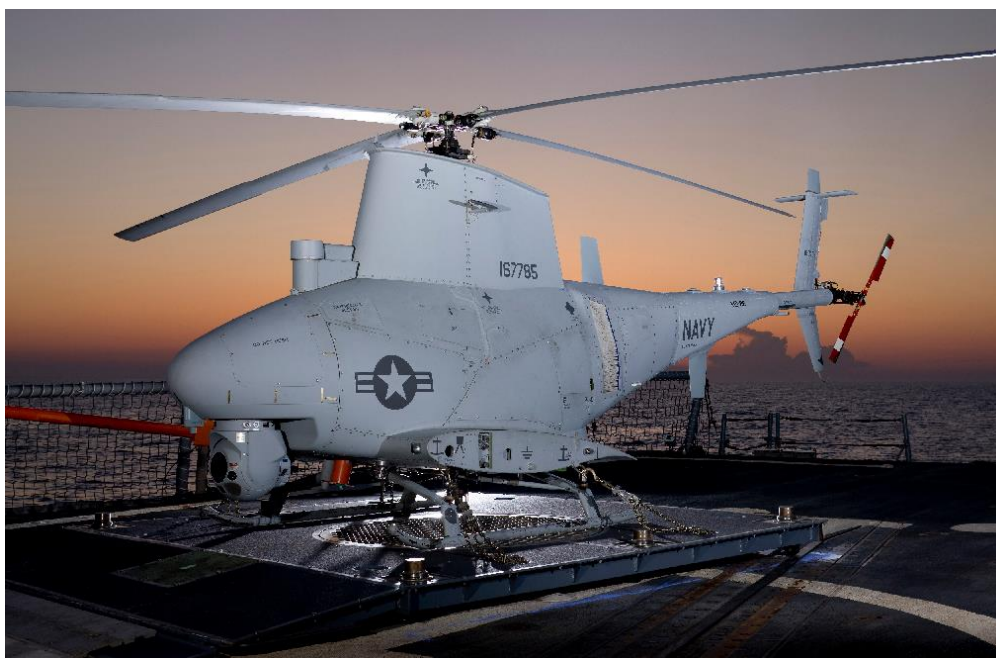
Další významnou leteckou společností, která se zapojila do vývoje americké větve bezpilotních letadel, je Northrop Grumman. Jejím přínosem je zejména výškový průzkumný

letoun RQ-4 Global Hawk (Obr. 27), jehož vývoj byl v roce 1995 zahájen na popud agentury DARPA (Agentura ministerstva obrany pro pokročilé výzkumné projekty). Se svým rozpětím bezmála 40 metrů patří mezi rozměrnější RPA. Dokáže zmapovat a v reálném čase odesílat data až z 10 000 kilometrů čtverečních denně a ve vzduchu vydrží přes 32 hodin. Plní tak stejný úkol jako výzvědné letadlo Lockheed U-2 „Dragon Lady“ [60].



Obr. 27. RQ-4 Global Hawk [61]

Northrop Grumman je také výrobcem bezpilotního vrtulníku RQ-8 Fire Scout. Vydrží ve vzduchu až 8 hodin a slouží zejména k podpoře pozemních operací v městské zástavbě. Je vybaven kamerami pro denní i noční vidění, termovizí, systémem pro rozpoznávání a označování cílů. Dále má ve své výbavě radar typu Lynx, který umožňuje průzkum i skrze mraky, písečná oblaka a hustý kouř. Jeho rozlišovací schopnosti jsou nejučinnější do 25 kilometrového okruhu, maximální efektivní dosah je však až 85 kilometrů. Je možné jej i vyzbrojit střelami. Specifickým prvkem tohoto vrtulníku jsou sklápěcí listy rotoru. S oblibou jej tak využívá americké námořnictvo na svých lodích. Tato skladnost je však výhodou i při přepravě nákladním automobilem.



Obr. 28. RQ-8 Fire Scout [62]

4.1.7 Kanada a státy východního bloku

Bezpilotní prostředky byly také vyvíjeny v ostatních zemích. Kanadským zástupcem je vrtulník CL-227 společnosti Canadair. Své bezpilotní průzkumné prostředky vyvíjí i vyspělé země Evropy, zejména Velká Británie, Francie, Německo, Itálie, Belgie a Švýcarsko.

Země východního bloku využívají zejména stroje sovětské provenience. Za zmínku stojí například Jakovlev Šmel/Pčela. Po rozpadu sovětského svazu začaly tyto státy vyvíjet vlastní bezpilotní prostředky, jako je například český letoun Sojka [42].

4.1.8 Multikoptéry

Doposud se text věnoval pouze letadlům s pevným křídlem, případně vrtulníkům. Současným trendem, který začíná být aplikován i do bezpečnostního odvětví, je využití vícerotorových bezpilotních systémů. Konstrukce multikoptéry má již svou historii. Pro svou technologickou náročnost však nebyla příliš populární a nejsou známy žádné případy opravdu efektivního využití. Svůj praktický význam získaly multikoptéry teprve v posledních letech. Faktorem, který umožnil vzestup tohoto typu konstrukce, je rychlý vývoj elektronických součástek a jejich miniaturizace. Jedná se konkrétně o počítačové mikročipy, elektronické gyroskopy, miniaturní navigační přijímače GPS, akcelerometry, barometry, magnometry a kompasů. Tento skokový pokrok je dáván do kontextu vývoje

mobilních telefonů a příbuzných zařízení. Komerční sféra tak umožnila vývoj těchto komponentů nezbytných pro tzv. *fly-by-wire* stabilizovaného řízení, což je systém pro nahrazení manuálního pilotování letadla. Tento systém je již dlouho využíván u pilotovaných dopravních letadel, jeho rozměr však neumožňoval využít jej i malých RPA. Díky tomuto pokroku lze nyní využít předností vícerotorových letadel při jejich konstrukci a využití [63].

4.2 Česká republika

První bezpilotní letadla byly do výzbroje armády tehdejšího Československa zavedeny v roce 1984. Jednalo se o sovětské letouny s označením VR-3 Rejs a ze služby byly staženy v roce 1995. V době svého nasazení se jednalo o přísně utajované vojenské stroje [64].

Nástupcem Rejse se stal bezpilotní průzkumný letoun Sojka, modelové řady I až III (Obr. 29) vyvíjený Vojenským technickým ústavem letectva České republiky. Česká armáda je měla ve výzbroji v letech 1999 až 2010. Jejich úloha je průzkum, přičemž v reálném čase přenáší obrazový materiál, navádí dělostřelectvo a monitoruje efektivitu palby. Mimo jiné je také určen k rušení rádiové komunikace protivníka nebo pro nácvik protiletadlové palby, kdy Sojka vypouští z podvěsného nosiče infračervené zářiče, na které lze pálit tepelně naváděné střely. Sojka umožňuje výběr z dvou režimů letu. Poloautomatický režim ponechává pilotovi možnost stanovit směr a výšku letu. Plně automatický režim obsahuje až osm stanovených bodů se zadanou výškou a výchozím azimutem. Zbytek koriguje palubní počítač letadla. Z automatického režimu je kdykoliv možné přepnout na poloautomatický a změnit tak směr letu nebo nastavit návrat letounu do výchozího bodu [65].



Obr. 29. Sojka III [66]

Roku 2005 byl veřejnosti představen nový bezpilotní systém. Jednalo se o typ Scanner (Obr. 30). Tento letoun již nebyl primárně zamýšlen pro plnění armádních úkolů, ale pro využití vnitrostátními bezpečnostními složkami. Reflektuje tak moderní světové tendence využívat bezpilotní prostředky i k zajištění veřejného pořádku a bezpečí občanů státu a pro plnění policejních úkolů s tímto spojených. Zajímavostí je, že Scanner byl designově navržen jako zmenšenina skutečného dopravního letadla. Na první pohled tak vypadá jako kvalitní letecký model a ne jako sofistikovaný bezpilotní letoun pro bezpečnostní účely. Jeho vzezření pouhého modelu však neguje špičkové vybavení nesené na palubě. Je vybaven kvalitní digitální kamerou a fotoaparátem na stabilizované pohyblivé konzoli, laserovým dálkoměrem a zaměřovačem, detektory chemického složení plynů, radiačním detektorem a další výbavou, která lze z nabízeného portfolia jednoduše namontovat. Užitečná váha montovaných zařízení může být až 10 kilogramů [67].

*Obr. 30. Scanner I [68]*

Ministerstvo vnitra České republiky zadalo požadavek na vytvoření bezpilotního létajícího systému pro potřeby Integrovaného záchranného systému. Na tomto projektu v letech 2010 až 2014 pracoval Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s. (dále jen VZLÚ), který představil koncept AUVIS (Automatizovaný vzdušný informační systém). Tento systém zahrnuje kromě technických zařízení pro komplexní vzdušný informační systém také bezpilotní letadlo pojmenované Sokol (Obr. 31). VZLÚ zkonstruoval kompletní drak letounu, který plní všechny zadané požadavky. Sokol plní podmínky pro zaregistrování civilního letadla a lze jej tak evidovat jako schválený bezpilotní prostředek pro civilní použití. Toto bylo podmínkou Policie České republiky, která je jedním ze zájemců a zařazení Sokola do výzbroje [69].

Sokol je od počátku vyvíjen pro použití v městské zástavbě. Je proto vybaven komponenty, které jsou pro tento účel vhodnější, než součástky používané u armádních strojů létaných ve volném prostranství. Jedná se především o motor a vrtuli, které musí zajišťovat dostatečný tah pro start a stoupání v hustě zastavěných oblastech. Jeho maximální vzletová hmotnost činí 20 kilogramů.



Obr. 31. Sokol [70]

Spolu se Sokolem vznikl i druhý, menší letoun označený Optoelektron (Obr. 32) [70]. Váží 6,5 kilogramu, není vybaven tak pokročilou technikou jako Sokol, zato díky menším rozměrům a váze umožňuje flexibilnější a rychlejší nasazení. Je určen převážně k monitorování davů, například při demonstracích, sportovních utkání a nepokojích. Své uplatnění najde ale i při živelných katastrofách. Vzhledem ke své kompaktnosti jej lze vypustit z ruky nebo vystřelit za pomoci gumy [71].



Obr. 32. Optoelektron [72]

Dalším vyvíjeným typem pro bezpečnostní složky České republiky je *bezpilotní rotorový univerzální systém*, zkráceně BRUS (Obr. 33). Je vyvíjen ve Vojenském technickém ústavu a jedná se o hexakoptéru, tedy letadlo se šesti rotačními křídly. Jedná se o monitorovací prostředek, k čemuž je vybaven kamerou s vysokým rozlišením a kamerou pro noční vybavení [73]. Tento projekt je stále ve stavu vývoje, možná výbava se tak stále testuje. Přesto, že ještě není plně otestován, byl již použit při výbuchu muničního skladu ve Vrbětčích, kde nalétal přes 70 letových hodin a pomáhal s hledáním a kontrolou nevybuchlé munice [74]. Zde se však ukázal jeden z jeho konstrukčních prvků jako nevýhoda. Konkrétně se jedná o zabudování kamer do těla letadla. To mu sice poskytuje robustnost konstrukce a větší odolnost optoelektronické soustavy, na druhou stranu však znemožňuje některé úhly záběru, jako je například pohled pod sebe. Na základě této zkušenosti se uvažuje o instalaci gyroskopicky stabilizované hlavičky osazené kamerami [75].



Obr. 33. BRUS [76]

5 SOUČASNÝ STAV RPA V ČESKÉ REPUBLICE

Stejně jako po celém světě, i v České republice je patrný velký nárůst počtu bezpilotních letadel v civilní sféře. Vzhledem k bezpečnostní situaci toto nese i značné riziko. Oblast RPA není dostatečně šetřena proti nelegálnímu použití. Legislativa sice stanovuje možnosti použití, což ale nezabraňuje využití bezpilotních letadel ke kriminálním účelům a zároveň svazuje subjekty, které by mohly tyto stroje využívat k posílení bezpečnosti v zemi.

Česká armáda sice bezpilotní letadla využívá, na rozdíl od Policie České republiky však není omezena zákony pro civilní využití RPAS. Jediným možným způsobem jak tyto letadla využít, je aplikovat jejich použití v rámci zákona číslo 273/2008 Sb., o Policii České republiky. Povolení k provozování letadel schvaluje Úřad pro civilní letectví, který musí policii schválit použití. Není však možné schválení předem, což snižuje schopnost policie pohotově nasadit bezpilotní prostředky.

Ministerstvo vnitra České republiky zadalo požadavek na nákup bezpilotních letadel v rámci projektu „Zvýšení akceschopnosti Policie ČR k záchraně lidských životů a ochraně majetku při povodních“ za částku do 9,2 milionů korun. Tento nákup však byl zamítnut vzhledem k nepřipravenosti legislativy pro řádný provoz u policie. Toto je způsobeno právě podmínkou udělení konkrétní výjimky Úřadem pro civilní letectví, která by umožnila létat nad hlavami osob nebo nad soukromým majetkem [77].

Dalším aspektem, který ovlivňuje zařazení bezpilotních letadel do služby u Policie České republiky je finanční nákladnost. Ta zahrnuje nejen samotné pořízení letecké techniky, ale také servis těchto strojů a zaškolení policistů-operátorů [78].

Policie má o bezpilotní systémy i přes komplikace dále zájem. V březnu 2015 došlo ke cvičení složek Integrovaného záchranného systému, kde byl při modelové situaci „pátrání po pohřešované osobě“ přítomen RPAS Kingfisher české firmy Robodrone Industries [79] i vrtulník Letecké služby Policie ČR. Letadlo poskytlo výškové záběry z termokamery, stejně jako vrtulník, který ale dorazil na místo později. Při tomto cvičení vyšlo najevo, že bezpilotní letadlo dokáže nahradit jedno družstvo pátrajících policistů. Přidělený úsek byl prohledán ve stejném čase jako by to provedlo dvanáct osob. Oproti vrtulníku však nebyla multikoptéra schopna prozkoumat několika kilometrový pás v jednom tahu a bylo nutné několikrát přistát z důvodu výměny baterie [80].

Zájem o model Kingfisher demonstruje i skutečnost, že byl představen v areálu Policejní akademie České republiky v Praze (Obr. 34) [81].



Obr.34. Robodrone Kingfisher na půdě Policejní akademie [81]

Zájem o tento typ stroje projevila i Horská služba ve Špindlerově mlýně, která jej testovala ve dvou scénářích. Projevila se výhoda tohoto systému, kdy bylo možné prozkoumat nedostupné horské oblasti termokamerou a následně dopravit na místo záchranný balíček a pomocí megafonu instruovat pohřešované k přežití. Testování Kingfisheru probíhalo za silné sněhové vánice, při které by pilotovaný vrtulník nemohl vzlétnout. Bezpilotní letadlo však fungovalo bez větších obtíží [82].

Na potenciál využití bezpilotních letadel reaguje i stát. Plánuje vytvoření cvičiště, kde by mohly státní složky i soukromé společnosti provádět výcvik pilotů. Jednou z navrhovaných lokalit je bývalý vojenský výcvikový prostor v Brdech, kde armáda brzy ukončí své působení [83]. Doposud takový prostor v České republice neexistuje a jedinou možností, jak zkusit nové systémy, je cvičný polygon u Mnichova [84].

Přestože zatím nedošlo k centrálnímu nákupu bezpilotních letadel Policií České republiky, existují jisté výjimky. Pardubický kraj si je například vědom užitečnosti takové výbavy v arzenálu policie a pořídil tuto techniku z vlastního rozpočtu. Byly zakoupeny dva kusy RPA, z nichž jeden (Obr. 35) bude sloužit pro monitorování povodní a nelegálních

skládek odpadu. Druhý model (Obr. 36) bude k dispozici přímo místnímu oddělení policie, které jej bude využívat k sledování dopravní situace, ale je možné jej vybavit termální kamerou pro případné pátrání po pohřešovaných osobách [85].



Obr. 35. DJI Phantom [86]



Obr. 36. Flydeo Y6 [87]



Obr. 37. RPA při kontrole vojenského areálu v Brdech [88]

Bezpilotní letadlo také pořídilo město Plzeň, které jej zapůjčilo Policii České republiky při kontrole vojenského újezdu v Brdech. Jedná se o stejný model, který koupil Pardubický kraj policii – Flydeo Y6 (Obr. 36). Zde byla preventivně kontrolována přítomnost neoprávněných osob.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 MOŽNÉ BEZPEČNOSTNÍ APLIKACE POLICIÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Kapitola se zabývá konkrétními případy, ve kterých by Policie České republiky mohla nasadit bezpilotní letadla. Vzhledem k tomu, že dosud není žádný takový do výzbroje zaveden, bude čerpáno ze zkušeností policejních sborů zemí, které již RPAS při své práci využívají, dále pak z armádních zkušeností, aplikací v soukromém sektoru, které můžeme typologicky předpokládat i u policie a z porovnávání možností prezentovaných výrobcí RPAS s úkoly, které Policie České republiky při své činnosti plní. Možností, jak bezpilotní letadla využít policií je nepřeberné množství. Text níže tak nepokrývá kompletní výčet všech aplikací, ale ilustruje potenciál, které tyto stroje při využití policií mají.

6.1 Pořádková policie, zásahové jednotky

Služba pořádkové policie je jednou ze základních pilířů Policie České republiky. Při své činnosti plní denně velké množství úkolů. Při mnohých z nich by jim vybavení bezpilotním letadlem mohlo být nápomocno.

Jeden z případů možné aplikace je monitorování davů. Situace srocování většího množství osob může nastat například v důsledku demonstrace nebo sportovního utkání. V takových případech je důležité mít informace o rozložení osob v davu a možnost je pozorovat. Klíčovým faktorem je velká výdrž letadla. Ideálním stavem se jeví využití stroje napájeného kabelem ze země. Takové řešení bylo dlouho technologickým problémem, v současnosti však je již realizovatelné a některé firmy své řešení již nabídli na trh. Pokud pořádková policie takový stroj využije, získá přehled o případných výtržnících a může efektivně tento dav zvládat.

Důležité je také kvalitní kamerové a záznamové zařízení a rychlost přenosu dat, což může ve spojení se systémy pro identifikaci osob v davu poskytovat nástroj pro eliminaci hrozeb a podklad pro pozdější trestní řízení.

Monitorovat je však nutné nejen davy, ale i prostředí v okolí soudů při soudním řízení s rizikovými pachateli, místa havárií většího rozsahu a jiné případy, které služba pořádkové policie zajišťuje, a pohled z ptačí perspektivy by byl žádanou výhodou.

Specifickou složkou pořádkové policie jsou „pohotovostní motorizované jednotky“, případně hlídky „pohotovostního a eskortního oddělení“. Tyto prvosledové hlídky policie vyjíždějí na tísňová volání na linku 158 a jsou zpravidla první na místě zásahu. Právě tyto

policisté získávají prvotní informace o místě a situaci. Vybavení kompaktním modelem bezpilotního letadla by jim dalo možnost orientačně obhlédnout prostředí a stav, který je na místě. To vše bez nutnosti riskovat život a zdraví policistů. V tomto případě není nutné být vybaven velkým strojem s dlouhou výdrží a kvalitní technikou. Postačí letová výdrž do řádově desítek minut a kamera, která umožní nahlédnout zasahujícím policistům za roh objektu nebo na střechu.

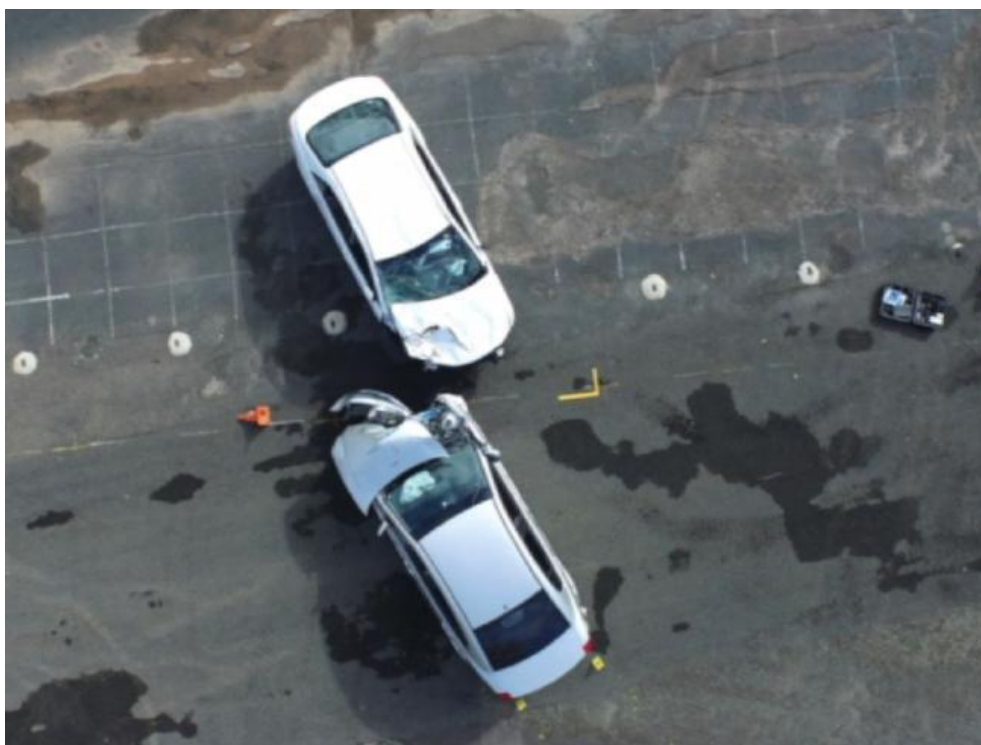
Na předchozí případ použití navazuje i aplikace zásahovými jednotkami Policie České republiky. Při zásahu proti nebezpečnému pachateli je nutné zmapovat místo zásahu, k čemuž je pohled z výšky ideální. Dále lze pomocí bezpilotního letadla kontrolovat, zda se v zasahující oblasti nevyskytují nežádoucí osoby, aniž by bylo nutné tuto oblast kontrolovat policistou a vystavit se tak riziku. Tyto stroje mohou zásahové jednotce poskytovat skrze operátora aktuální informace o dění kolem nich, i z míst kam jednotka nevidí. Sníží se tak riziko nečekaného napadení nebo úniku pachatelů z budovy. Je vhodné, aby tyto letadla byly vybaveny kvalitní optoelektronickou soustavou včetně termovize a nočního vidění. Pro statické monitorování zájmového objektu je možné napájet letoun ze země a zavěsit jej tak ve vzduchu, odkud bude poskytovat stabilní letecký pohled. Příkladem může být situace s držením rukojmích nebo obklíčení pachatelů v budově. Takový případ byl zaznamenán 15. března 2015 v Paříži, kde muž uvěznil své dvě dcery ve čtvrtém patře budovy. Zásahová jednotka tyto osoby osvobodila a muže zatkla za pomoci bezpilotní multikoptéry, která monitorovala situaci v budově za oknem a poskytla policii informace, které pomohly zdárnému provedení zásahu bez ztráty na životech (Obr. 38).



Obr. 38. Použití RPAS francouzskou zásahovou jednotkou [89]

6.2 Dopravní policie

Pro službu dopravní policie je klíčovým využitím bezpilotních letadel přehled nad místem nehody. Mohou tak zmapovat pozice havarovaných vozidel a mít jasnou představu o vzniklé situaci. V případě větší a vážnější kolize, jakou je například řetězová havárie na dálnici, mohou letadlo využít k prozkoumání místa nehody, ke zjištění, zda není přítomna zraněná osoba zaklíněná ve vozidle nebo jestli z některého vozu neunikají hořlavé nebo toxické látky. Tato policejní činnost nevyžaduje specializované modely, postačí některý z kvalitnějších komerčně dostupných typů určených například pro natáčení koncertů, přírody, sportovních utkání. Níže (Obr. 39) je pro ilustraci záběr z místa nehody pořízený bezpilotním letadlem.



Obr. 39. Záběr havárie z bezpilotního letadla [90]

6.3 Cizinecká policie

Hlavní náplní práce cizinecké policie je evidence cizinců a emigrantů a především ochranu státních hranic. Zejména v době migrační krize se projevuje nutnost využívat moderní prostředky v policejní činnosti. Cizinecká policie nemá po zrušení pohraniční policie dost příslušníků k zabezpečení hranic před přílivem uprchlíků a zároveň k plnění svých vnitrostátních povinností. Je tak podporována celostátní speciální pořádkovou jednotkou a příslušníky spádových oddělení okresní hlídkové služby. Tímto je však velmi oslabena bezpečnost republiky a není dostatek policistů k plnění těchto úloh. Využití bezpilotního letadla, které by dokázalo monitorovat hranice, by bylo velkým přínosem vnitrostátní bezpečnosti. Některé státy k těmto účelům bezpilotní prostředky využívají. Příkladem jsou například Spojené státy americké, které střeží pomocí RPAS své hranice s Mexikem proti nelegálním přechodům i pašerákům drog. Ti sice využívají vojenských modelů s dlouhou výdrží (Obr. 40), pro tuzemské hranice však stačí menší letoun s alespoň dvanáctihodinovou výdrží [91].



Obr. 40. RPAS pro ochranu hranic USA s Mexikem [92]

Lokální policejní oddělení také využívají menší bezpilotní letadla k monitorování hranic, jako například bezpilotní vrtulník ShadowHawk na obrázku níže (Obr. 41).

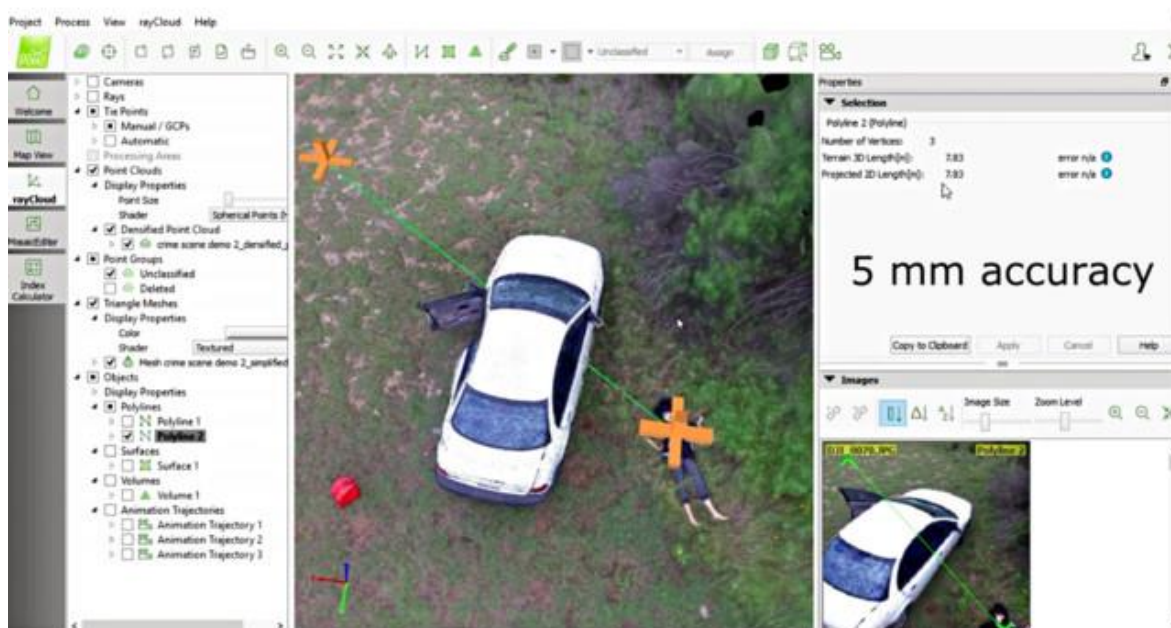


Obr. 41. ShadowHawk úřadu Sheriffa USA [93]

6.4 Ostatní útvary a univerzální aplikace

I jiné složky Policie České republiky, kromě výše zmíněných, by při své činnosti mohly využívat bezpilotní prostředky. Jednou z nich je i Služba kriminální policie a

vyšetřování. Jejich náplní je mimo jiné ohledávání místa trestného činu a jeho rekonstrukce. Tomu by bezpilotní prostředek napomohl možností ukotvit jej ve vzduchu a poskytnout vyšetřovatelům ptačí perspektivu na prostor, ve kterém se zločin stal. Při tomto využití není třeba rychlého nasazení, důležitý faktor je spíše možnost stabilního letu na místě, což umožňují multikoptéry, a možnost kabelového napájení pro déletrvajících let. Lze tak snadno zkontrolovat střechy a těžko dostupná místa bez nutnosti fyzicky se do těchto míst podívat, což mnohdy bez vhodné techniky není možné. Ve spojení s vhodným softwarem by se jednalo o sofistikovaný nástroj pro vyšetřování.



Obr. 42. Rekonstrukce místa činu pomocí RPAS [94]

Specifickou oblastí využití je Pyrotechnická služba Policie České republiky. Zde je důležité vlastnit bezpilotní letadlo s dobrou manévrovatelností a kvalitním kamerovým zařízením. To umožní policejním pyrotechnikům provádět prvotní průzkum před samotnou fyzickou kontrolou potencionálních výbušných zařízení. Tyto letadla by bylo vhodné vybavit souborem detektorů pro zachycení a analýzu nebezpečných chemických látek a plynů a detekci radiace. Problémem může být kapacita baterie, která by zvládla pohánět letadlo po dostatečně dlouhou dobu. Řešení naznačuje současný vývoj velkokapacitních baterií nebo možnost napájet kabelem vlečeným za letadlem. Zajímavým konceptem je i bezpilotní letadlo, které slouží pouze jako transport pozemního pyrotechnického robota. První létající robot, kterého policejní pyrotechnici v rámci České republiky využili, je systém BRUS, který byl zmíněn v předchozím textu. Jeho aplikace však narazila na problém

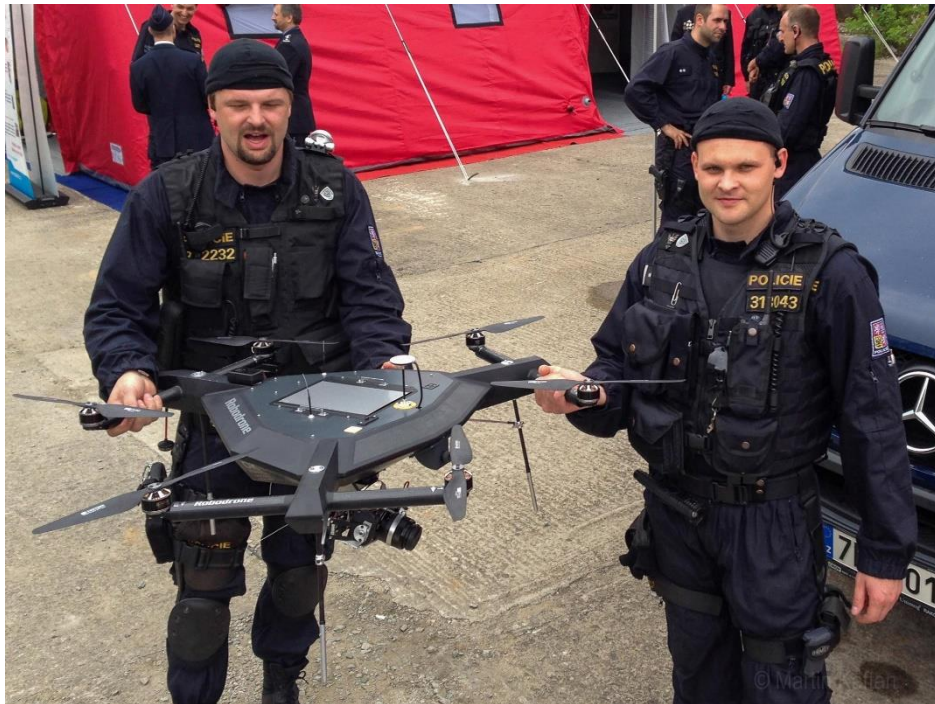
nedostatečného vybavení a nevhodného uspořádání konstrukce. Jedná se však o prototyp, který ještě neprošel veškerým testováním.



Obr. 43. Řídicí stanice BRUSu ve Vrběticích [95]

Podobné využití jako u Speciální pořádkové jednotky by měly bezpilotní letadla i u Útvaru pro ochranu ústavních činitelů. Zde by monitorovaly prostor veřejného vystoupení proti případným útočníkům. V některých zemích dokonce vytvářejí koncepty RPAS, které by chránili prostor proti jiným bezpilotním létajícím prostředkům. Vzhledem k rychlému rozšíření těchto technologií mezi veřejnost nelze zabezpečit, aby případný útočník připevnil na RPA výbušninu a kamkoliv s ní přilétl. V ohrožení tak jsou nejen veřejná prostranství, ale i ambasády, úřady, obchodní centra a jiná místa s vysokou koncentrací osob. S rostoucí obavou z terorismu v důsledku útoků islamistických teroristů se dá předpokládat intenzivní vývoj v technologii ochrany proti bezpilotním prostředkům. Své využití toto najde jistě i v ochraně letišť, kde neoprávněně letící bezpilotní letadla narušují provoz letišť.

Velkým potenciálem RPAS je jejich využití při pátrání po osobách. Svým charakterem jsou vhodným prostředkem k operativnímu nasazení v terénu, kdy je potřeba zajistit průzkum rozsáhlejších oblastí. Jejich výhodou je ptačí perspektiva, ze které dokáží monitorovat velkou plochu, a možnost vybavení termální kamerou, která usnadní identifikaci osoby. Tato technika totiž dokáže pracovat i ve snížené viditelnosti a v noci, kdy by policista mohl přehlédnout hledanou osobu i na několik metrů. Zvláště pokud je osoba v bezvědomí nebo se vědomě ukrývá.



Obr. 44. Robodrone Kingfisher při cvičení IZS – scénář pátrání po osobě [96]

Alternativou k tomuto způsobu pátrání je rojnice policistů prohledávající oblast, která však nepostupuje tak rychle jako RPAS a vyžaduje personální obsazení. Druhou možností je nasazení vrtulníku, jehož provoz je však velmi drahý a musí nejprve na požadované místo doletět, což zabírá čas, který zmenšuje šanci na nalezení hledané osoby včas. Vrtulník také není možné nasadit v těžkých klimatických podmínkách z důvodu ohrožení stroje a posádky. Toto riziko platí i pro bezpilotní letadlo. Svou nízkou cenou oproti vrtulníku a tím, že neohrožujeme posádku, se tento risk vyplatí, zvláště pokud zvyšuje šanci na záchranu života pohřešovaných osob.

Přesto, že Policie České republiky doposud v oficiální výzbroji bezpilotní letadla nemá, účastní se společných cvičení Integrovaného záchranného systému výrobci bezpilotních letadel pro průmyslové využití.



Obr. 45. Operační centrum RPAS Kingfisher [96]

7 MODELOVÁ SITUACE VYUŽITÍ RPAS

Tato kapitola popisuje možnou situaci, při které by Policie České republiky využila potenciál bezpilotních letadel. Základním předpokladem následujícího textu je, že policie tyto prostředky vlastní, zavedla je do standardní výzbroje svých složek a policisté byli s těmito prostředky důkladně seznámeni a proškoleni formou výcviku pro kvalifikaci na operátora RPAS.

Popisovaná situace je zcela imaginární a přesto, že se inspiruje organizační strukturou Policie České republiky, neodpovídá konkrétnímu rozložení. Modelový scénář byl záměrně vykonstruován tak, aby bylo možné znázornit několik situací, při kterých je možné efektivně uplatnit technologii bezpilotních letadel.

7.1 Akt 1 – Bomba v nákupním centru

Operátor tísňové linky 158 Policie České republiky přijímá od anonymního muže oznámení o uložení bomby v nákupním a zábavním centru v jednom z krajských měst. Přihlásil se k jedné z teroristických skupin, která považuje Českou republiku za jednoho z úhlavních nepřátel vzhledem ke koalici se zeměmi, které s teroristickou skupinou vedou válku. Po tomto oznámení anonym telefonní hovor ukončil. Operátor okamžitě informuje příslušné hlídky Policie ČR a dle svých pokynů ostatní subjekty bezpečnostní politiky České republiky.

Na místo doráží jako první dvě hlídky Oddělení hlídkové služby. Celkem se jedná o čtyři policisty vyzbrojené krátkými palnými zbraněmi. Udělují pokyn fyzické ostraze objektu k zahájení evakuace osob. Tuto evakuaci policisté sami řídí. Na místo po chvíli dorazí i hlídky městské policie, které pomáhají s organizací evakuace před budovou.

Po evakuaci všech osob z objektu přijíždí dodávky hlídky z „Pohotovostního a eskortního oddělení“ Policie České republiky. Tato hlídka zajišťuje zákroky proti nebezpečným pachatelům a specializované taktické činnosti, pokud není možné přenechat tuto činnost jiným policejním jednotkám. Policie v tomto městě nemá k dispozici zásahovou jednotku ani pyrotechnickou službu. Ty vyjíždějí na vyžádání z většího krajského města vzdáleného přibližně 100 kilometrů. Zásahová jednotka i Pyrotechnická služba byly vyžádány již po přijetí anonymního oznámení, dojezdový čas je však kolem 45 minut.

Pohotovostní a eskortní oddělení má ve své výbavě taktickou multikoptéru. Díky své skladnosti ji vozí neustále ve služebním voze – dodávce. Zahajují prvotní průzkum objektu

k nalezení hlášené bomby. Objekt je třípatrový a prozkoumání celého prostoru zabere 30 minut. Hlídka má však štěstí a po 8 minutách nalézá na otevřeném prostranství před eskalátory sportovní tašku položenou na lavičce. Z této tašky trčí dráty a dá se předpokládat, že se jedná o hlášenou výbušninu. Pro jistotu však zkontrolují i zbytek obchodního centra a vyčkají na příjezd pyrotechniků.



Obr. 46. Bezpilotní multikoptéra německé policie [81]

Po příjezdu pyrotechniků je jim oznámeno místo, kde leží podezřelá taška. Pyrotechnici vybavení vlastní bezpilotní multikoptérou vyšlou tento stroj k místu uložení bomby. Vzhledem k tomu, že pyrotechnické letadlo nese na palubě soustavu specializovaných detektorů, je brzy zjištěna přítomnost stopového množství fosforu. Pyrotechnici tedy předpokládají, že se v tašce nachází fosforová bomba, známá svými devastačními účinky. Dle těchto informací mohou nastalou situaci dále vyhodnotit a přikročit k dalšímu řešení.

7.2 Akt 2 – Pátrání po pachatelích

Krajské ředitelství policie ihned po vzniku incidentu mobilizuje veškeré dostupné policejní prostředky. Kontaktuje telefonního operátora a díky specializovanému policejnímu softwaru lokalizuje telefon, ze kterého anonym volal. Po položení hovoru se mobilní telefon nedá lokalizovat s přesností a je tak pouze vymezena oblast, kudy se pohyboval. Díky kamerovému systému obchodního centra, jeho nadzemního parkoviště a městského

kamerového systému byl zjištěn typ vozu, ve kterém pachatel odjel a kterým směrem. Spolu s informací o poloze jeho telefonu byla vytyčena oblast, kde se předpokládá jeho výskyt.

Na místo vyráží všechny dostupné hlídky, včetně již zmíněného Pohotovostního a eskortního oddělení. Toto oddělení má ve své výbavě mají také bezpilotní letoun typu Sokol. Ten však nevozí neustále sebou v nákladovém prostoru vozidla, ale je umístěn na policejní stanici, odkud vyráží k případům. Jelikož se dá očekávat potřeba vypátrat hledanou osobu, naložila jej druhá hlídka tohoto oddělení a vyrazila také na určené místo.

Na odstavném parkovišti u lesa bylo nalezeno opuštěné vozidlo odpovídající značce vozu pachatele. Po ověření státní poznávací značky bylo toto vozidlo potvrzeno jako únikový vůz hledaného pachatele. Směrem od parkoviště a vozovky začíná hustý les. Policisté předpokládají, že pachatel utíká směrem do lesa a zřizují na parkovišti provizorní štáb.

Zároveň sestavují bezpilotní letadlo Sokol, který je uloženo v policejní dodávce v přepravním stavu. Před jeho použitím je tedy třeba namontovat křídla a vrtuli, které se vozí oddělené od letadla. Tato činnost zabere kolem 10 minut a pak již Sokol stoupá do výšky nad koruny stromů okolního lesa. Vzhledem k husté vegetaci je přepnuto na infračervený pohled pomocí termovizní kamery. Infračervené záření je pro lidské oko neviditelné, proto je výstup z této kamery elektronicky převáděn do viditelné palety barev jako kontrastní obraz, kde objekty vyzařující teplo vynikají (Obr. 47).



Obr. 47. Záběr z infračervené termokamery policejního vrtulníku [97]

Operátor Sokola naprogramuje pomocí určení vztyčných GPS bodů na geografické mapě nahrané v konzoli bezpilotního systému. Sokol začne pomocí autopilota prolétat vytyčené body a operátor pouze sleduje pomocí kamery prostor pod letadlem. Po půl hodině stále nenachází žádnou osobu. Nalezne však dům v lese, ze kterého vyzařuje teplo. Může se jednat o vytápění budovy, nebo vnitřní osvětlení. Policisté dle katastru nemovitostí zjistí, že se jedná o objekt myslivecké chaty. Po kontaktování majitele nemovitosti zjistí, že by měla v tuto dobu být neobydlená a prázdná. Operátor letadla přebírá řízení letadla a klesá níže, aby prověřil okolí budovy. Zjišťuje, že se v budově nachází minimálně dvě osoby, které během monitorování letadlem vyšly ven. Během tohoto pátrání dorazila na místo zásahová jednotka ze sousedního krajského města. Byly jí podány veškeré informace o případu a po probrání všech možností bylo rozhodnuto o provedení zásahu. Sokol zůstává kroužit ve větší výšce a monitoruje prostor kolem domu. Zásahová jednotka spolu s ostatními přítomnými policisty se přesouvá blíže domu. Zásahová jednotka má ve svých taktických vestách implementován signalizační maják na infračervené vlnové délce. Při pohledu skrz bezpilotní letadlo tak zasahující policisté blikají a znesnadňuje to záměnu s jinou osobou.

7.3 Akt 3 – Zásah

Policisté ze zásahové jednotky provádí průzkum budovy. Celkově zjistili přítomnost tří osob, ale není jisté, zda se v budově nenachází další. Vypouští malou taktickou multikoptéru, kterou jsou vybaveny zásahové jednotky. Tento stroj vydrží ve vzduchu 30 minut a poskytuje tak dostatečně dlouhou podporu zasahujícím policistům. Multikoptéra monitoruje dění kolem oken ze strany, ze které přistupují policisté. Podaří se tak nepozorovaně přiblížit k domu. Policisté vyráží vchodové dřevěné dveře a zároveň vhazují skrze okenní tabule do místnosti zábleskové granáty. Jsou zadrženi dva muži neschopní díky momentu překvapení odporu. Operátor multikoptéry však alarmuje zásahovou jednotku a informuje její členy o muži v prvním patře, který se zabarikádoval v jednom z pokojů a míří na přístupové dveře dlouhou zbraní. Díky této informaci očekávali palbu po otevření dveří a dle taktických pokynů útočníka eliminovali. V budově byla ještě čtvrtá osoba, která po vniknutí zásahové jednotky utekla skrze okno v koupelně ven a krčí se v keři na odvrácené straně domu. Toto zaznamenal operátor Sokolu, který také potvrzuje, že u sebe nemá zbraň. Tuto osobu zadržují policisté z Pohotovostního a eskortního oddělení, kteří po dobu zásahu čekali venku a poskytovali krytí zasahujícím kolegům.



Obr. 48. Zásahová jednotka Policie České republiky [98]

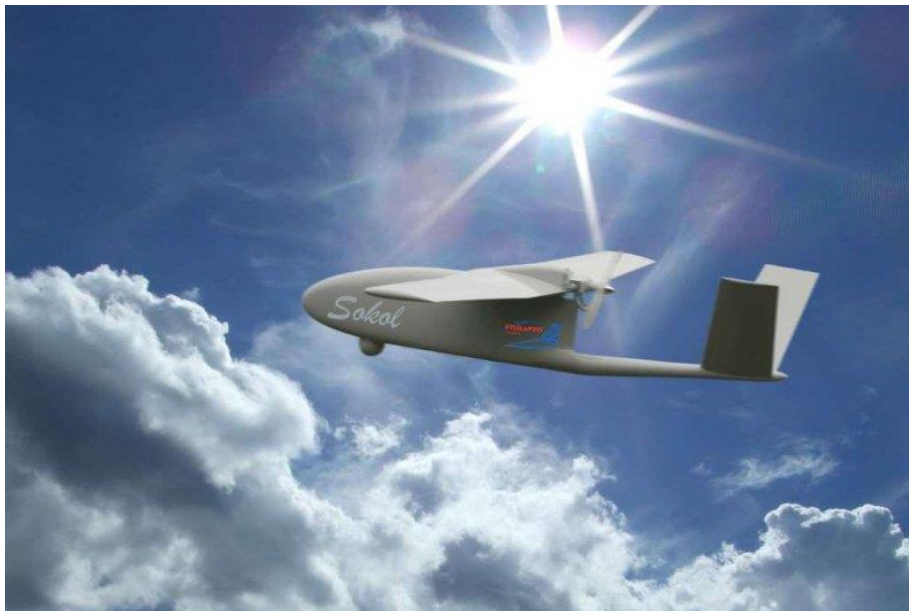
8 NÁVRH SKLADBY RPAS PRO PČR

Následující kapitola popisuje vhodnou sestavu bezpilotního letadla pro službu u Policie České republiky. Věnuje se komponentům výbavy, které by tyto stroje měly nést a vlastnostem, které by měly splňovat. Policejní práce zabírá tak široké spektrum činností, že nelze vybrat jeden univerzální systém. Budou tedy představeny dva typologicky odlišné systémy, které se jeví jako vhodné.

8.1 Bezpilotní systém typu „letoun s pevným křídlem“

Prvním letadlem pro službu u policie je bezpilotní letoun s pevným křídlem. Vzhledem k místním podmínkám se jedná o menší stroj. Maximální vzletová váha letounu nepřekračuje 40 kilogramů a je schopný nést až 10 kilogramů užitečné zátěže, jako jsou detektory, kamerové systémy a jiná výbava. Maximální dolet činí 70 kilometrů.

Letoun vychází z tradice české konstrukční školy bezpilotních letadel a navazuje na letouny Sojka III, Sokol, Optoelektron a Manta. Vyvíjen a vyráběn v České republice umožňuje snížení nákladů na výrobu, další výzkum a servis.



Obr. 49. Sokol [99]

Kompletní systém tohoto letadla zahrnuje mimo samotný letoun také mobilní řídicí stanici, která umožňuje pilotovi efektivní využití letadla i v terénních podmínkách. Dá se ve složeném stavu převážet dodávkou v kompaktním přepravním obalu a rozložit přímo v ní

nebo v terénu ve zřízeném štábu. Ilustrační příklad takové stanice je na obrázku níže. Jedná se o mobilní řídicí stanici k izraelskému bezpilotnímu letadlu Hermes 1500 (Obr. 49).

Drak letounu je vyroben z lehkých kompozitových materiálů tvořen sendvičovou konstrukcí vyplněnou konstrukční pěnou a převážně uhlíkovou výztuží. To umožňuje aerodynamicky ideální konstrukci minimalizující hmotnost a tím snížení provozních a přepravních nákladů [100].

Letoun je vybaven gyroskopicky stabilizovanou hlavicí (tzv. gimbal) osazenou výkonou optoelektronickou soustavou. Ta zahrnuje kvalitní kameru s rozlišením ve standardu 4K a termokameru pro sledování tepelného kontrastu.



Obr. 50. Řídicí stanice [101]

Dále je vybaven soustavou laserových měřidel pro označování pozemních cílů a měření jejich vzdálenosti.

Letoun je vybaven sofistikovaným softwarem, který umožňuje let ve třech režimech – manuálním, poloautomatickém a automatickém. Plně automatizovaný let je naplánován operátorem letadla, který následně uskuteční let po předem stanovených navigačních bodech. Operátor v tomto případě pouze vyhodnocuje získané záběry. Z automatického režimu lze přepnout do poloautomatického, kdy letoun stále léta dle zadaných GPS souřadnic, letových výšek a směrů, pilot však tyto body zadává průběžně a směřuje letoun postupně dle aktuálních požadavků. V případě potřeby lze přepnout do manuálního režimu, kdy pilot přebírá řízení letounu pomocí řídicích prvků podobných pilotovaným letadlům.

Tyto jsou součástí řídicí stanice. Lze tak letoun navést do požadované pozice bez nutnosti nastavovat GPS body. Tato možnost se využije v případě potřeby nestandardního průletu nad zájmovým objektem nebo prostorem.

Je navržen pro službu u policie. Jeho úkolem je především monitoring hranic, srocování davů, kontrola a průzkum rizikových oblastí, kde poskytuje policistům poměrně dlouhodobý přehled z ptačí perspektivy.

8.2 Bezpilotní systém typu „letoun s rotujícím křídlem“

Druhým typem, který by měl být začleněn do výbavy Policie České republiky je taktická multikoptéra. Vzhledem k širokému spektru policejní činnosti je třeba vycházet ze základního paradigmatu a to takového, že bezpilotní letadlo pro tyto účely je univerzální platforma. Díky modularitě takového stroje pak lze jednoduše instalovat na stroj vybavení požadované dle aktuální potřeby.

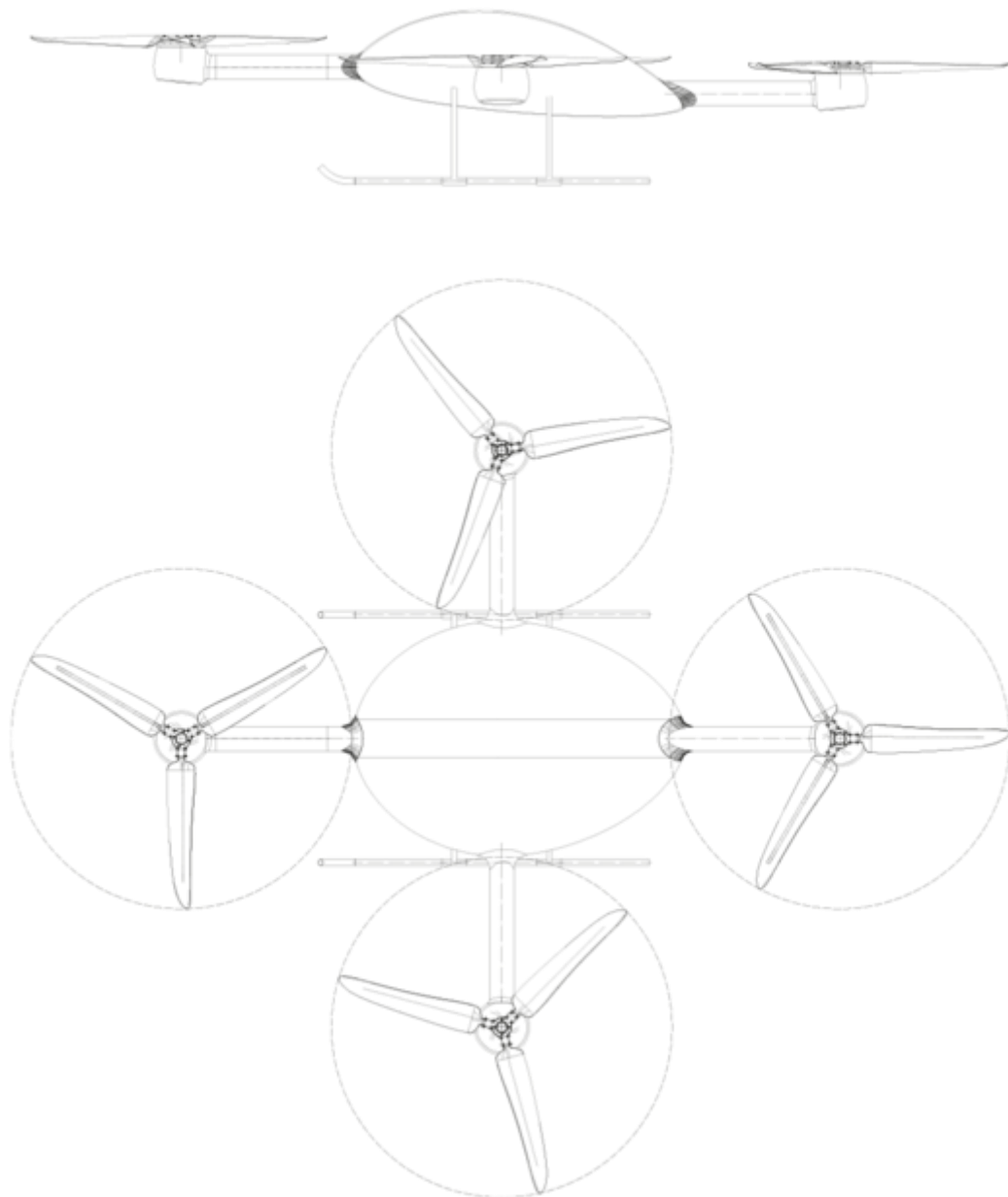
8.2.1 Základní parametry

Rozměry jsou kompaktní a umožňují vezení letadla jako stálé výbavy v kufru standardního vozidla hlídek Policie České republiky. Váha stroje je 15 kilogramů bez započítání užitečné zátěže. Tato zátěž může činit až 10 dalších kilogramů. Doba letu s plným zatížením je 60 minut. Maximální letová výška je 1000 metrů nad zemí.

8.2.2 Konstrukce

Tato platforma obsahuje samotný drak letadla z lehkých a pevných kompozitových materiálů z uhlíkových vláken pro maximální pevnost a lehkost konstrukce. Svým tvarem napomáhá generovat aerodynamický vztlak při letu vpřed, podobně jako letadlo s pevným křídlem, a tím snižuje energetickou náročnost a prodlužuje dobu letu. Příkladem takového stroje je Microdrone MD4-3000 (Obr. 51). Pro maximálně efektivní poměr stability a energetické náročnosti letadlo konstrukčně řešeno jako hexakoptéra – má tedy šest vrtulí. Tyto vrtule jsou instalovány do tří ramen podobně jako na již zmíněném prototypu letadla BRUS.

Pro použití déletrvajícího statického dohledu je letadlo možné napájet pomocí kabelu z napájecího zdroje na zemi.



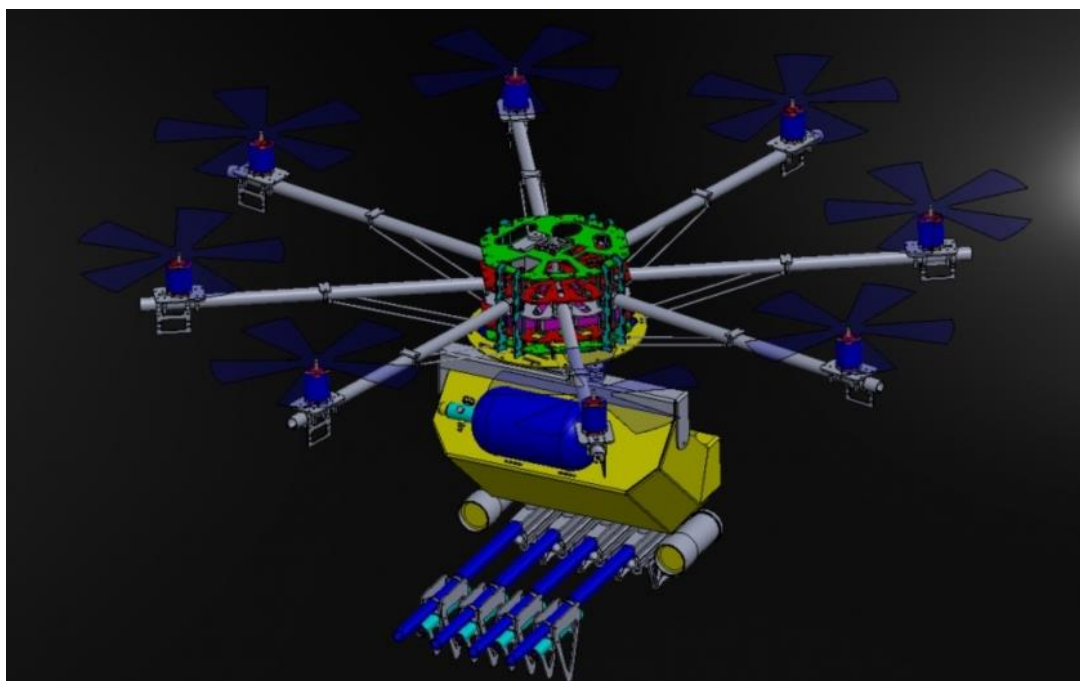
Obr. 51. Aerodynamický tvar kvadrokoptéry Microdrone MD4-3000 [102]

8.2.3 Vybavení

Tento stroj je možné osazovat množstvím kompatibilní výbavy, kterou lze měnit i v terénních podmínkách. Je možné vytvořit unifikované moduly, které jsou již svým složením připravené pro jednotlivé úkoly. V inventáři takové výbavy je zejména otočná věž (tzv. gimbal) gyroskopicky stabilizovaná ve třech osách. Dále to jsou kvalitní kamerové zařízení s rozlišením 4K, infrakamera pro zjišťování tepelného kontrastu, sada laserových měřicích zařízení pro zjišťování vzdálenosti a označování cílů. Stroj je možné dále vybavit

bodovým reflektorem a megafon. Specializovaným modulem je pyrotechnická sada detektorů pro zjištění přítomnosti nebezpečných látek, plynů a radiace.

Na tuto platformu je také možné umístit prostředky pro zvládání davů. Jedná se obranný sprej, který by mohl být zaměřen na problémovou skupinu osob. Použití této směsi není smrtící a osvědčuje se policii při kontrole davů. Použití ze vzduchu tak umožňuje vypustit sprej z různé výšky a kontrolovat tak plochu, na kterou dopadne. Takový systém již testuje indická policie [103]. Použití bezpilotních letadel k rozprašování látek je již považováno za funkční koncept. Využívá se k ošetření zemědělských plodin postřikem chemickými látkami.



Obr. 52. RPAS se zařízením k postřiku [103]

Tato multikoptéra je také vybavena záchrannými padáky určenými pro bezpilotní letadla. Dokáží automaticky vystřelit padák při ztrátě stability. Bez padáku má letadlo jediný záchranný systém (tzv. failsafe systém), který zahájí přistávání letadla při ztrátě signálu. Při nárazu do překážky nebo vybití baterie se ale letadlo zřítí na zem, kde může někoho zranit a zničit se. Využití policií, kdy se předpokládá létání nad hlavami osob, je případem, kdy je nutné takovýto záchranný systém používat [104].

8.2.4 Software

Posledním kritériem je možnost začlenění letadla do jednotného systému koordinace integrovaného záchranného systému. Ideálním softwarem se jeví český program GINA (Geographic Information Assistant). Ten nabízí podrobnou geografickou mapu, kde v reálném čase zobrazuje informace o poloze jednotlivých policejních složek a příslušníků. Součástí je i navigace a možnost přes software fotit a sdílet (například důkazní materiál). Velení dané akce tak získává rychlý, přehledný a efektivní přehled o situaci a postupu. V případě pátrání takto lze vykreslovat již prozkoumané prostory a postupující rojnice. Tento software může fungovat jak na osobních kapesních lokátorech policistů, tak na mobilních zařízeních a počítačích ve štábu velitele. Zakomponování bezpilotního letadla tak umožňuje všem získat pohled z ptačí perspektivy a sdílet tyto informace [105].



Obr. 53. Robodrone Kingfisher podporující systém GINA [105]

Modulární systém platformy umožňuje vybavovat stroj dalším softwarovými aplikacemi pro specifické potřeby. Příkladem je program pro identifikaci osob.

9 BUDOUCÍ VÝVOJ RPAS V KONTEXTU PČR

Cílem následující kapitoly je nastínit možný směr, kterým se problematika bezpilotních letadel u Policie České republiky bude vyvíjet.

9.1 Trend vývoje Policie České republiky

Vzhledem k bezpečnostní situaci v Evropě přijímají policejní sbory evropských států bezpečnostní opatření. Přílivy uprchlíků a teroristické útoky jsou hrozby, na které je nutné pohotově reagovat. Policie České republiky není v tomto výjimkou. Probíhají snahy o restrukturalizaci policejního sboru. Je patrné úsilí zajistit policejním hlídkám možnost rychlé reakce v případě krizových situací. Vytvoření prvosledových hlídek, které by byly nepřetržitě v pohotovosti pro případ zásahu, vybavené dlouhými palnými zbraněmi je pouze první krok. Dá se předpokládat, že tyto tendence budou pokračovat a Policie České republiky bude měnit strukturu fungování terénních pracovníků, aby zajistila maximální efektivitu.

Společně s připraveností policistů a jejich výcvikem je nutné řešit i otázku materiálního zabezpečení. Moderní vybavení policistů je důležitým faktorem, který ovlivňuje celkovou míru připravenosti policejního sboru. Zcela jistě bude v brzké době probírán i nákup bezpilotních letadel pro bezpečnostní aplikace, který byl již jednou odsunut pro nedostatečnou legislativní připravenost pro provoz u Police České republiky. Policisté však mohou využít pravomocí, které jim propůjčuje Zákon o Policii České republiky. Omezení pro civilní létání se jich tak v případě bezpečnostní hrozby netýká. Hlavním kritériem tak zůstává finanční otázka.

9.2 Implementace RPAS do struktur Policie České republiky

Policie České republiky již v minulosti zvažovala nákup bezpilotních letadel za zhruba 9 milionů korun. Ten se neuskutečnil, ale poukazuje na zájem PČR o zařazení tohoto typu techniky do výbavy. V některých případech již této technologie využila díky zapůjčeným strojům. V následujících letech však tento nákup bude nezbytný. Je důležité zavčas koncipovat návrh vhodných bezpilotních prostředků, které by měli sloužit u Policie České republiky a dát tak možnost vyvinout bezpilotní letadla českého původu. Tím bude docíleno ekonomické výhodnosti a nezávislosti na situaci ve světě. České firmy vyvíjející RPA jsou důkazem, že Česká republika patří v tomto oboru k vrcholu.

Během pěti let bude uskutečněn nákup bezpilotních prostředků, kterými budou vybaveny krajská oddělení. Po těchto prvotních zkušenostech a zjištění potenciálu využití bezpilotních letadel u Policie České republiky bude realizována druhá vlna nákupu bezpilotních prostředků. Budou tak vybaveny i řadové hlídky, které dostanou nástroj k efektivnější práci při mimořádných událostech. Jsou to právě policisté hlídkové služby, kteří přijíždí na místo první a podávají prvotní informace. V některých případech musí také okamžitě jednat a k tomu by měli mít odpovídající vybavení, které umožňuje rychlý přehled o situaci bez ohrožení vlastních životů.

Se zhoršující se bezpečnostní situací v Evropě dojde k militarizaci policie, podobně jako ve Spojených státech. To povede k náborům nových policistů, kvalitnějšímu výcviku pro mimořádné události a zároveň k modernizace vybavení. Bepilotní letadla tak budou jistě jedním z prvních kroků, které Policie České republiky učiní.

ZÁVĚR

Využívání bezpilotních letadel k policejní práci je již ve světě běžné. Průkopnickými státy v této oblasti jsou především Spojené státy, Velká Británie a také Německo, které je našemu prostředí velmi blízké. Je tedy jen otázkou času, kdy i Policie České republiky oficiálně přijme tyto prostředky do své řádné výbavy.

Tato práce ukázala, že fenomén této doby má hlubší kořeny, než by se čekalo. V kapitole o historickém vývoji ilustrovala vývoj bezpilotních letadel vedoucí k dnešním modelům, vhodným pro bezpečnostní aplikace.

V teoretické části se věnovala i současnému stavu legislativy v České republice týkající se bezpilotních létajících systémů. Toto je důležité zejména z důvodu, že Policie České republiky již jednou odvolala nákup bezpilotních systémů pro nepřipravenost legislativy k řádnému provozu a využití k policejní činnosti. Byla také popsána terminologie bezpilotních prostředků, podstatná k odbornému uchopení této problematiky.

V návaznosti na tyto kapitoly byl nastíněn současný stav této technologie v České republice. Zejména armádní stroje patří mezi světovou špičku, je tak nasnadě, že tato konstruktérská tradice zasáhne i resort vnitrostátní bezpečnosti. Byly zmíněny i pokusy o využití bezpilotních letadel Policií České republiky. Těmito případy byl výbuch munice ve Vrběticích na Zlínsku a dále některé akce ve spolupráci s jinými orgány disponujícími těmito bezpilotními prostředky.

Další kapitola popsala modelovou situaci využití bezpilotních letadel a znázornila tak potřebu začlenit tuto technologii do policejní výbavy, zejména v důsledku nárůstu bezpečnostních hrozeb v Evropě.

Tyto kapitoly vedly k samotnému návrhu skladby bezpilotního systému, který by zajistil Policii České republiky možnost efektivnější výkonu práce.

V závěru této práce byl nastíněn budoucí vývoj Policie České republiky v oblasti implementace bezpilotních letadel do standardní výbavy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠÍMA, Jiří. *Dron = letoun nebo letadlo? Aneb pořádek do české odborné terminologie* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: lfgm.fsv.cvut.cz/telc/2014/texty/Sima.pdf
- [2] ŠÍMA, Jiří. DOTYK. *Jak správně létat s "drony" v češtině* [online]. **2015**(25) [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: http://www.dotyky.cz/25-2015/26_jak-spravne-letat-s-drony-v-cestine
- [3] ICAO: *Předpis L2 – Pravidla létání, Doplněk X – Bezpilotní systémy* [online]. [cit. 30. 05. 2015]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L2/data/effective/doplX.pdf>
- [4] *Rozdělení letadel a základní části letounu* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://aerospace.fsik.cvut.cz/leta/la1/D%C4%9Blen%C3%AD%20a%20z%C3%A1kladn%C3%AD%20%C4%8D%C3%A1sti%20letadel.pdf>
- [5] ICAO: *Předpis L16 – Hluk letadel* [online]. [cit. 30. 05. 2016]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [6] ČSN 31 0001 (310001): *Letectví a kosmonautika - Terminologie*. 2005.
- [7] *DJI Spreading Wings S1000+ Review* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.droneexaminer.com/reviews/dji-spreading-wings-s1000-review>
- [8] STEPHENS, Ian. *The U.S. Navy Grounds the MQ-8B Fire Scout Following Two Crashes* [online]. 2012 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://www.aircraft-info.net/2012/07/the-u-s-navy-grounds-the-mq-8b-fire-scout-following-two-crashes/>
- [9] *Droni* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: www.droni.cz
- [20] ZALOGA, Steven. *Unmanned aerial vehicles: robotic air warfare 1917-2007* [online]. New York: Osprey, 2008 [cit. 2016-04-15]. ISBN 18-460-3243-1.
- [31] ŘEHÁK, Martin. *Využití bezpilotních prostředků ve fotogrametrii* [online]. Praha, 2012 [cit. 2016-05-30]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Karel Pavelka.

- [42] SCHWARZ, David. Využití bezpilotních létajících prostředků pro telemetrické účely. *Perners's Contacts* [online]. 2010, 5(III) [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: pernerscontacts.upce.cz/19_2010/Schwarz.pdf
- [53] *Banshee Target Drone* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2013/09/raytheon-demonstrates-accuracy-of-stinger-trainer-in-finland-vshorads-field-trials/banshee-target-drone/>
- [64] MOUDY, Adrienne. *Army tests putting NERO electronic warfare jammer on UAVs* [online]. 2014 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: https://www.army.mil/article/129608/Army_tests_putting_NERO_electronic_warfare_jammer_on_UAVs/
- [75] GROHMANN, Jan. *Elektronický boj: Americká armáda zaspala* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.armadinoviny.cz/elektronicky-boj-americke-armady.html>
- [86] MIHULKA, Stanislav. *Otrokářská kvadrioptera udělá z dronů poslušné otroky. OSEL - Objective Source E-Learning* [online]. 2013 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/7339-otrokarska-kvadrioptera-udela-z-dronu-poslusne-otroky.html>
- [97] ČIHÁK, Jan. *Amazon dostal zelenou - bude doručovat zásilky pomocí dronů. Security magazin* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.securitymagazin.cz/technologie/amazon-dostal-zelenou-bude-dorucovat-zasilky-pomoci-dronu-1404044001.html>
- [108] *Stěhuji se do Ruska, aneb pizza z oblak. Dronmania* [online]. 2014 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.dronmania.cz/stehuji-se-ruska-aneb-pizza-oblak/>
- [119] *Amazon Prime Air* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.amazon.com/b?node=8037720011>
- [20] KŘÍŽ, Vlastimil. *Právní aspekty provozu bezpilotních letadel – dronů. Automa* [online]. 2016(1) [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://automa.cz/res/pdf/54400.pdf>
- [21] *Zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví. In: Zákon pro lidi* [online]. [cit. 29. 04. 2015]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49#p49b
- [22] ICAO: *Předpis L2 – Pravidla létání* [online]. [cit. 02. 05. 2015]. Dostupné z: http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/print/L-2_cely.pdf

- [23] *Řízení letového provozu České republiky: AisView* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://aisview.rlp.cz/>
- [24] ICAO: *Předpis L14 – Ochranná pásma leteckých staveb* [online]. [cit. 02. 05. 2015]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/effective/hl11.pdf> >
- [25] KORŮNEK, David. *Drony často ohrožují letadla, dopravci chtějí zpřísnit zákon* [online]. 2015 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/domaci/problem-s-drony-neni-v-legislative-ale-v-jejich-pilotech/r~797c56c039eb11e5a705002590604f2e/>
- [26] *Dron omezil letecký provoz na Ruzyni, překážel dva kilometry od ranveje* [online]. 2016 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: http://praha.idnes.cz/dron-nad-letistem-v-praze-zdrzel-sest-letadel-fa4-/praha-zpravy.aspx?c=A160509_143031_praha-zpravy_rsr
- [27] *Zákon č. 127/2005 Sb., Zákon o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích)*. In: *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 29. 04. 2015]. Dostupné z: <www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-127>
- [28] *Sbírka zákonů: Plán přidělení kmitočtových pásem (národní kmitočtová tabulka)*. In: . Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, ročník 2010. Dostupné také z: http://www.ctu.cz/cs/download/kmitoctova_tabulka/vyhlaska_105-2010_sb038-10.pdf
- [29] Český telekomunikační úřad: *Plán využití rádiového spektra* [online]. [cit. 31. 10. 2015]. Dostupné z: <www.ctu.cz/predpisy-a-opatreni/plan-vyuziti-radioveho-spektra.html>
- [30] Český telekomunikační úřad: *Všeobecné oprávnění č. VO-R/12/09.2010-12* [online]. [cit. 31. 10. 2015]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/cs/download/ooop/rok_2010/vo-r_12-09_2010-12.pdf>
- [31] *Zákon č. 426/2000 Sb., Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení*. In: *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 29. 04. 2015]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-426>>
- [32] *CE marking, essential requirement to sell in Europe* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.emitech.fr/en/CE-marking.asp>

- [33] *Zákon č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů*. In: *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 29. 04. 2015]. Dostupné z: < <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-101#cast1> >
- [34] *Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky*. In: *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 29. 04. 2015]. Dostupné z: < <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273> >
- [35] Žádost o evidenci pilota, letadla bez pilota a povolení k létání. In: *Úřad pro civilní letectví* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/file/5964>
- [36] Pokyny pro zpracování provozní příručky pro letecké práce s bezpilotními systémy provozovanými podle Doplnku X leteckého Předpisu L 2. In: *Úřad pro civilní letectví* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/file/6685>
- [37] Formulář žádosti o povolení k provozování leteckých činností pro vlastní potřebu bezpilotním letadlem. In: *Úřad pro civilní letectví* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/file/7483>
- [38] Žádost o povolení k provozování leteckých prací bezpilotním letadlem. In: *Úřad pro civilní letectví* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/file/6683>
- [39] Přehled základních požadavků na bezpilotní systémy. In: *Úřad pro civilní letectví* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/letadla-bez-pilota-na-palube/prehled-zakladnich-pozadavku-na-bezpilotni-systemy>
- [40] SAAD, Mohammad. Top 10 Greatest Aerial Battles. In: *War History Online* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://www.warhistoryonline.com/war-articles/top-10-greatest-aerial-battles.html>
- [41] DRONES IN FILM & HISTORY. In: *Good Drones* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://goodrones.wordpress.com/2015/02/04/drones-in-film-history/>
- [42] VISINGR, L. *Bezpilotní vzdušné prostředky*. 2006, Dostupné z: lvisingr.cz/web.org/stazeni/atm/uav.rtf
- [43] Radioplane OQ-2 Aerial Target Drone (1941). In: *Military Factory* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=331

- [44] COLE, Chris. Rise of the Reapers: A brief history of drones. In: *Drone Wars UK* [online]. 2014 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://dronewars.net/2014/10/06/rise-of-the-reapers-a-brief-history-of-drones/>
- [45] *La historia de los aviones no tripulados* [online]. In: . 2009 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://blogs.20minutos.es/enguerra/tag/radioplane-oq-2/>
- [46] VISINGR, Lukáš. *Bezpilotní letadla: futuristické, ale kontroverzní zbraně* [online]. In: . 2013 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://www.natoaktual.cz/bezpilotni-letadla-futuristicke-ale-kontroverzni-zbrane-pmy-/na_analyzy.aspx?c=A130722_105735_na_analyzy_m02
- [47] DUNGAN, T. D. *V-2: a combat history of the first ballistic missile*. Garsington: Windsor [distributor], 2005. Weapons in history. ISBN 15-941-6012-0.
- [48] Bomb Sites - V1 Rockets in Lancashire. In: *Lancashire At War* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.lancashireatwar.co.uk/bomb-sites/4579381859>
- [49] LOS COHETES V1 Y V2. In: *WW2 Global Project* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://ww2globalproject.com/los-cohetes-v1-y-v2/>
- [50] WWII German Aircraft Photographs - Bombers: Mistel - Ju88 & Fighter. In: *Luftwaffe Photos* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.luftwaffephotos.com/lmistel1.htm>
- [51] DOUGHERTY, Martin. *Drones: An Illustrated Guide to the Unmanned Aircraft that are Filling Our Skies* [online]. Amber Books, 2015 [cit. 2016-05-30]. ISBN 978-1782742555.
- [52] Photos of Products, Programs and Services: BQM-34 Firebee Aerial Target SystemTest Line. In: *Northrop Grumman* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.northropgrumman.com/MediaResources/Pages/ProductPhotos.aspx?ProductID=TG-10031>
- [53] In: *Military History Books* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://silverhawkauthor.com/warplane-survivors-usa-oregon_288.html
- [54] Scout. In: *Israeli Weapons* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/scout/Scout.html>
- [55] Pioneer. In: *America's Navy* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://www.navy.mil/view_image.asp?id=25689

- [56] RQ-2A PIONEER UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV). In: *America's Navy* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:
http://www.navy.mil/navydata/fact_display.asp?cid=1100&tid=2100&ct=1
- [57] BEŇUŠ, Tomáš. *RQ-11 Raven* [online]. In: . 2008 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:
<http://technika.specwar.info/letecka/rq-11-raven/>
- [58] Predator C Avenger RPA. In: *General Atomics Aeronautical* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ga-asi.com/predator-c-avenger>
- [59] MILITARY DRONE AIRCRAFT. In: *Immortal Today* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://immortaltoday.com/military-drone-aircraft/>
- [60] Global Hawk. In: *Northrop Grumman* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.northropgrumman.com/capabilities/globalhawk/Pages/default.aspx>
- [61] Media Gallery. In: *Northrop Grumman* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30].
Dostupné z:
<http://www.northropgrumman.com/MediaResources/Pages/MediaGallery.aspx?ProductId=GL-10001>
- [62] Drone Helicopter Gets Deadlier with "Precision Kill" Weapons Upgrade.
In: *Gizmodo* [online]. 2012 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:
<http://gizmodo.com/5901632/drone-helicopter-gets-deadlier-with-precision-kill-weapons-upgrade>
- [63] BÜCHI, Roland. *Fascination quadrocopter*. 1., neue Ausg. Norderstedt: Books on Demand, 2011. ISBN 9783842367319.
- [64] PANCHARTEK, Radek. Tady všude řádili bezpilotní zabijáci. Vietnamci omylem stříleli po sobě. In: *Technet* [online]. 2011 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:
http://technet.idnes.cz/x-47b-odstartoval-predstavujeme-jeho-predchudce-frw-/tec_technika.aspx?c=A110214_143209_tec_technika_kuz
- [65] *Sojka III: Bezpilotní průzkumný komplet* [online]. In: . [cit. 2016-05-30].
Dostupné z: http://lu.fme.vutbr.cz/cuav/index_soubory/prispevky/kuzdas.pdf
- [66] History: SOJKA III. In: *Army.cz* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:
<http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=6312>
- [67] VISINGR, Lukáš. *Scanner* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:
lvisingr.czweb.org/stazeni/atm/scanner.rtf

- [68] *Scanner 1: Bezpilotní monitorovací letadlo* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://hacker-model.com/cz/haes_scanner.html
- [69] Vývoj bezpilotního dronu ve VZLÚ v rámci projektu AUVIS. In: *Výzkumný a zkušební letecký ústav* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.dis.cz/deliver/vzlu-new/cs/vyvoj-bezpilotniho-dronu-ve-vzlu-v-ramci-projektu-auvis-c439.html>
- [70] Bepilotní létající prostředky Optoelektron a Sokol. In: *Vojenský technický ústav* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.vtusp.cz/a/bezpilotni-letajici-prostredky-optoelektron-a-sokol>
- [71] Čeští technici vyvinuli dva bezpilotní letouny pro armádu a policii. In: *Technet.cz* [online]. 2012 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/vojensky-technicky-ustav-vyvinul-bezpilotni-letouny-optoelektron-a-sokol-1uk-/vojenstvi.aspx?c=A120529_162619_vojenstvi_kuz
- [72] Intenzivnější spolupráce s VTÚ je v našem zájmu, řekl ředitel Sekce podpory MO. In: *Ministerstvo obrany České republiky* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.mocr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/intenzivnejsi-spoluprace-s-vtu-je-v-nasem-zajmu--rekl-reditel-sekce-podpory-mo--116140/>
- [73] Bepilotní létající prostředek BRUS. In: *Vojenský technický ústav* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.vtusp.cz/a/bezpilotni-letajici-prostredek-brus>
- [74] V Česku vyrobili nový dron s nočním viděním. In: *Technet.cz* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/dron-vojenskeho-technickeho-ustavu-dbj-/tec_technika.aspx?c=A150217_143547_tec_technika_vse
- [75] BRUS - dron Vojenského technického ústavu: S uplatněním to bude mít těžké. In: *Ozbrojené složky* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/brus-dron-vojenskeho-technickeho-ustavu-s-uplatnenim-to-bude-mit-tezke>
- [76] NOSEK, Adam. PROTOTYPU DRONU POŽEHNÁ KARDINÁL DOMINIK DUKA. In: *Drone and Droid* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://droneandroid.cz/prototypu-dronu-pozehna-kardinal-dominik-duka/>

- [77] *Policie chtěla drony. Nemůže je ale používat, tak z nákupu vycouvala* Zdroj: http://ekonomika.idnes.cz/policie-zrusila-zakazku-na-nakup-dronu-d9j-/ekonomika.aspx?c=A150421_205143_ekonomika_rny [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/policie-zrusila-zakazku-na-nakup-dronu-d9j-/ekonomika.aspx?c=A150421_205143_ekonomika_rny
- [78] ČIHÁK, Jan. Policisté chtěli drony za 9 milionů, ale narazili na českou legislativu. In: *Security magazin* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.securitymagazin.cz/technologie/policiste-chteli-drony-za-9-milionu-ale-narazili-na-ceskou-legislativu-1404044241.html>
- [79] *Robodrone* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.robodrone.com/>
- [80] Policie pozvolna prověřuje možnosti dronů v pátrání po pohřešovaných osobách. In: *Ozbrojené složky* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/policie-pozvolna-proveruje-moznosti-dronu-v-patrani-po-pohresovanych-osobach>
- [81] Drony pro Policii ČR. In: *Ozbrojené složky* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/drony-pro-policii-cr>
- [82] Horská služba ve Špindlerově Mlýně se seznámila s možnostmi UAV. In: *Ozbrojené složky* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/horska-sluzba-ve-spindlerove-mlyne-se-seznamila-s-moznostmi-uav>
- [83] Budou se v Brdech zkoušet drony? Téma i pro nadcházející konferenci. In: *Město Příbram* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://pribram.eu/aktualni-temata/budou-se-v-brdech-zkousej-drony-tema-i-pro-nadchazejici-konferenci.html>
- [84] *S drony se roztrhl pytel, stát chystá cvičiště v Brdech* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/domaci/361860-s-drony-se-roztrhl-pytel-stat-chysta-cviciste-v-brdech.html>
- [85] NOVÁK, Vít. Pardubický kraj ohlídají dva drony. In: *DroneWeb* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.nohttp://www.droneweb.cz/aktuality/item/36-pardubicky-kraj-ohlidaji-dva-drony>

- [86] *DJI Phantom 2 Vision+* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.cnet.com/au/pictures/dji-phantom-2-vision-plus-pictures/>
- [87] FLYDEO. In: *AIRCATFLY* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.aircatfly.com/es/flydeo/>
- [88] Drony asistovaly při rutinní akci Policie České republiky v Brdech. In: *Plzeň* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://www.plzen.eu/obcan/aktuality/z-mesta/drony-asistovaly-pri-rutinni-akci-policie-ceske-republiky-v-brdech.aspx>
- [89] Paris: Les drones policiers serviraient pour de réelles interventions. In: *20 minutes* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.20minutes.fr/paris/1665763-20150812-paris-drones-policiers-serviraient-reelles-interventions>
- [90] HARRIS, Lia. Police drones take off: Secret weapons in the fight against crime and terror attacks. In: *Daily Telegraph* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.dailytelegraph.com.au/news/nsw/police-drones-take-off-secret-weapons-in-the-fight-against-crime-and-terror-attacks/news-story/026a4a5eb8e97c83cba2eaaba424b591>
- [91] TUCKER, Patrick. DHS: Drug Traffickers Are Spoofing Border Drones. In: *Defense One* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.defenseone.com/technology/2015/12/DHS-Drug-Traffickers-Spoofing-Border-Drones/124613/>
- [92] Drug cartels ‘spoofing’ DHS drones at the U.S.-Mexico border. In: *National Security* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.nationalsecurity.news/2015-12-28-drug-cartels-spoofing-dhs-drones-at-the-u-s-mexico-border.html>
- [93] *Police, Border Patrol, other agencies looking to expand drone use at home* [online]. 2012 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.foxnews.com/politics/2012/02/26/police-border-patrol-other-agencies-looking-to-expand-drone-use-at-home.html>
- [94] *MAPPING & TRACKING PIX4D - 3D Mapping Software for Drones* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.officer.com/product/12082786/uav-direct-pix4d-3d-mapping-software-for-drones>

- [95] BRUS: Ostrá akce českého dronu v muničním skladu. In: *Armádní noviny* [online]. 2014 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.armadninoviny.cz/e2809eostra22-premiera-ceskeho-bezpilotniho-stroje-v-municnim-skladu.html>
- [96] Robodrone Industries. In: *Flickr* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/robodrone/>
- [97] MSP Air Wing Video of Rescue in Carver Woods. In: *Massachusetts State Police* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.mspnews.org/2015/01/msp-air-wing-video-of-rescue-in-carver-woods/>
- [98] Nejspíše psychicky narušený člověk šermoval nabitou pistolí mezi lidmi. Zneškodnila ho zásahovka. In: *Plzeňsko na dlani* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.plzenskonadlani.mzf.cz/nejspise-psychicky-naruseny-clovek-sermoval-nabitou-pistoli-mezi-lidmi-zneskodnila-ho-zasahovka/>
- [99] LANG, Pavel. Na tradičním leteckém svátku CIAF bude také Vojenský technický ústav. In: *Plzeňsko na dlani* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.vtusp.cz/news/na-tradicnim-leteckem-svatku-ciaf-bude-take-vojensky-technicky-ustav>
- [100] Kompozitní drak bezpilotního létajícího prostředku SOKOL. In: *Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací* [online]. 2012 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://www.isvav.cz/resultDetail.do;jsessionId=97D5616E87C7461344341B7B63DB37CB?rowId=RIV%2F00010669%3A_____%2F12%3A%230001431%21RIV13-MV0-00010669
- [101] Hermes 1500. In: *Israeli Weapons* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/hermes_1500/Hermes_1500.html
- [102] MICRODRONES MD4-3000. In: *Microdrones* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://www.microdrones.com/en/products/md4-3000/>
- [103] Policie bude používat na demonstranty drony s pepřovým sprejem. In: *Security Magazin* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z:

<http://www.securitymagazin.cz/technologie/policie-bude-pouzivat-na-demonstranty-drony-s-peprovym-sprejem-1404044130.html>

- [104] UNIKÁTNÍ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM PRO DRONY. In: *Vysoké učení technické v Brně* [online]. 2015 [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/tiskove-zpravy-f19527/unikatni-zachranny-system-pro-drony-d100218>
- [105] *GINA Software* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ginasoftware.cz/cs/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UAV	Bezpilotní létající prostředek
UAS	Bezpilotní létající systém
RPA	Bezpilotní letadlo
RPAS	Bezpilotní systém
PČR	Policie České republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Rozdíl mezi UAV/RPA a UAS/RPAS [1]</i>	13
<i>Obr. 2. Vývoj označení bezpilotních letadel ve světě</i>	14
<i>Obr. 3. Oktokoptéra DJI Spreading Wings [7]</i>	15
<i>Obr. 4. Bepilotní vrtulník MQ-8B Fire Scout [8]</i>	16
<i>Obr. 5. Rozdělení dle účelu</i>	18
<i>Obr. 6. Dálkově pilotovaný cvičný terč Banshee [13]</i>	21
<i>Obr. 7. RPAS se zařízením pro elektronický boj [14]</i>	22
<i>Obr. 8. Amazon Prime Air [19]</i>	23
<i>Obr. 9. Klasifikace bezpilotních prostředků dle legislativy [20]</i>	26
<i>Obr. 10. Provoz RPA v okolí neřízeného letiště (ATZ) [22]</i>	28
<i>Obr. 11. Provoz RPA v okolí řízeného letiště (CTR) [22]</i>	29
<i>Obr. 12. Legenda k obrázkům 10 a 11 [22]</i>	29
<i>Obr. 13. Označení shody s normami Evropské unie [32]</i>	30
<i>Obr. 14. Přehled požadavků na RPAS z hlediska legislativy ČR [39]</i>	32
<i>Obr. 15. Nákrasy rakouských bezpilotních balónů z roku 1849 [41]</i>	34
<i>Obr. 16. Tiger Moth [44]</i>	34
<i>Obr. 17. Radioplane OQ-2 [45]</i>	34
<i>Obr. 18. Raketa V-1 [48]</i>	35
<i>Obr. 19. Raketa V-2 [49]</i>	35
<i>Obr. 20. Mistel [50]</i>	36
<i>Obr. 21. Ryan AQM-34 (Fire Fly) [52]</i>	37
<i>Obr. 22. Mazlat Mastiff [53]</i>	37
<i>Obr. 23. Scout [54]</i>	37
<i>Obr. 24. RQ-2 Pioneer [55]</i>	38
<i>Obr. 25. RQ-11 Raven [57]</i>	39
<i>Obr. 26. MQ-9 Reaper (Predator B) [59]</i>	39
<i>Obr. 27. RQ-4 Global Hawk [61]</i>	40
<i>Obr. 28. RQ-8 Fire Scout [62]</i>	41
<i>Obr. 29. Sojka III [66]</i>	43
<i>Obr. 30. Scanner I [68]</i>	43
<i>Obr. 31. Sokol [70]</i>	44
<i>Obr. 32. Optoelektron [72]</i>	44

<i>Obr. 33. BRUS [76]</i>	45
<i>Obr. 34. Robodrone Kingfisher na půdě Policejní akademie [81]</i>	47
<i>Obr. 35. DJI Phantom [86]</i>	48
<i>Obr. 36. Flydeo Y6 [87]</i>	48
<i>Obr. 37. RPA při kontrole vojenského areálu v Brdech [88]</i>	48
<i>Obr. 38. Použití RPAS francouzskou zásahovou jednotkou [89]</i>	52
<i>Obr. 39. Záběr havárie z bezpilotního letadla [90]</i>	53
<i>Obr. 40. RPAS pro ochranu hranic USA s Mexikem [92]</i>	54
<i>Obr. 41. ShadowHawk úřadu Sheriffa USA [93]</i>	54
<i>Obr. 42. Rekonstrukce místa činu pomocí RPAS [94]</i>	55
<i>Obr. 43. Řídící stanice BRUSu ve Vrběticích [95]</i>	56
<i>Obr. 44. Robodrone Kingfisher při cvičení IZS – scénář pátrání po osobě [96]</i>	57
<i>Obr. 45. Operační centrum RPAS Kingfisher [96]</i>	58
<i>Obr. 46. Bepilotní multikoptéra německé policie [81]</i>	60
<i>Obr. 47. Záběr z infračervené termokamery policejního vrtulníku [97]</i>	61
<i>Obr. 48. Zásahová jednotka Policie České republiky [98]</i>	63
<i>Obr. 49. Sokol [99]</i>	64
<i>Obr. 50. Řídící stanice [101]</i>	65
<i>Obr. 51. Aerodynamický tvar kvadrokoptéry Microdrone MD4-3000 [102]</i>	67
<i>Obr. 52. RPAS se zařízením k postřiku [103]</i>	68
<i>Obr. 53. Robodrone Kingfisher podporující systém GINA [105]</i>	69

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Rozdělení dle typu pohonu a křídla.</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2. Rozdělení dle letových parametrů</i>	<i>20</i>