

Využití bezpilotních prostředků v bezpečnostních aplikacích

Vít Foltýn

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Vít Foltýn
Osobní číslo: L21573
Studijní program: B1032A020002 Ochrana obyvatelstva
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Využití bezpilotních prostředků v bezpečnostních aplikacích

Zásady pro vypracování

- Zpracujte literální rešerši na danou problematiku.
- Zmapujte současné vojenské bezpilotní prostředky.
- S využitím vybrané metody analyzujte typy a způsoby využití vojenských bezpilotních prostředků a navrhněte možnosti jejich využití v ochraně obyvatelstva.

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

Seznam doporučené literatury:

1. FRANTZMAN, Seth J. *Drony: bitvy budoucnosti*. Technologie (Zoner Press). Brno: Zoner Press, 2022. ISBN 978-80-7413-525-5.
2. GUSTERSON, Hugh. *Drone Remote Control Warfare*. Cambridge: The MIT Press, 2017. ISBN 978-0262534413.
3. SLOGGETT, Dave. *Drone Warfare: The Development of Unmanned Aerial Conflict*. New York: Skyhorse, 2015. ISBN 978-1632205056.

Další literatura dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Rak, Ph.D.**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 3. 5. 2024

Jméno a příjmení studenta: Vít Foltýn

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na využití bezpilotních prostředků v bezpečnostních aplikacích. V teoretické části práce je uvedena základní problematika bezpilotních prostředků, aktuálně užívané bezpilotní systémy integrovaného záchranného systému a současné vojenské bezpilotní systémy. Praktická část je zaměřena na komparaci bezpilotních systémů integrovaného záchranného systému a nové návrhy užití bezpilotních systémů pro ochranu obyvatelstva. Hlavním cílem této práce je s využitím vybrané metody analyzovat typy a způsoby využití vojenských bezpilotních prostředků a navrhnout možnosti jejich využití v ochraně obyvatelstva. K dosažení cíle byly využity metody rešerše, analýza, dedukce a komparace. Provedeným výzkumem jsem zjistil, že integrovaný záchranný systém aktivně využívá bezpilotní systémy na stále více úkolů. Hlavním zjištěním jsou nové možné návrhy na využití bezpilotních systémů v ochraně obyvatelstva.

Klíčová slova: bezpilotní prostředek, bezpilotní systém, Integrovaný záchranný systém, RPA, RPAS, UAV

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the use of unmanned aerial vehicles in security applications. In the theoretical part of the thesis, the basic issues of unmanned vehicles, currently used unmanned systems of the integrated rescue system, and current military unmanned systems are presented. The practical part is focused on the comparison of unmanned systems of integrated rescue system and new proposals for the use of unmanned systems for the population protection. The main objective of this work is to analyze the types and methods of using military unmanned systems and to propose the possibilities of their use in the population protection using the selected method. In order to achieve the goal, the methods of research, analysis, deduction and comparison were used. Through the conducted research I found that the integrated rescue system actively uses unmanned systems for more tasks. The main findings are new possible proposals for the use of unmanned systems in the protection of the population.

Keywords: unmanned aerial vehicle, unmanned system, Integrated Rescue System, RPA, RPAS, UAV

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Jakubu Rakovi, Ph.D., za odborné vedení při zpracovávání bakalářské práce, poznatky a cenné rady.

Dále bych rád poděkoval mé rodině za podporu při celé době mého studia.

“Drones overall will be more impactful than I think people recognize, in positive ways to help society.”

– Bill Gates

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY	11
2 HISTORIE BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ.....	13
3 RPAS INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU.....	19
3.1 RPAS POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY.....	19
3.1.1 Dji Mavic 3 Thermal	20
3.1.2 BRUS	20
3.2 RPAS HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU	21
3.2.1 Dji Mavic 2 Enterprise Advanced.....	22
3.2.2 Dji Matrice 30T	22
3.2.3 Dji Matrice 210 V2 RTK	23
3.3 RPAS ARMÁDY ČESKÉ REPUBLIKY	25
3.3.1 AeroVironment RQ-12 Wasp AE	26
3.3.2 AeroVironment RQ-11 B Raven.....	26
3.3.3 AeroVironment RQ-20 Puma 3 AE	27
3.3.4 Boeing Insitu ScanEagle	28
4 SOUČASNÉ VOJENSKÉ BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY	30
4.1 VOJENSKÉ BEZPILOTNÍ SYSTÉMY USA.....	31
4.1.1 General Atomics MQ-9 Reaper (Predator B).....	31
4.1.2 General Atomics MQ-1C Gray Eagle (Sky Warrior).....	32
4.1.3 AeroVironment Switchblade.....	32
4.2 VOJENSKÉ BEZPILOTNÍ SYSTÉMY IZRAELE	33
4.2.1 IAI Heron	33
4.2.2 IAI Harop	34
4.2.3 Elbit Hermes 900.....	35
4.3 VOJENSKÉ BEZPILOTNÍ SYSTÉMY ČÍNY.....	35
4.3.1 Wing Loong (Pterodactyl).....	36
4.3.2 CH-4 (Cai Hong 4).....	36
4.3.3 WZ-7	37
4.4 VOJENSKÉ BEZPILOTNÍ SYSTÉMY RUSKA.....	37
4.4.1 S-70 Okhotnik-B	38
4.4.2 HESA Šahíd-136.....	39
4.4.3 Forpost-R.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
5 TECHNICKÁ SPECIFIKA RPAS IZS.....	42
6 KOMPARACE RPAS U IZS.....	43
6.1 POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY	43

6.2	HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR.....	43
6.3	ARMÁDA ČESKÉ REPUBLIKY	44
6.4	VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA VARIANT: BODOVACÍ METODA.....	44
6.5	ZÁVĚR KOMPARACE RPAS U IZS	45
7	VYUŽITÍ RPAS V BEZPEČNOSTNÍCH APLIKACÍCH V ZAHRANIČÍ.....	46
7.1	VYUŽITÍ RPAS PRO MITIGACI LAVINY	46
7.2	VYUŽITÍ RPAS JAKO NOSIČE CBRN DETEKČNÍCH MODULŮ	47
7.3	VYUŽITÍ RPAS PRO VÝŠKOVÉ HAŠENÍ	48
7.4	VYUŽITÍ RPAS JAKO NOSIČE AED.....	49
7.5	VYUŽITÍ RPAS PŘI NOUZOVÉM ZÁSOBOVÁNÍ.....	51
8	NÁVRH NA VYUŽITÍ RPAS V OCHRANĚ OBYVATELSTVA.....	53
8.1	VYUŽITÍ RPAS BĚHEM EVAKUACE.....	53
8.2	VYUŽITÍ RPAS PRO VAROVÁNÍ OBYVATELSTVA	54
8.3	VYUŽITÍ RPAS PRO MONITOROVÁNÍ POVODŇOVÉ AKTIVITY	54
8.4	VYUŽITÍ RPAS PRO PREVENTIVNÍ MONITOROVÁNÍ VELKOPLOŠNÝCH ZVLÁŠTNĚ CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ V OBDOBÍ SUCHA	55
8.5	VYUŽITÍ RPAS BĚHEM ZÁCHRANY TONOUCÍHO.....	57
8.6	VYUŽITÍ RPAS PŘI PÁTRÁNÍ PO POSTIŽENÉM ZZS	59
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK.....	74

ÚVOD

V dnešní době se stále častěji setkáváme s využitím bezpilotních prostředků v různých bezpečnostních aplikacích, ať už ozbrojených složkách či integrovaném záchranném systému.

Bezpilotní prostředky mají potenciál zlepšit monitorování a průzkum, což může vést k efektivnějšímu řízení a minimalizaci rizik jak v rámci ozbrojených konfliktů, tak i při činnostech složek integrovaného záchranného systému.

S ohledem na stále se rozvíjející technologické možnosti a rostoucí potřebu efektivních bezpečnostních opatření je téma využití bezpilotních prostředků v bezpečnostních aplikacích nejen aktuální, ale také v současné době rozvíjející. Pomalu se stává nedílnou součástí moderního přístupu k zajištění bezpečnosti a ochrany občanů.

Hlavním cílem této práce je s využitím vybrané metody analyzovat typy a způsoby využití vojenských bezpilotních prostředků a navrhnout možnosti jejich využití v ochraně obyvatelstva.

Díličními cíli práce je zmapování současných vojenských bezpilotních prostředků, které se aktuálně nacházejí ve zbrojních arzenálech především technologicky vyspělých zemí a zpracování literární rešerše na danou problematiku.

Při tvorbě práce byla použita metoda rešerše pro získání rozsáhlého přehledu o problematice bezpilotních prostředků. Analýza byla využita ve většině částí práce a to zejména ve srovnání parametrů jednotlivých bezpilotních systémů pro potřeby následné komparace. Dále byla analýza užita v návrhové části možného využití bezpilotních systémů pro potřeby ochrany obyvatelstva. Dedukcí byl zvolen typ a účel možného nasazení vojenských bezpilotních prostředků během daných návrhů a komparací byly srovnány technické parametry současně využívaných bezpilotních prostředků složkami IZS.

Práce se zaměřuje pouze na letecké bezpilotní prostředky. Opírá se o legislativu bezpilotních prostředků v rámci terminologie, dále problematiku legislativy bezpilotních prostředků nerozebírá. Práce řadí opožděnou munici, též přezdívanou jako kamikadze drony, do podkategorie bezpilotních systémů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY

Úvodem je zapotřebí stanovení správné terminologie tématu, pro tuto skutečnost je nutností rozlišovat, zda se jedná pouze o dálkově pilotovaný stroj bez přídavných systémů, jehož hlavní funkcí představuje jen samotný let. V tomto případě se jedná o bezpilotní letadlo v anglické terminologii RPA. V případě bezpilotního prostředku se sekundární výbavou, jakými mohou být přístroje pro snímání obrazu, měřicí přístroje, záchranné systémy jako je například padák, podvěsné nosiče a jiné systémy, stává se z bezpilotního letadla bezpilotní systém v anglické terminologii RPAS (ČESKO, 2022), (Drone, UAV, UAS, RPA or RPAS, 2021).

V roce 2007 Mezinárodní asociace pro civilní letectví (ICAO) oficiálně přijala termín RPA (z anglického Remotely Piloted Aircraft) jako náhradu za termín UAV (Unmanned Aerial Vehicle), a termín RPAS (z anglického Remotely Piloted Aircraft System) jako náhradu za termín UAS (Unmanned Aircraft System). Nicméně, je třeba poznamenat, že Velká Británie a Spojené státy tyto zkratky RPA a RPAS neuznávají a stále preferují používání termínů UAV a UAS (ČESKO, 2022), (Drone, UAV, UAS, RPA or RPAS, 2021).

Oficiální překlad anglických zkratk je uveden v leteckém předpisu L2, doplňku X, který vydalo Ministerstvo dopravy České republiky, konkrétně Úřad pro civilní letectví. Podle tohoto předpisu je termín Remotely Piloted Aircraft (RPA) oficiálně přeložen jako "bepilotní letadlo". Dále letecký předpis stanovuje, že Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) se v češtině ekvivalentně označuje jako "bepilotní systém" (ČESKO, 2022).

Původně byly RPAS využívány armádami pro letecký průzkum zájmových oblastí bez rizika pro palubní personál pilotovaných letadel. Postupně byly vybaveny i zbraněmi pro cílenou eliminaci vojenských cílů. Tato kategorie bezpilotních letadel je obecně označována jakoUCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicle), což je anglický termín označující jejich schopnost provádět bojové operace (Defense Technical Information Center, 1999).

S rozvojem technologií RPAS se snižovaly náklady na jejich komponenty, což umožnilo jejich proniknutí do civilní sféry. Zde jsou především využívány pro rekreační létání, pořizování fotografií a natáčení. V posledních letech jsou často nasazovány pro natáčení filmů kameramany a také k revizím technických sítí, jako jsou sloupy vysokého napětí, vodovody a ropovody.

Pro tyto potřeby vznikají průmyslové RPAS se specifickými technickými vlastnostmi. Průmyslové RPAS si našli své místo i v rámci integrovaného záchranného systému.

2 HISTORIE BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ

Počátky

Za první bezpilotní prostředek těžší než vzduch je považován „Aerial Target“, jak již název napovídá jednalo se prototyp létajícího rádiově ovládaného terče určeného pro britské piloty. Zkonstruován byl v březnu roku 1917 Dr. Archibaldem Lowem (Historie bezpilotních leteckých prostředků, 2017).



Obrázek 1 Aerial target (Iwm.org, 2017)

V době První světové války vznikl ještě jeden bezpilotní prostředek, a to Americké vzdušné torpédo, též přezdívané jako „Kettering Bug“. Kettering bug poprvé vzlétl v říjnu roku 1918. I přes to, že oba bezpilotní letecké prostředky ukázaly nadějně výsledky, ani jeden z nich nebyl operačně nasazen ve válce. Když začala Druhá světová válka, uvažovalo se o znovu nasazení a zlepšení Kettering Bugu (Kettering bug, 2020).



Obrázek 2 Kettering Bug (E-education.edu, 2020)

Avšak od rozhodnutí se ustoupilo, a to především kvůli tomu, že i kdyby se Bug vylepšil, nedokázal by účinně zasáhnout klíčové cíle v Německu ze základen v Anglii (Kettering bug, 2020).

Přesto se zkušenosti s Kettering Bugem využily při vývoji prvních naváděných střel a radiově řízených bezpilotních leteckých prostředků (Kettering bug, 2020).

30. léta 20. století a Druhá světová válka

V 30. letech vyvinulo britské Královské námořnictvo primitivní, radiově řízené bezpilotní letadlo Queen Bee. Jednalo se o předělaný cvičný letoun Tiger Moth na ovládání rádiem bez přítomnosti pilota. Queen Bee mohla být opětovně používána a dosahovala rychlostí až 160 km/h. Namísto toho, aby byla použita k útokům, sloužila Queen Bee stejně jako Aerial Target převážně jako letecký terč pro trénink britských pilotů. Díky „Queen Bee“ se také přisuzuje odvozený název pro letecký bezpilotní prostředek jako „dron“, kdy „drone“ je v angličtině termín pro čmeláka (De Havilland DH82B Queen Bee, 2016), (Gusterson, 2017).



Obrázek 3 Queen Bee (Dronewars.net, 2014)

Během druhé světové války vyvinuli nacisté bezpilotní letadlo určené k útokům na civilní cíle. Bzpilotní létající prostředek známý jako V-1, též považovaný za bezpilotní létající bombu, dosahoval rychlostí téměř 804 km/h, nesl 907 kilogramů explozivní látky a mohl urazit až 241 kilometrů. Rozpětí křídel činilo 6 metrů a měřil 7,6 metru na délku. Více než 2 400 těchto bezpilotních letadel dopadlo na Londýn, což vedlo k obrovskému ničení majetku a ke ztrátě přibližně 6 200 životů zraněných (Soodalter, © 2024).

Německo však nevyslalo V-1 pouze na Británii, v květnu 1945 je vypouštělo také na Belgii. V-1 zde způsobily zdrcující zkázu a zabily asi 5 000 lidí, převážně v Antverpách, Bruselu a Lutychu, jednalo se o poslední zoufalý pokus zastavit postup spojenců. Avšak Tom Scheve udává ztráty v Anglii poněkud optimističtější, a to 900 mrtvých a až 35 000 zraněných (Soodalter, © 2024), (Scheve, © 2024).



Obrázek 4 V-1 na odpalové rampě (Historynet.com, 2024)

60. léta 20. století

RPAS AQM-34, původně známý jako Ryan Firebee, byl vyvinut společností Ryan Aeronautical v roce 1951. První prototyp provedl svůj první let v roce 1958 a stal se jedním z prvních RPAS s proudovým pohonem. Americká armáda přijala verzi označenou AQM-34A, která začala být vyráběna v roce 1960. V 60. a 70. letech provedl více než 34 000 letů (Sloggett, 2015).



Obrázek 5 AQM-34 Ryan Firebee
(Sandiegoairandspace.org, 2023)

Tyto RPAS byly vypouštěny z letadel C-130 pro mise nad Čínou a Vietnamem. Inženýři jeho výroby byli zároveň operátory těchto RPAS pomocí joysticku přímo z vypouštěcího letadla (Sloggett, 2015).

70. a 80. léta

Na konci 70. a v 80. letech vyvinul Izrael RPAS Scout a Pioneer, které představovaly posun k lehčím, více kluzákovým typům RPAS, které jsou dnes v provozu. Scout byl pozoruhodný svou schopností přenášet živě obraz s 360stupňovým zobrazením terénu. Malá velikost těchto RPAS je činila ekonomicky dostupnými a obtížnými k sestřelení a detekci. Během Jomkipurské války v roce 1973 Izrael ukázal nový způsob využití RPAS, a to když zaznamenal velké ztráty letadel v soubojích s egyptským letectvem a pozemními bateriemi, následkem toho začal vysílat RPAS do pásem těchto baterií, aby vyvolal palbu Egyptské protiletectvé obrany (Frantzman, 2022), (Gusterson, 2017).



Obrázek 6 IAI Scout (Iai.co, 2023)

Tímto způsobem použil Izrael RPAS jako návnadu k určení polohy egyptských raketových baterií a poté vyslal pilotovaná letadla k jejich zničení. Izrael, který je historicky na prvních místech vývoje RPAS je znovu využil i během své války v Libanonu v roce 1982 k průzkumu pozemních cílů. USA získaly RPAS Pioneer od Izraele a použily je ve Válce v Zálivu (Frantzman, 2022), (Gusterson, 2017).

Je zaznamenaný případ Iráckých vojáků jak se pokusili vzdát jednomu z Pioneer, když letěl nad nimi. Již zde byl zaznamenaný silný psychologický efekt těchto prostředků na bojišti (Pioneer RQ-2A UAV, 2020).



Obrázek 7 RQ-2A Pioneer (Lovegbsk.pics, 2021)

Blízká minulost

Ačkoli technologie RPAS viděla sporadický vývoj po celé 20. století, nejzásadnější zvrát v nasazení RPAS nastal až po příchodu bezpilotního prostředku „Predator“, kdy si bezpilotní prostředky získaly trvalé místo na bojištích. Predátor byl prvním RPAS, který umožňoval dálkové ovládání na tisíce kilometrů. Nicméně, byl operativně závislý na počasí a mohl tak havarovat během nepříznivých meteorologických podmínek. Začátkem roku 1995 byl poprvé nasazen Spojenými státy k průzkumným misím během války v Bosně a později v letech 1998 a 1999 během konfliktu v Kosovu. Jeho výhody v porovnání se satelity pro sledování se brzy ukázaly jako zásadní (Gusterson, 2017).

Predator zpočátku nebyl schopen nést výzbroj, výzbroj byla otestována a následně osazena až po roce 2001. Touto skutečností nebyl prvním osazeným RPAS výzbrojí, tím byly RPAS užity Íránem proti Iráckým pozemním jednotkám v 80. letech 20. století. V této chvíli byla Amerika proti cílenému užití RPAS jako zbraně, avšak tuto skutečnost změnil teroristický útok na dvojčata 11. září 2001 v New Yorku. Coffey Black, tehdejší ředitel protiteroristického centra CIA, se k této situaci vyjádřil „There was ‘before’ 9/11 and there is ‘after’ 9/11. After 9/11 the gloves come off“ (Gusterson, 2017).

Po tomto oznámení netrvalo dlouho a v roce 2002 prezident Spojených států George W. Bush schválil první známé použitíUCAV za cílem eliminace vůdce al-Káidy v Jemenu. Toto schválení bylo velkým milníkem ve světě bezpilotních prostředků a vedlo k humánním otázkám jejich využití v ozbrojených konfliktech (Lushenko, 2023).

Toto schválení zároveň spustilo precedens užití Predátoru a dalších obdobných UCAV k eliminaci vysoko postavených cílů (Lushenko, 2023).

UCAV MQ-1 Predator se stal zakládajícím systémem pro pozdější modernizace a navazující UCAV, stal se tak předlohou pro MQ-9 "Reaper" a jeho varianty (Gusterson, 2017).



Obrázek 8 MQ-1 Predator (Hurlburt.af.mil, 2021)

3 RPAS INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

RPAS se postupně dostávají i do Integrovaného záchranného systému, dále jen IZS, kde zastávají především podpůrnou roli v rámci plnění úkolů IZS.

Mezi nejčastější úkoly RPAS u IZS patří asistence u požárů, asistence statikům při posouzení budov, vyhledávání pohřešovaných osob, tvorba 3D modelu závažné dopravní nehody, monitoring živelných pohrom a detekce ostatních nežádoucích bezpilotních prostředků. Je důležité poznamenat, že RPAS dislokovány u IZS jsou také podřízené legislativě (Využití dronů pro Integrovaný záchranný systém, © 2019).

V rámci Armády České republiky slouží RPAS hlavně pro průzkum, cvičení a navádění na cíl.

Dle distributora dronySIT se dostaly RPAS k IZS poprvé v roce 2019, avšak bezpilotními prostředky BRUS disponovala Policie České republiky již v roce 2017 (Využití dronů pro Integrovaný záchranný systém, © 2019), (Schindlová, © 2024).

3.1 RPAS Policie České republiky

RPAS Policie České republiky jsou nejčastěji nasazovány při různých cvičení, dohledu nad děním na sportovních utkáních, hledání ztracených osob, vyhodnocení dopravní nehody zpětným 3d modelem nehody, dohled nad dopravní situací, monitoring státních hranic, detekce bezpilotních prostředků porušujících letovou legislativu. Pro docílení efektivních výsledků při zmiňovaných možnostech nasazení je zapotřebí RPAS se specifickými technickými parametry (Schindlová, © 2024), (Slováček, © 2001 - 2024).

Středočeská policie již běžně implementovala RPAS pro řešení silničních přestupků (Slováček, © 2001 - 2024).

Využívá komerčních RPAS vyšší třídy zajišťující dostatečné rozlišení snímacích senzorů pro identifikaci a záznam silničních poznávacích značek a následné vyřízení přestupků. Nejčastější zástupci RPAS u Policie České republiky jsou RPAS série Mavic od výrobce Dji (Slováček, © 2001 - 2024).

Speciální místo zde zastává RPAS BRUS, které jsou přímo vyrobeny pro potřeby Policie České republiky (Slováček, © 2001 - 2024).

3.1.1 Dji Mavic 3 Thermal

Mavic 3 Thermal je RPAS třetí generace série Mavic disponující termální kamerou, v rámci Policie České republiky jej aktivně využívají středočeští policisté pro sledování silničních přestupků (Slováček, © 2001 - 2024).

Disponuje klasickým snímačem pro záznam obrazu a termálním snímačem, díky kterému je také použitelný jako pátrač při vyhledávání osob. Mezi hlavní výhody tohoto RPAS patří uživatelská přívětivost na ovládání a dostupnost náhradních dílů (Slováček, © 2001 - 2024).



Obrázek 9 Dji Mavic 3 Thermal (Eko-drony.cz, 2024)

3.1.2 BRUS

BRUS – Bezpilotní rotorový systém je RPAS vyrobený Vojenským technickým ústavem letectva a protivzdušné obrany pro potřeby Policie České republiky. BRUS na rozdíl od komerčních RPAS Policie České republiky jsou značeny patřičnými rozpoznávacími znaky a barvami Policie České republiky (Schindlová, © 2024), (Vojenský technický ústav, © 2024).

BRUS je navržen pro zastoupení klasické letecké techniky za cílem ekonomického ušetření. Pro potřeby IZS je schopen plnit dokumentaci nehod, požárů a živelných pohrom, kontrolu znečištění ovzduší a kontrolu životního prostředí (Schindlová, © 2024), (Slováček, © 2001 - 2024), (Vojenský technický ústav, © 2024).

Mezi jeho přední vlastnosti patří zvýšená odolnost proti přírodním vlivům, je schopen letu v prašném prostředí, sněhu a dešti, těmito vlastnosti konkurenční série Mavic od výrobce DJI nedisponuje. BRUS také disponuje záchranným padákem pro případ selhání motorů (Vojenský technický ústav, © 2024).

BRUS je vybaven dvěma snímači, snímačem s nočním viděním a tradičním snímačem pro záznam během dne (Vojenský technický ústav, © 2024), (Slováček, © 2001 - 2024).



Obrázek 10 BRUS (Pribram.cz, 2019)

Bezpilotní letecké prostředky BRUS jsou dislokovány u letecké služby policie, a to v počtu 16 kusů (Schindlová, © 2024).

3.2 RPAS Hasičského záchranného sboru

RPAS jsou využívány při zásazích jako užitečný nástroj pro průzkum a lepší koordinaci operací. Pomáhají poskytnout přehled o situaci a struktuře postižené oblasti, což umožňuje efektivnější řízení akce. Například při požárech nebo povodních mohou RPAS rychle monitorovat široké a obtížně přístupné oblasti, což rychleji přispívá k rozhodnutí o taktice zásahu. Díky termokameře lze také odhalit skrytá ohniska hoření. Navíc mohou nahradit fyzickou přítomnost hasičů při průzkumu nebezpečných oblastí, což snižuje riziko úrazů a umožňuje ochranu životů a zdraví zasahujících jednotek (Strakoš, ©2024).

Za zmínku stojí také jejich možnost využití jako nástroj pro vyšetřovatele požárů, kteří se zabývají zjišťováním příčin vzniku požárů. Tyto RPAS umožňují získat obrazovou dokumentaci místa požáru z výšky, což je zvláště užitečné při velkých požárech nebo v obtížně přístupných a nebezpečných oblastech, kde by fyzická přítomnost vyšetřovatelů byla riziková. Tímto způsobem RPAS podporují důkladné prozkoumání místa požáru a efektivněji usnadňují šetření příčiny vzniku požáru (Strakoš, ©2024).

V rámci koncepce provozu RPAS u HZS ČR jsou založeny opěrné body v Libereckém, Jihočeském, Jihomoravském, Moravskoslezském kraji a jedna výjezdová skupina v rámci Technického ústavu požární ochrany (HZS, © 2024), (Strakoš, ©2024).

Na těchto opěrných bodech slouží vyškolený personál a v případě potřeby HZS ČR operativně nasazují RPAS na stanovených územích. Po požáru v Českém Švýcarsku se také přidal opěrný bod v Ústeckém a Karlovarském kraji (HZS, © 2024), (Strakoš, ©2024).

3.2.1 Dji Mavic 2 Enterprise Advanced

Dji Mavic 2 Enterprise je RPAS průmyslové verze druhé řady série Mavic, disponující termálním snímačem (Dji Mavic 2 Enterprise, 2018).

V rámci HZS je dislokován v Ústí nad Labem, kde je na něj proškolen 10 příslušníků HZS a své první ostré nasazení absolvoval při požáru v Hřensku kde s ním bylo provedeno 267 letů. Dále byl nasazen na třídní pátrací akci po pohřešované osobě v Děčíně. Svě užití našel také při lezeckém výcviku (HZS, © 2024).

Dji Mavic 2 Enterprise Advanced lze osadit akustickým modelem, díky kterému lze přehrávat živě namluvená slova, předem nachystané zprávy nebo živě přehrát napsané informace, této technologie lze využít v případě úkolů ochrany obyvatelstva. Institut ochrany obyvatelstva disponuje tímto RPAS, a to včetně akustického modelu (Dji Mavic 2 Enterprise, 2018).



Obrázek 11 Dji Mavic 2 Enterprise Advanced (Djitelink.cz, 2018)

3.2.2 Dji Matrice 30T

Dji Matrice 30T je vlnkovou lodí přenosných průmyslových RPAS od výrobce Dji, a to především díky vysoké odolnosti proti meteorologickým vlivům a pokročilému softwaru. Odolnost odpovídá standardu IP55. Operační teplota je od -20°C až po 50°C což je u bezpilotních leteckých prostředků velmi ojedinělé z důvodu špatné funkčnosti baterií v mrznoucích teplotách (Dji Matrice 30T, 2022).

Dji Matrice 30T disponuje dedikovanou kamerou pro pilota (FPV kamera), je tak žádoucí zapojení dvou operátorů, jednoho obstarávajícího let a druhého zajišťující pozorování a snímáče. Dji Matrice 30T disponuje také lidarem a termálním senzorem, díky kterým dovedou přesně zaměřit ohniska požárů (Dji Matrice 30T, 2022).

V rámci HZS je dislokována od roku 2023 u HZS Ústeckého kraje, kdy zkušební osvědčení Dji Matrice 30T proběhlo při požáru ve Hřensku a ukázala se její nenahraditelnost při zhoršených povětrnostních podmínkách, následkem tohoto se rozhodlo pro její zakoupení (HZS, © 2024).



Obrázek 12 Dji Matrice 30 T (Dronpro.cz, 2022)

3.2.3 Dji Matrice 210 V2 RTK

DJI Matrice 210 v2 RTK je nejvyšší řadou průmyslových RPAS od výrobce Dji, RTK označuje „real time kinematic“ čili satelitní kinetickou navigaci v reálném čase pro dokonalou přesnost zaznamenaných snímků pro následné použití tvorby modelu (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

DJI Matrice 210 v2 RTK umožňuje nést 1,23 kg dodatečné zátěže např. formou dodatkových modulů, nebo senzorů (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

Stejně jako Dji Matrice 30T vyžaduje obsluhu dvou lidí pilota a operátora. DJI Matrice 210 v2 RTK. HZS jihomoravského kraje využívá DJI Matrice 210 v2 RTK v konfiguraci přenosu obrazu pilotovi, operátorovi a do štábu velitele zásahu na zobrazovací zařízení (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

Dji Matrice 210 V2 RTK splňuje standard IP43 a provozní teplotu stejně jako Dji Matrice 30T -20 ° C až po 50 ° C (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

S ohledem na průmyslovou povahu nasazení Dji Matrice 210 V2 RTK disponuje systémem Dji AirSense, díky kterému je pilot informován o letadlech a bezpilotních leteckých prostředcích v okolí a předem s předstihem varován aby nedošlo ke kolizi (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

Dále také Dji Matrice 210 V2 RTK disponuje anti kolizním „beaconem“, jedná se o senzory umístěné v horní a spodní části bezpilotního leteckého prostředku, který zamezuje kolizi ve vzduchu (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

Dji Matrice 210 V2 RTK neobsahuje v základu snímač, disponuje pouze FPV kamerou pro pilota. Stává se tak tedy pouze předpřipraveným systémem pro osazení snímači na základě vlastních požadavků, na výběr je ze série snímačů Zenmuse (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

Dji Matrice 210 V2 RTK je schopna nést dva snímače série Zenmuse zároveň (Dji Matrice 210 RTK V2, 2023).

V rámci HZS disponuje Dji Matrice 210 V2 RTK na výjezd HZS Jihomoravského, Karlovarského a Libereckého kraje. (HZS, © 2024), (Strakoš, ©2024).



Obrázek 13 Dji Matrice 210 V2 RTK s dvojicí snímačů Zenmuse (Dronpro.cz, 2023)

3.3 RPAS Armády České republiky

V současné době Armáda České republiky disponuje pouze RPAS určenými k průzkumu, a to ručně vrhatelné AeroVironment RQ-12 Wasp AE, AeroVironment RQ-11 B Raven, AeroVironment RQ-20 Puma 3 AE a rampě odpalovaným Boeing Insitu ScanEagle dislokovaným u 533. Praporu bezpilotních systémů. UCAV v současné době Armáda České republiky nemá (Armáda ČR, ©2024), (Kolařík, © 2024), (Grohmann, © 2018 - 2024).

Dle dostupných informací Armáda České republiky projevuje zájem o UCAV spadající do kategorie „vyčkávací munice“, mediálně známé pod termínem „kamikadze drony“ na základě jejich jednorázového použití zakončeného sebedestrukcí za cílem zneškodnění cíle, hlavním důvodem rozhodnutí pro vyčkávací munici má být její osvědčení při nasazení během Války na Ukrajině. Konkrétně se má jednat o vyčkávací munici „Hero“ od Izraelského výrobce UVision (Kolařík, © 2024).

Hero se dle veřejných informací vyrábí v 5 různých variantách s různou hmotností hlavice a dosahem. Aktuálně má společnost Retia pracovat na integraci Hero-120 v počtu deseti souprav do Armády České republiky, jde o projekt za cílem zavedení do výzbroje a výcviku obsluhy (Kolařík, © 2024).



Obrázek 14 Vyčkávací munice UVision Hero-120 (Czdefence.cz, 2024)

V současné době Armáda České republiky je v procesu postupného doručování objednaných vrtulníkových systémů série H-1 venom a viper. Tyto vrtulníkové systémy jsou schopny nést odpalovací zařízení pro UCAV Hero, avšak zda tuto možnost Armáda České republiky plánuje není známo (Kolařík, © 2024).

Požadavek taktických RPAS je uveden v Konceptci výstavby Armády České republiky 2030 (Konceptce výstavby Armády České republiky 2030, 2019).

3.3.1 AeroVironment RQ-12 Wasp AE

AeroVironment RQ-12 Wasp AE (all environment) je miniaturní RPAS od výrobce Aerovironment, původně vyrobený pro potřeby Letectva Spojených států amerických (RQ-12 AE, 2024).

Konstrukčně využívá křídla ze syntetických materiálů, která zároveň slouží i jako baterie. Mezi jeho přednosti patří malé přenosné rozměry a nízký provozní hluk, které jej dělají obtížně detekovaným (RQ-12 AE, 2024).

AeroVironment RQ-12 Wasp AE je schopen autonomního letu na základě předem definovaných tras pomocí GPS, nebo případně ručně ovládán stejným ovladačem, který je použit i pro ovládání RPAS od stejného výrobce Raven a Puma (RQ-12 AE, 2024).

V Armádě České republiky je od roku 2023 součástí rotních kompletů ISR (Kolařík, © 2024).



Obrázek 15 RQ-12 AE Wasp (Designation-systems.net, 2024)

3.3.2 AeroVironment RQ-11 B Raven

AeroVironment RQ-11 B Raven patří mezi nejrozšířenější vojenské RPAS na světě, a je ideální pro provádění zpravodajských, sledovacích a průzkumných misí v nízkých výškách, které vyžadují rychlé nasazení a přesnou manévrovatelnost. Je lehký, snadno ovladatelný a může být přenášen v batohu a ručně vypuštěn pro pozorování jak ve dne, tak v noci (RQ-11 Raven, 2024).

Raven dokáže poskytovat barevné i infračervené snímky v reálném čase pozemním řídicím a vzdáleným pozorovacím stanicím (RQ-11 Raven, 2024).

Díky pokročilé avionice lze Raven ovládat manuálně nebo naprogramovat pro autonomní navigaci na základě GPS stejně jako Wasp AE (RQ-11 Raven, 2024).

V rámci Armády České republiky působí u vybraných útvarů (Armáda ČR, ©2024).



Obrázek 16 RQ-11 B Raven (Avinc.com, 2024)

3.3.3 AeroVironment RQ-20 Puma 3 AE

Puma AE (All Environment) je plně vodotěsný, malý RPAS navržen pro pozemní a námořní operace. Plná vodotěsnost umožňuje přistání i na vodě. První let Pumpy AE proběhl v roce 2007 a o rok později byl zařazen do arzenálu speciálních jednotek armády Spojených států. V AČR působí od roku 2022 v rámci 533. praporu bezpilotních systémů (Vykopalová, © 2024), (Lukáš, © 2016-2024).

Puma AE poskytuje operátorovi operační flexibilitu, nevyžaduje tak jeho stálou kontrolu letu. Vylepšený navigační systém se sekundárním GPS poskytuje větší přesnost a spolehlivost. Společný řídicí systém bezpilotních prostředků společnosti AeroVironment umožňuje operátorovi ovládat letadlo ručně nebo jej programovat pro autonomní navigaci na základě GPS. Pumu AE pohání elektrický motor speciálně upravený pro tichý provoz během letu (Lukáš, © 2016-2024).



Obrázek 17 RQ-20 Puma II. AE (Businesswire.com, 2020)

Standardní sada zahrnuje pozemní řídicí stanici a RPAS, což umožňuje provoz bez potřeby dalšího vybavení. Cena takového balíčku se pohybuje kolem 250 000 dolarů, což odpovídá přibližně 5,8 milionům korun. V současné době je ve světě aktivní minimálně tisícovka těchto RPAS, přičemž největší podíl z nich je v amerických ozbrojených silách, které je nasadily během několika různých konfliktů systémů (Vykopalová, © 2024).

3.3.4 Boeing Insitu ScanEagle

ScanEagle je RPAS navržený k dlouhotrvajícím letům, výrobcem je společnost Insitu Inc., která je dceřinou společností společnosti The Boeing Company (ScanEagle - Boeing, © 1995-2024).

Systém ScanEagle je mobilní a skládá se ze čtyř kusů RPAS ScanEagle, pozemní řídicí stanice, vzdáleného video terminálu a systému pro start a přistání známý jako Skyhook. Pro ovládání systému jsou zapotřebí dva vysoce proškolení operátoři a další dva pro údržbu. RPAS je vypouštěn pomocí katapultu a zachycován systémem Skyhook, který používá hák na okraji křídla k zachycení lana visícího z tyče ve výšce 9 až 15 metrů. Pro start nebo přistání nevyžaduje žádnou dráhu (ScanEagle - Boeing, © 1995-2024), (ScanEagle, © 2020).

Od roku 2004 byl nasazen po celém světě u mezinárodních obranných, vládních a komerčních zákazníků (ScanEagle - Boeing, © 1995-2024).

Do roku 2020 bylo vyrobeno 3 000 kusů těchto RPAS (ScanEagle - Boeing, © 1995-2024).

V rámci Armády České republiky je tento systém dislokován pouze u 533. praporu bezpilotních systémů (ScanEagle - AČR, 2023).



Obrázek 18 Boeing Insitu Scaneagle (Insitu.com, 2020)

ScanEagle disponuje pohonnou jednotkou N20 na těžké palivo zajišťující efektivní provoz i během mrznoucích teplot, pohonná jednotka má i vlastní „černou skříňku“ pro záznam letových dat (ScanEagle - N20, 2018).

Za svou existenci nalétal ScanEagle od roku 2002 dohromady již přes milion letových hodin, které je činí jedním z nejrozšířenějších RPAS s primárním účelem vojenského charakteru (ScanEagle - Insitu, © 2020).

4.1 vojenské bezpilotní systémy USA

V současné době je přibližně třetina leteckých prostředků americké armády bez lidských pilotů. Tento významný pokrok ve vojenské technologii byl hlavně podporován využitím ozbrojených amerických bezpilotních leteckých prostředků, především modelů Predator a Reaper. Tento pokrok nezůstal bez povšimnutí ostatních mocností a také technicky schopným státům, které zahájily, případně vynaložily zvýšené prostředky na vývoj svých útočných bezpilotních leteckých prostředků (Gusterson, 2017), (Sloggett, 2014).

USA jsou jedním z hlavních průkopníků útočných bezpilotních leteckých prostředků a zároveň jedny z největších výrobců a exportérů útočných bezpilotních leteckých prostředků (New America, 2024).

4.1.1 General Atomics MQ-9 Reaper (Predator B)

MQ-9 Reaper, zavedený v roce 2007, významně posílil úsilí USA v boji proti terorismu. Navržen jako nástupce MQ-1 Predator, má schopnost dlouhých letů a přesnějšího ničení cílů. Jeho demontovatelnost umožňuje přepravu pomocí letadel jako Lockheed C-130. Díky bytelnému podvozku disponuje schopností vzletu a přistání na zhoršených površích. Díky satelitnímu spojení a kamerám na palubě poskytuje vizuální data pilotům operátorům a umožňuje přenos záběrů přímo na zařízení vojáků v terénu (Gusterson, 2017).



Obrázek 20 Mq-9 Reaper (Vlastní, 2023)

MQ-9 Reaper se stal klíčovým prvkem vojenských operací, zajišťující dlouhodobou průzkumnou a útočnou kapacitu s vysokou přesností (MQ-9 Reaper, 2021), (Gusterson, 2017), (MQ-9 Reaper - rozmístění, © 2024).

4.1.2 General Atomics MQ-1C Gray Eagle (Sky Warrior)

Gray Eagle je odvozený UCAV z programu ERMP UAV z roku 2002, za cílem nahrazení starší sérii útočných bezpilotních letounů. Úspěšné testy v letech 2009 a 2010, včetně vypuštění raket Hellfire s úspěšností 90%, prokázaly jeho schopnosti v boji. Nový motor Thielert Centurion 1.7 výrazně zlepšuje výkon a dobu pobytu ve vzduchu Gray Eagle. Plně autonomní provoz umožňuje UCAV provádět mise bez lidského zásahu, včetně autonomního vzletu, přistání a navigace. Gray Eagle může spolupracovat s útočnými vrtulníky a vypouštět vlastní zbraně. Možnost ovládání z jedné pozemní řídicí stanice zjednodušuje řízení a monitorování. Piloti Gray Eagle používají ovladač ve stylu letové páky pro pohodlné ovládání. Tato kombinace technologických vylepšení a výkonných vlastností činí Gray Eagle významnou silou v moderním vojenském prostředí (Gray Eagle, 2020), (Writer, © 2024).



Obrázek 21 MQ-1C Gray Eagle (Ga-asi.com, 2020)

4.1.3 AeroVironment Switchblade

Switchblade, označovaný také jako "opožděná munice" nebo "kamikadze dron", je inovativním typem útočného bezpilotního letounu, schopného zneškodnění nepřátelských cílů s vysokou přesností. Různé verze, včetně Switchblade 300 a 600, nabízejí flexibilitu a různé schopnosti, včetně průzkumných a útočných misí. Switchblade 300 Block 20, uvedený v roce 2023, přináší vylepšení jako je infračervená kamera s vysokým rozlišením a delší doba letu a nižší hmotnost (Writer, © 2003-2004).

Díky kompaktnímu designu a relativně nízkému provoznímu hluku může Switchblade uniknout detekci vzdušnou obranou. Jeho přenosná forma umožňuje rychlé nasazení a jednoduchou manipulaci, zatímco vozidlově instalovaný "Multi-Pack Launcher" přináší možnost masového vypuštění s až šesti jednotkami (Switchblade 300, © 2024), (Switchblade systém, © 2024).



Obrázek 22 Switchblade v akci (Instagram.com, 2023)

4.2 Vojenské bezpilotní systémy Izraele

Izrael je jedním z předních světových hráčů v oblasti vývoje a využití vojenských bezpilotních systémů. Tato pozice je dána nejen strategickou potřebou v oblasti bezpečnosti a obrany, ale i bohatou historií vývoje a výzkumu v této oblasti. Izraelské bezpilotní systémy jsou známy svou vysokou účinností a inovativními technologiemi, které je činí důležitým nástrojem v moderním boji. Z hlediska vojensko-teoretického přístupu lze říci, že bezpilotní systémy poskytují Izraeli strategickou výhodu, která umožňuje efektivně řešit bezpečnostní výzvy a konflikty v regionu (Frantzman, © 2024).

4.2.1 IAI Heron

Heron je významný izraelský RPAS, který kombinuje špičkovou technologii s dlouhým doletem a schopností provádět širokou škálu misí. Tento bezpilotní systém je vyvinut firmou Israel Aerospace Industries (IAI) a je využíván izraelskými obrannými silami i dalšími zeměmi po celém světě. Heron poskytuje vynikající průzkumné a monitorovací schopnosti, umožňuje dlouhodobé lety a je vybaven širokým spektrem senzorů pro sběr informací (Heron, 2020).



Obrázek 23 IAI Heron (Armadninoviny.cz, 2020)

Díky své výkonnosti a spolehlivosti se Heron stal důležitým nástrojem pro monitorování hranic, provádění průzkumných misí a podporu pozemních operací (Heron, 2020).

4.2.2 IAI Harop

Harop je izraelská opožďená munice, alternativa Switchblade, vyvinutá společností Israel Aerospace Industries (IAI). Tento systém kombinuje schopnost průzkumu a útoku v jednom zařízení. Harop je schopen autonomního letu a vyhledávání cílů v předem určené oblasti a po identifikaci cíle může být odpálen na zničení. Což ho činí účinným nástrojem pro ničení nebo ochromení nepřátelských cílů, včetně pozemních vozidel, radarů, komunikačních stanic a další infrastruktury. Harop má taktický význam pro Izraelské obranné síly a je exportován do dalších zemí po celém světě (Harop, 2021).



Obrázek 24 IAI Harop (Topwar.ru, 2021)

4.2.3 Elbit Hermes 900

Hermes je izraelský UCAV vyvinutý firmou Elbit Systems. Tento UCAV se vyznačuje vysokou účinností a flexibilitou, což ho činí významným nástrojem pro průzkum, monitorování a útoky v rámci vojenských operací. Existuje několik verzí Hermes, které se liší v parametrech letu a vybavení, aby splňovaly různé potřeby a požadavky uživatelů (Hermes, 2024).

Hermes je schopen dlouhých misí s vysokou přesností a stabilním letovým výkonem. Je vybaven širokou škálou senzorů, včetně optických a infračervených kamer, radarů a dalších specializovaných zařízení pro sběr informací o cílech na zemi i ve vzduchu. Díky své schopnosti provádět průzkum i útoky může být Hermes nasazen v různých scénářích, včetně průzkumných misí, sledování hranic, podpory pozemních operací a ničení cílů (Hermes, 2024).



Obrázek 25 Hermes Elbit Systems 900 (Defence.in, 2024)

4.3 Vojenské bezpilotní systémy Číny

Vojenské bezpilotní systémy Číny představují klíčovou součást modernizace čínských ozbrojených sil a strategických plánů Čínské lidové republiky. Čína se aktivně zaměřuje na vývoj a nasazení bezpilotních letounů, které poskytují strategické a taktické výhody v rámci moderního vojenského prostředí. Čína se zaměřuje nejen na vývoj vlastních bezpilotních technologií, ale také na akvizici a vývoj zahraničních technologií a know-how prostřednictvím spolupráce s dalšími státy, výzkumnými institucemi a firmami. Tento přístup umožňuje Číně rychlý pokrok v oblasti bezpilotních systémů a zvyšuje její schopnosti konkurovat ostatním globálním hráčům v oblasti vojenské technologie (UAV China, 2021).

4.3.1 Wing Loong (Pterodactyl)

Wing Loong, také známý jako Pterodactyl, je UCAV vyvinutý čínskou společností Chengdu Aircraft Industry Group. Tento UCAV představuje jednu z klíčových platform v čínském arzenálu bezpilotních systémů a byl navržen jako cenově dostupná alternativa k drahým západním UCAV. Wing Loong existuje v několika verzích, včetně původní verze Wing Loong I a pokročilejších verzí Wing Loong II a Wing Loong ID. Wing Loong I byl navržen primárně pro průzkum a útoky na pozemní cíle, zatímco verze Wing Loong II a Wing Loong ID nabízejí rozšířené schopnosti a větší nosnost pro účinnější provádění operací. Tento UCAV má schopnost dlouhého letu a může nést různé typy výzbroje, včetně laserem naváděných střel a neřízených raket. Je vybaven širokou škálou senzorů pro průzkum a sledování cílů, včetně optických a infračervených kamer, radaru a elektro-optických/infračervených (EO/IR) systémů pro cílení (Domaňský, © 2018-2024).



Obrázek 26 Wing Loong (Afterburner.com, 2023)

4.3.2 CH-4 (Cai Hong 4)

CH-4, známý také jako Cai Hong 4, je čínský UCAV vyvinutý společností China Aerospace Science and Technology Corporation. Jedná se o UCAV, který nabízí schopnosti průzkumu a útoku proti pozemním cílům s využitím různých typů výzbroje. Tento UCAV byl úspěšně exportován do různých zemí po celém světě, což zvyšuje vliv Číny v oblasti vojenské technologie a poskytuje jí strategickou výhodu v regionálním a globálním kontextu. CH-4 představuje příklad čínského úsilí v oblasti vývoje a nasazení moderních vojenských technologií, které posilují její postavení jako globálního hráče ve vojenském průmyslu (CH-4, 2022).

CH-4 byl exportován do Pákistánu, Iráku, Egyptu, Saudské Arábie a Alžírsko (CH-4, 2022).



Obrázek 27 CH-4 (Globaltimes.cn, 2022)

4.3.3 WZ-7

WZ-7 je čínský ekvivalent amerického bezpilotního letounu RQ-4B Global Hawk. Mezi přední parametry patří vysoká výška letu a proudový pohon. Je možné předpokládat, že disponuje umělou inteligencí umožňující síťování a senzorovou fúzí, vysoce šifrovanými a odolnými proti rušení datovými spoji pro sdílení informací z bojiště s bojovými silami a spojení s čínskými satelity. Jedná se o nejnovější bezpilotní prostředek Číny, bližší informace jsou utajeny (WZ-7, 2021).



Obrázek 28 WZ-7 (Globaltimes.cn, 2021)

4.4 Vojenské bezpilotní systémy Ruska

Od roku 2009 Rusko významně investuje do vývoje bezpilotních systémů pro vojenské účely (Ruské UCAV, 2023).

Tyto UCAV byly využívány k průzkumu, označování cílů, elektronickému boji a přímým útokům. Některé z těchto bezpilotních prostředků byly nasazeny na Ukrajině a Sýrii od roku 2014 (Ruské UCAV, 2023).

Nicméně po roce války na Ukrajině ruské vojenské síly ztratily největší část svých UCAV. Zároveň stále nebyly schopny nasadit pokročilé bojové UCAV. Již na podzim 2022, tedy asi šest měsíců po úplném vpádu Ruska na Ukrajinu, začalo Rusko masivně využívat íránské opožděné munice Šahíd-136. Rusko se následkem značných bezpilotních systémových ztrát během Války na Ukrajině omezilo převážně na Šahíd-136 a FPV bezpilotní systémy, především kvůli nízké ekonomické náročnosti a velkého efektu (Ruské UCAV, 2023).

4.4.1 S-70 Okhotnik-B

Okhotnik-B, také známý jako „Hunter-B“, je proudový UCAV vyvíjený a vyráběný v Rusku společností Suchoj. Tento letoun je součástí programu "S-70 Okhotnik" a je určen k provádění různých bojových misí, včetně útoků na pozemní cíle a podpory pozemních operací (Okhotnik-B, 2024).

Okhotnik-B má stealth design, což znamená, že je navržen tak, aby minimalizoval radarovou detekci a byl obtížně detekovatelný pro protivníka. Je vybaven různými senzory a výzbrojí, včetně střel pro útoky na pozemní cíle (Okhotnik-B, 2024).

Disponuje také schopnost provádět autonomní lety a operace (Okhotnik-B, 2024).

K dubnu 2024 dle veřejně dostupných informací jsou minimálně 2 letu schopné prototypy s již úspěšným otestováním nosné výzbroje a očekává se sériová výroba v následujících letech (Okhotnik-B, 2024).



Obrázek 29 S-70 Okhotnik-B (Nationalinterest.org, 2024)

4.4.2 HESA Šahíd-136

Šahíd-136 je íránská vyvíjená opožděná munice, nazývaná také jako sebevražedný nebo kamikaze dron, vyvinutá a vyráběná společností Iran Aircraft Manufacturing Industrial Company (HESA). Tato společnost byla založena v roce 1976, patří do organizace Iran Aviation Industries Organization (IAIO) a sídlí ve městě Shahin Shahr v provincii Isfahán. Tento UCAV je navržen pro provádění útoků na pozemní cíle. Írán přišel také na nový způsob, jak vypouštět tyto UCAV ve formátu tzv. víceúčelových odpalů, nebo takzvaného „drone-swarming“. UCAV byl představen v roce 2021 a nyní je používán ruskou armádou na Ukrajině. Podle zprávy Newsweek, amerického týdeníku, byly již v roce 2020 tyto UCAV používány skupinami Hútíů v Jemenu. Podle informací zveřejněných ukrajinskou vládou dne 23. října 2022 si Rusko objednalo 2400 Šahíd-136 od výrobce v Íránu (Šahíd-136, 2024).



Obrázek 30 HESAŠahíd-136 (Cgtrader.com, 2021)

4.4.3 Forpost-R

Forpost-R je ruskou verzí izraelského průzkumného RPAS Searcher Mk 2, který je vyráběn pod licencí v Rusku a je vybaven také nesenými bombami, čímž se stal i UCAV. Po rusko-gruzínské válce v roce 2008 se Rusko obrátilo na Izrael s požadavkem na UCAV. V roce 2010 Rusko uzavřelo smlouvu s Israel Aircraft Industries o licenční výrobě IAI Searcher Mk 2 v Rusku s použitím komponent dodávaných z Izraele. V roce 2011 objednalo ruské ministerstvo obrany 30 průzkumných RPAS Forpost a 10 pozemních řídicích stanic. Příprava na výrobu a testování nového ruského RPAS začala v roce 2012, s dodávkami do ruských ozbrojených sil, které začaly v roce 2014 (Forpost-R, 2024).

RPAS Forpost se účastnil bojových akcí ruských sil v Sýrii a během invaze do Ukrajiny v roce 2022. Je to průzkumný RPAS s vysokým křídlem a dvojitým ocasem (Forpost-R, 2024).

Podle ruských vojenských zdrojů má bezpilotní letoun Forpost-R dosah 450 km a může létat maximálně ve výšce 6 km. Jeho doba letu činí 18 hodin. RPAS má maximální hmotnost 500 kg a může nést náklad o hmotnosti až 120 kg (Forpost-R – ruslet, 2020).



Obrázek 31 Forpost-R (Cat-uxo.com, 2024)

Podle citací ruských vojenských zdrojů je ozbrojená verze Forpost-R vybavena novou modifikovanou verzí protitankové řízené střely Kornet-D známé jako X-BPLA (Forpost-R výzbroj, 2022).

DÍLČÍ ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce pojednává o základní terminologii bezpilotních prostředků, kterou udává Mezinárodní organizace pro civilní letectví, v případě České republiky letecký předpis L2, doplnku X Ministerstva dopravy České republiky. Dále je zde popsána historie bezpilotních prostředků, která byla již od své existence směřována vojenským výzkumem. Následná kapitola se zabývá současnými bezpilotními systémy integrovaného záchranného systému, jejich úkoly a dislokací v rámci České republiky.

Závěrečná kapitola mapuje stávající útočné bezpilotní systémy v inventářích předních světových lídrů v bezpilotních systémech, kterými jsou Izrael, Amerika, Čína a Rusko. Jejich pozice na bojištích je v dnešních bojištích nezastupitelná.

Teoretická část měla především uvést do prostředí bezpilotních systémů užívaných v rámci integrovaného záchranného systému a představit současné vojenské bezpilotní systémy.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 TECHNICKÁ SPECIFIKA RPAS IZS

Porovnání RPAS může být složité, protože RPAS mají různé specifikace a jsou navrženy pro různé účely. Technická specifika vychází přímo z oficiálních datasheetů výrobce. V případě RPAS užívaných Armádou České republiky výrobce některé technická specifika neuvádí.

Tabulka 1 RPAS PČR- Technické parametry

RPAS PČR	Dji Mavic 3 Thermal	VTU BRUS
Doba Letu - MAX [min]	45	80
Dosah ovladače [km]	15	10
Rychlost - čelně [m/s]	21	16,66
Váha [kg]	0,920	8,7
MTOW [kg]	1,05	12
MAX odolnost X vítr [m/s]	12	12
Infračervený snímač	NE	ANO
Automatický návrat	ANO	ANO

Zdroj: Dji, VTU (webová stránka - oficiální datasheet produktů)

Tabulka 2 RPAS HZS - Technické parametry

RPAS HZS	Dji Mavic 2 E A	Dji Matrice 30T	Dji Matrice 210 V2 RTK
Doba Letu - MAX [min]	31	41	33
Dosah ovladače [km]	10	7	8
Rychlost - čelně [m/s]	20	23	22,5
Váha [kg]	0,909	3,95	4,57
MTOW [kg]	1,1	4	6,15
MAX odolnost X vítr [m/s]	10	15	12
Cena [Kč]	160 000	240 000	230 000
Infračervený snímač	NE	NE	MOŽNOST
Automatický návrat	ANO	ANO	ANO

Zdroj: Dji (webová stránka - oficiální datasheet produktů)

Tabulka 3 RPAS AČR - Technické parametry

RPAS - AČR	AV RQ-12 Wasp AE	AV RQ-11 B Raven	AV RQ-20 Puma 3 AE	BI Scaneagle
Doba Letu - MAX [h]	0,833	1,333	3	24+
Dosah ovladače [km]	5	10	20	100
Rychlost - čelně [m/s]	23,15	26	23	30
Váha [kg]	1,3	1,9	6,3	20
MTOW [kg]	1,3	1,9	7	26,5
MAX odolnost X vítr [m/s]	12,8	NEUVEDENO	12,8	NEUVEDENO
Infračervený snímač	ANO	ANO	ANO	ANO
Automatický návrat	NEUVEDENO	ANO	ANO	NE

Zdroj: Avinc, Insitu (webová stránka - oficiální datasheet produktů)

6 KOMPARACE RPAS U IZS

V rámci složek IZS se liší technické požadavky a úkoly RPAS, z toho plyne rozdílná volba typů RPAS.

6.1 Policie České republiky

Policie České republiky dává přednost RPAS s termální kamerou a kvalitním snímačem pro možnost pozorování. Termální kamery na RPAS Policie České republiky mohou sloužit pro monitoring hranic, pátrání po osobách. Kvalitní snímače dovedou snímat poznávací registrační značky vozidel i na velkou vzdálenost, což vede k usnadnění práce policistů v terénu.

Dji Mavic 3 Thermal X BRUS

Dji Mavic 3 Thermal má oproti BRUS výhodu delšího dosahu ovladače, dostupnost náhradních dílů, uživatelskou přívětivost a větší čelní rychlost.

BRUS na rozdíl od Dji Mavic 3 Thermal je schopen plnohodnotnému letu v noci díky infračervenému snímači. BRUS disponuje větší dobou letu a to až 80 min oproti 45 min letu u Dji Mavic 3 Thermal. BRUS je schopen nést až 3,3 kg váhy navíc (např. přídatné moduly), Dji Mavic 3 Thermal pouze zanedbatelných 130 g. BRUS disponuje záchranným padákem v případě výpadku motorů, záchranný padák není běžnou součástí RPAS a BRUS jím disponuje v základu jako jediný RPAS u IZS.

Oba RPAS jsou schopny termálního pozorování a shodné větrné odolnosti.

6.2 Hasičský záchranný sbor

Hasičský záchranný sbor má za hlavní požadavek RPAS s termální kamerou a nebo možnost jejího osazení. Mezi nejčastější úkoly se řadí požární expertíza, lokalizace skrytých ohnisek požárů, pátrání a záchrana.

Dji Mavic 2 AE X Dji Matrice 30 T X Dji Matrice 210 V2

Dji Matrice 30 T v rámci HZS disponuje nejdelší dobou letu, větrnou odolností a čelní rychlostí. Dji Mavic 2 AE z výše uvedených disponuje nejdelším dosahem ovladače a nejnižší cenou. Dji Mavic 2 AE a Dji Matrice 30 T disponují termálním snímačem již v základu, Dji Matrice 210 V2 vyžaduje dokoupení snímačů zvlášť, avšak jako jediný RPAS u HZS je schopen nést infračervený snímač zajišťující nelimitující noční let.

6.3 Armáda České republiky

Armáda České republiky u svých RPAS, mimo operační schopnosti, upřednostňuje dobu letu a jako jediná složka IZS má všechny své RPAS plnohodnotně schopné letu i v noci, a to díky infračerveným snímačům. RPAS Armády České republiky mají větší odolnost proti přírodním vlivům a rušení, dále mají možnost letu po předem stanovených trasách. Vojenské RPAS mají pro své charakteristické nasazení také tišší provoz. Mezi nejčastější úkoly patří průzkum.

AV RQ-12 Wasp X AV RQ-11 B Raven X AV RQ-20 Puma 3 AE X BI Scaneagle

Nejmenší hmotnost, dosah ovladače a dobu letu má AV RQ-12 Wasp, je to dáno především nejmenší konstrukcí z výše uvedených RPAS. AV RQ-11 B Raven s podobně velkou konstrukcí jako AV RQ-12 Wasp dosahuje o 30 min delší doby letu a o 3 m/s větší čelní rychlost. Z rukou vypustitelných RPAS Armády České republiky (AV RQ-12 Wasp, AV RQ-11 B Raven, AV RQ-20 Puma 3 AE) dosahuje AV RQ-20 Puma 3 AE nejdelší doby letu a to až 3 hodiny, zároveň s nejdelším dosahem ovladače z rukou vypustitelné skupiny. Bi Scaneagle má nejdelší dobu letu, největší rychlost, největší hmotnost, nejdelší dosah ovladače, přídatnou nosnost až 6,5 kg, ale s limitací vzletu jen za pomoci systému Skyhook.

6.4 Vícekriteriální analýza variant: bodovací metoda

Tabulka 4 Bodovací metoda RPAS PČR a RPAS HZS

RPAS PČR X RPAS HZS	Doba Letu - MAX	Dosah ovladače	Rychlost - čelně	Váha	MTOW	MAX odolnost X vítr	Aritmetický průměr
Dji Mavic 3 Thermal	6	10	8	9	2	8	7,2
Dji Mavic 2 E A	3	8	7	10	2	6	6,0
Dji Matrice 30T	5	6	10	7	6	10	7,3
Dji Matrice 210 V2 RTK	4	7	9	5	7	8	6,7
VTU BRUS	10	8	4	3	10	8	7,2
Bodovací škála 1-10							

Tabulka 5 Bodovací metoda RPAS AČR

RPAS AČR	Doba Letu - MAX	Dosah ovladače	Rychlost - čelně	Váha	MTOW	Aritmetický průměr
AV RQ-12 Wasp AE	1	2	6	10	2	4,2
AV RQ-11 B Raven	3	4	8	9	3	5,4
AV RQ-20 Puma 3 AE	5	5	5	7	5	5,4
BI Scaneagle	10	10	10	3	10	8,6
Bodovací škála 1-10						

6.5 Závěr komparace RPAS u IZS

Armáda České republiky disponuje v rámci IZS technicky nejlépe vybavenými RPAS, všechny její RPAS jsou schopné letů v noci. Zároveň mají v průměru nejdelší dobu letu, největší rychlost a největší dosah. Hasičský záchranný sbor disponuje ze všech složek nejmenší dobou letu RPAS. Na základě vícekritériální analýzy variant bodovou metodou vychází z dat technických parametrů nejlépe pro základní složky IZS RPAS Dji Matrice 30T a pro Armádu České republiky z ostatních složek IZS RPAS Boeing Insitu Scaneagle. Je zapotřebí brát komparaci na základě technických parametrů s rezervou s ohledem na možná rozdílná určení a schopnosti daných RPAS.

7 VYUŽITÍ RPAS V BEZPEČNOSTNÍCH APLIKACÍCH V ZAHRANIČÍ

Rešeršní a analyzující pohled do využití RPAS v bezpečnostních aplikacích v zahraničí představuje možnost inspirace pro lokální bezpečnostní aplikace RPAS v České republice.

7.1 Využití RPAS pro mitigaci laviny

V oblasti řešení lavinového nebezpečí byla dosažena významná milníková událost, kdy byly úspěšně provedeny testy technologie redukce lavin za pomoci bezpilotních prostředků společnosti Drone Amplified ve spolupráci se státními americkými agenturami (Nasazení systému DART, © 2022).

Aljašský oddíl pro dopravu a veřejné zařízení a Aljašská železniční korporace úspěšně nasadily a odpálily dvě výbušniny z RPAS vyrobeném v USA k vyvolání dvou uměle vyvolaných sesuvů, které měly ochránit dopravní infrastrukturu. Tato spolupráce ukázala, že RPAS lze použít k zvýšení bezpečnosti a efektivity při snižování rizika lavin (Nasazení systému DART, © 2022), (Mitigace, 2024).

Test, provedený začátkem ledna, navazuje na základy předchozích technologických pokroků a společných úsilí v oblasti řízení lavin, včetně zpráv od Ministerstva dopravy Spojených států, Úřadu pro dopravu státu Washington a práce společnosti Mountain Drones, která demonstrovala proveditelnost použití RPAS ke shoení jednoho výbušného náboje pro kontrolu lavin. Tato raná demonstrace zdůraznila potenciál RPAS ke zlepšení bezpečnosti a efektivity při snižování rizika lavin (Mitigace, 2024).

Vývoj a nasazení systému DART (RPAS + nálož) od společnosti Drone Amplified přináší významné regulační výzvy, kvůli přísným požadavkům Federální správy letectví na přepravu nebezpečných předmětů. Projekt v Aljašce tak představuje technologický skok a průkopnické úsilí v oblasti regulace (Revoluce mitigace lavin, 2024).

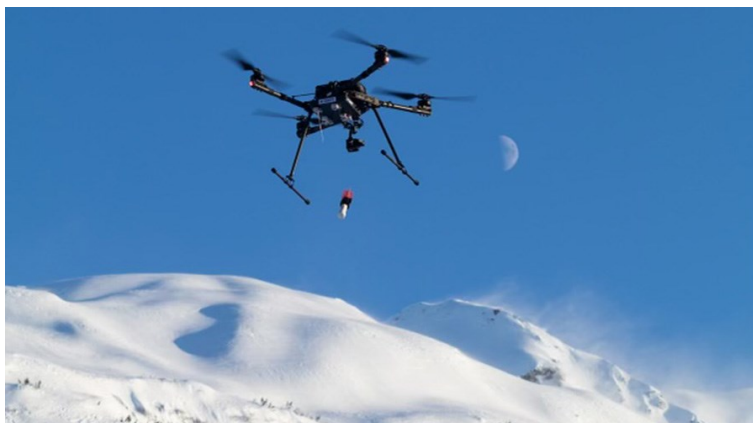
V současné chvíli většina států po celém světě má zbudována „RACS“, což jsou instalace pro detonaci na fixních pozicích, běžně používané v horských oblastech k ochraně infrastruktury před přírodními lavinami. RPAS by tak mohl danou problematiku řešit více kontrolovaně než fixně usazené systémy RACS (Revoluce mitigace lavin, 2024).

V rámci podpory širšího přijetí a rozvoje systémů pro řízení lavin založených na RPAS budou sdíleny veškeré dokumentace o schválení a povolení od Federální letecké správy USA, které jsou pro tyto operace vyžadovány (Revoluce mitigace lavin, 2024).

To poskytne vzor pro další státy, které mají zájem nasadit technologii RPAS k řízení lavin (Revoluce mitigace lavin, 2024).

V České republice se nacházejí jen dvě lavinová pohoří, a to Krkonoše a Jeseníky, které jsou pravidelně sledovány Horskou službou (Charvát, 2007).

K řízené mitigaci lavin v České republice nedochází, avšak očekává se zhoršení lavinového nebezpečí následkem odlesňování.



Obrázek 32 Systém DART (Progressiverailroading.com, 2024)

7.2 Využití RPAS jako nosiče CBRN detekčních modulů

Využití RPAS jako nosiče CBRN detekčních modulů umožňuje provádět účinné průzkumné mise v oblastech s potenciálními chemickými, biologickými, radiologickými a jadernými hrozbami.

Tato technologie umožňuje snadnější a rychlejší monitorování a mapování potenciálně nebezpečných oblastí a umožňuje operátorům provádět reakci na nebezpečné situace bez vystavení riziku lidského života. Integrace CBRN detekčních modulů na RPAS představuje pokrok v oblasti bezpečnostního průzkumu a ochrany před nebezpečnými látkami ve vzdálených a obtížně přístupných oblastech.

V rámci této problematiky aktuálně vyvíjí americká společnost Draper nové RPAS, které umožňují autonomní průzkum oblastí s chemickým, biologickým, radiologickým a jaderným nebezpečím za cílem ochrany vojenských jednotek. Tyto RPAS dávají tak schopnost bezpečné detekce potenciálně nebezpečných látek a identifikaci rizik pro lidské operátory. Draper již provedl úspěšné testy, zbývá ještě vládní testování, které se plánuje v roce 2026 a následná implementace do armády USA (Unmanned Chemical Reconnaissance, © 2024), (McNabb, 2023), (Simpson, ©2011-2024), (Rees, ©2011-2024).

V České republice v rámci HZS působí RPAS s dostatečným MTOW pro možnost působení jako nosiče CBRN detekčních modulů, avšak plně autonomní funkce jako u RPAS Draperu zajištěna není.

Daný návrh tak může představovat možnou alternativu standartním postupům v rámci detekce CBRN v České republice. Možností detekce CBRN za pomoci RPAS by se v České republice mohl zabývat Institut ochrany obyvatelstva.

V současné chvíli Institut ochrany obyvatelstva využívá část svých RPAS k radiální detekci, avšak celé CBRN za pomoci RPAS nepokrývá.



Obrázek 33 Draper RPAS (Draper.com, 2024)

7.3 Využití RPAS pro výškové hašení

Bezpilotní prostředky si našly své místo napříč hasičskými sbory ve světě, převážně pro svou schopnost rychlé lokalizace ohnisek požárů za pomoci termálních snímačů.

S odlišnou možností využití RPAS během hasících prací přišli čínští technici z Nanjing Hongfei Aviation Technology Co, kteří vytvořili RPAS schopný hasících prací (Čína RPAS, © 2020 – 2024), (Hongfei Sf50, © 1998-2024).

Tyto RPAS jsou k dispozici v různých provedení od možnosti shazovacích hasících bomb až po možnost napojení daného RPAS přímo na CV, díky které je RPAS schopen hasit výškové budovy (Jarmillo, © 2024).

Konstrukčně je daný RPAS určen především pro kontrolu počátečního požáru, s rozsáhlými požáry výškových budov by bylo zapotřebí skupinového nasazení těchto RPAS (Jarmillo, © 2024).

V současné chvíli je limitující cena daného RPAS, pohybující se okolo 8 milionů korun a malá operační zkušenost, avšak do budoucna lze očekávat vývojové pokroky (Čína RPAS, © 2020 – 2024).

V rámci České republiky by tento RPAS mohl být alternativou nebo podpůrnou pomocí při hašení výškových budov. HZS v rámci české republiky nemá k dispozici adekvátní automobilové žebříky na určité výškové budovy, v těchto případech by skupina těchto RPAS mohla danou roli zastoupit.



Obrázek 34 Skupina hasících RPAS (Dronedj.com, 2020)

7.4 Využití RPAS jako nosiče AED

Automatický externí defibrilátor je zařízení sloužící k poskytnutí první pomoci při srdeční zástavě, jeho použití v prvních minutách pro navození opětovného sinusového rytmu srdce je velmi úspěšné. V České republice je nedostatečné pokrytí AED, kterému lze částečně pomoci RPAS upravenými pro přenos AED. RPAS jako nosič AED eliminuje vyžadovanou druhou osobu u resuscitace pro zajištění AED.

Němečtí výzkumníci provedli simulační studii, publikovanou v časopise Resuscitation, která zkoumala využití RPAS k doručení automatického externího defibrilátoru, dále jen AED, laickým záchranářům v případě podezření na zástavu oběhu. V rámci studie bylo provedeno deset simulovaných misí na pěti různých místech, které modelovaly zástavu oběhu, v odlehlejších okresech Přední Pomořansko – Greifswald. RPAS doručily AED laickým záchranářům, kteří byli vyškoleni k poskytování první pomoci. RPAS se pohybovaly v nízkých výškách v předem vymezených koridorech a byly řízeny "safety pilotem" s přístupem k živému přenosu z kamery RPAS. Po dosažení místa incidentu RPAS přistál, a AED byl předán laickým záchranářům (RPAS AED, 2022).

Celý zásah byl zaznamenán na video a vyhodnocen z hlediska bezpečnosti přistání RPAS, techniky resuscitace a dalších aspektů (RPAS AED, 2022).

Studie ukázala, že doručení AED pomocí RPAS umožnilo dosažení defibrilace v průměrném čase mezi 6 a 16 minutami, což bylo kratší než průměrný čas záchranné služby v daném regionu (RPAS AED, 2022).

Všechna přistání RPAS a předání AED proběhla bezpečně, aniž by to ovlivnilo kvalitu poskytované resuscitace. Záchranáři byli se systémem spokojeni a podpořili jeho zavedení do praxe (RPAS AED, 2022).

Studie zdůraznila potřebu dalšího řešení legislativních, technických a organizačních otázek, stejně jako potřebu edukace veřejnosti ohledně nasazení takového systému (RPAS AED, 2022).

Prvním reálným použitím AED, dopraveného na místo zásahu pomocí RPAS se událo v prosinci roku 2023 ve Švédsku. K události došlo kolem desáté hodiny ráno ve městečku Trollhättan, kde 71-letý muž, který trpěl srdečními problémy, zkolaboval během úklidu sněhu. Lékař z místní nemocnice, který náhodně projížděl kolem, poskytl první pomoc a zavolal záchrannou službu. Záchranáři aktivovali komunitního záchranáře a RPAS s AED byl vyslán na místo události. RPAS dorazil na místo a AED byl použit k defibrilaci pacienta, který byl následně převezen do nemocnice (Franěk, ©2022).

I přes v tomto případě neúspěšnou defibrilaci pomocí AED bylo zjištěno, že použití RPAS s AED bylo efektivní a systém se jeví jako reálně použitelný pro podobné situace v budoucnosti (Franěk, ©2022).

Švédské RPAS transportující AED se od těch německých liší stylem doručení AED na místo záchrany, německý RPAS AED shazuje, kdežto švédský jej spouští na navíjecím mechanismu z výšky 30 m, tento způsob se jeví jako mnohem bezpečnější s ohledem na možná rizika při přistání, převážně s ohledem na nebezpečí plynoucí z roztočených vrtulí (Franěk, ©2022), (RPAS AED, 2022).

V České republice by dané rozmístění RPAS s AED napojené na dispečinkový letový provoz mohlo fungovat v nepřetržitém provozu v Karlových Varech, pražské Ruzyni a Kbelích, Čáslavy, Pardubicích, Náměšti nad Oslavou, Brně a Ostravě.



Obrázek 35 Švédský RPAS upraven k transportu AED (Zachranasluzba.cz, ©2022)

7.5 Využití RPAS při nouzovém zásobování

Válka na Ukrajině přinesla mnoho inovací v možnosti využití bezpilotních systémů, jednou z nově aplikovaných je možnost doručení života zachraňujících materiálů přímo na nultou linii. Poslaným materiálem bezpilotními systémy jsou nejčastěji léky proti bolesti, antibiotika, balíčky humanitární pomoci a krevní konzervy. Hlavním přínosem využití RPAS pro tuto úlohu je personálně neriziková logistika během válečného konfliktu, rychlost a terénní překonatelnost.

Operační logistiku provádí více typů bezpilotních systémů mezi nejpoužívanější patří bezpilotní systémy výrobce Draganfly (Draganfly RPAS, 2023), (Draganfly, 2022).

Bezpilotní systémy Draganfly nesou daný materiál ve speciálně tepelně regulovaných boxech. Tepelná regulace je nutností při přepravě zdravotního materiálu. Nosnost jednoho bezpilotního systému Draganfly je 15 kg, se kterou dosahuje operační doby letu 40 minut (Draganfly RPAS, 2023), (Draganfly, 2022), (Houser, © 2024).

Využití RPAS pro nouzové zásobování nemusí být vázané jen přímo na ozbrojené konflikty. Společnost Zipline provádí nouzovou logistiku vakcín v Nigérii a k listopadu 2023 doručila 1 milion vakcín právě za pomoci bezpilotních systémů (Burton, © 2024).

Česká republika by dané využití mohla použít pro nouzové zásobování zasažené oblasti mimořádnou událostí.

HZS disponuje bezpilotním systémem Dji Flycart 30 schopným nést až 40 kg nákladu, představuje tak možnou alternativu poskytnutí základní humanitární pomoci oblastem zasažených mimořádnou událostí.

Pro mimořádné události jako tornáda a povodně je typická blokáda přístupových cest do zasažených území, pro bezpilotní systémy tato skutečnost není překážkou.

Dle veřejně dostupných informací HZS bezpilotní systém Dji Flycart 30 zatím testuje, avšak lze očekávat jeho ostrá nasazení a rozšíření jeho počtů napříč hasičskými skupinami operujícími s bezpilotními systémy.



Obrázek 36 Draganfly (Fierceelectronics.com, 2022)



Obrázek 37 RPAS Zipline (Forbes.com, 2023)

8 NÁVRH NA VYUŽITÍ RPAS V OCHRANĚ OBYVATELSTVA

Bezpilotní systémy dávají nové možnosti během zajištění technických potřeb ochrany obyvatelstva. Ochrana obyvatelstva je neustále se vyvíjející obor inovovaný různými typy technologií a v současné době se zde čím dál tím více začínají postupně implementovat i bezpilotní letecké prostředky, především pro pomoc s úkoly Hasičského záchranného sboru.

8.1 Využití RPAS během evakuace

RPAS jsou schopny nejen asistovat u evakuace, ale také evakuaci řídit, a to za pomoci „doplňkových modulů pro RPAS, kdy se jedná především o akustické a termální moduly. Akustické moduly slouží především pro reprodukci varování a směřování evakuovaných operátory RPAS. Akustický modul na RPAS může být využíván pro komunikaci v reálném čase s evakuovanými. Poskytuje tak možnost informovat lidi o aktuální situaci, poskytovat pokyny nebo sdělovat důležité informace, což zvyšuje úroveň povědomí a spolupráce během evakuace. RPAS vybavené akustickým systémem jsou schopny flexibilně reagovat na aktuální potřeby a snadno se přizpůsobit různým typům terénu. To znamená, že jsou schopny efektivně operovat v nejrůznějších prostředích, včetně těch, které jsou pro lidsky řízenou evakuaci obtížně dostupné. V RPAS disponujícího kamerou s termálním viděním lze evakuaci za RPAS řídit i ve zhoršených viditelných podmínkách pro let. RPAS umožňujícími řízení evakuace disponuje především Hasičský záchranný sbor, Institut ochrany obyvatelstva, jedná se o Dji Mavic 2 Enterprise Advanced osazený akustickým modulem.



Obrázek 38 Dji Mavic 2 EA s akustickým modulem (Youtube.com, 2019)

V případě rozsáhlejší evakuace lze využít bezpilotní systém Boeing Insitu Scanegle z inventáře Armády České republiky.

Hlavním přínosem v případě tohoto nasazení jsou velké monitorovací možnosti Scaneaglu během evakuace a možnost monitorování evakuace během noci. V případě menšího počtu evakuovaných a menší evakuované ploše lze pro monitorování evakuovaných využít rukou vypustitelné vojenské RPAS (AV RQ-12 Wasp, AV RQ-11 B Raven, AV RQ-20 Puma 3 AE). Avšak je zapotřebí podotknout, že RPAS Armády České republiky nedisponují akustickými moduly pro možnost komunikace s evakuovanými, byly by tak limitovány jen na možnost monitorování evakuovaných.

8.2 Využití RPAS pro varování obyvatelstva

Možnost RPAS pro varování obyvatelstva představuje moderní a efektivní přístup k posílení bezpečnosti v případě mimořádných událostí. Varování za pomoci RPAS je možno díky rozmanitým senzorům, včetně kamer a detektorů, což umožňuje rychlejší detekci přírodních jevů, požárů nebo jiných mimořádných situací. Kromě toho mohou mít osazeny předešle zmiňovaná akustická a optická zařízení pro vysílání varovných signálů, což zajišťuje efektivní komunikaci a předání naléhavých informací. V těžce dostupných osídlených oblastech a osídlených oblastech s absencí koncových prvků varování je mohou RPAS s akustickým modulem zastoupit. Vhodným RPAS pro zastřešení této problematiky se jeví Dji Mavic 2 Enterprise Advanced s akustickým a optickým modulem.

Tento bezpilotní prostředek včetně daných modulů má k dispozici Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč.

Předešle zmiňovaná absence akustických modulů vojenských RPAS Armády České republiky limituje využití vojenských RPAS během varování jen na možné nosiče předem připravených tištěných zpráv ke shození a monitorování varovaných osob. S ohledem na MTOW se ideální pro návrh jeví RQ-20 Puma AE a Boeing Insitu Scaneagle.

8.3 Využití RPAS pro monitorování povodňové aktivity

Problematikou monitorování povodňové aktivity se v České republice věnuje Hlásná a předpovědní povodňová služba. Monitoring probíhá především za pomoci automatické stanice s přenosem dat, tato stanice poskytuje povědomí o úrovni hladiny tekoucí vody a předává data do výstražných systémů obcí nebo jiných provozovatelů. Avšak nelze úplně spoléhat na automatizované systémy, protože zejména při povodních může dojít k neočekávaným výpadkům a technickým poruchám.

Obce s hlásným profilem mají proto za povinnost jej sledovat a kontrolovat a v případě nutnosti zřídit hlídkovou službu pro zajištění dat. Je zde určitě riziko pro tvorbu lokální povodně na místech bez hlásného profilu a varovných systémů před povodní. V místech vyžadujících hlídkovou službu nebo obce bez hlásného systému se nabízí užití bezpilotních prostředků pro monitoring, a to především díky jejich schopnostem operačního nasazení a rychlého přesného přehledu terénu vedoucímu k rychlému identifikování postižených oblastí, včetně úzkých toků a níže položených údolí. Díky zabudovaným kamerám a obrazovým sensorům nabízí RPAS detailní snímky povodňových oblastí, což zlepšuje schopnost rozpoznat ohrožená místa a stanovit rozsah povodňových škod. Vestavěná komunikační zařízení na RPAS umožňují přenos aktuálních dat, což usnadňuje koordinaci mezi záchrannými týmy, úřady a dalšími intervenčními subjekty.

Díky přesné geolokaci a sledování oblastí s vysokým rizikem povodní poskytují klíčové informace k lokalizaci postižených míst a efektivnímu plánování tras pro záchranné operace.

RPAS díky velkému optickému zvětšení mohou být využity k monitorování stavu hrází a přehrad a předejít tak zvláštní povodni.

Z důvodu delšího časového vývoje povodní je zapotřebí RPAS s odpovídajícím letovým časem. Těmito prostředky disponuje 533. prapor bezpilotních systémů "generálmajora in memoriam Josefa Dudy" lokalizovaný na letišti v Prostějově. S ohledem na podmínky panující při povodních je vhodným RPAS Boeing Isitu ScanEagle, především díky povětrnostní odolnosti a délce letu až 24 h.

Pro monitorování stavu hrází je Dji Matrice 30T ideálním navrhovaným RPAS s ohledem na až 200x hybridní zoom a meteorologickou odolnost.

8.4 Využití RPAS pro preventivní monitorování velkoplošných zvláště chráněných území v období sucha

Využití RPAS pro preventivní monitorování velkoplošných zvláště chráněných území v období sucha, s ohledem na možnou tvorbu požárů, může spolu s tepelnými senzory hrát klíčovou roli v prevenci vzniku požárů na těchto území.

Díky pokročilým technologickým možnostem RPAS lze systematicky a efektivně monitorovat rozsáhlá území, identifikovat potenciální místa ke tvorbě požárů, případně včasné odhalit vznikající ohniska požárů a poskytnout důkazové informace pro rychlou reakci.

Komunikační systémy integrované do RPAS umožňují rychlé sdílení informací s týmy zasahujících složek a úřady, což podporuje koordinovanou reakci. Data shromážděná RPAS také slouží k plánování preventivních opatření, jako je vytváření bezpečnostních koridorů a odstraňování suchých porostů, s cílem minimalizovat riziko vzniku a šíření požárů.

V České republice se nachází 4 národní parky a 26 chráněných krajinných oblastí, spolu tvoří 15,1 % rozlohy České republiky, z toho 1,5 % činí národní parky. S ohledem na rozlohu a počty RPAS technicky umožňující preventivní monitorování sucha je návrh zaměřen na národní parky České republiky, případně na základě aktuální půdní suchosti.

Technické požadavky na RPAS:

- Termální kamerové moduly které umožňují detekci teplotních anomálií, což je klíčové pro identifikaci ohnisek požárů, zejména v obtížně přístupných či rozlehlých oblastech.
- Multispektrální kamery měřící vlhkost půdy podporují sledování sucha a jeho potenciální dopad na vznik a šíření požárů.

Pro efektivní a rychlou detekci teplotních anomálií na tak rozsáhlých plochách je zapotřebí celá síť RPAS složenou například z Mavic 3 Enterprise osazenými moduly termálních kamer. Pro dlouhodobý dohled nad situací lze nasadit RPAS Boeing Insitu ScanEagle, především díky možnosti monitorování tepelných ohnisek během noci. Případně menší síť díky delší době letu složená z Dji Matrice 210 V2 RTK s moduly termálních kamer, kterými disponuje Hasičský záchranný sbor. Dji Matrice 210 V2 RTK zároveň mohou také vytvořit scan zasaženého území pro zmapování a vyhodnocení škod.

Měření vlhkosti půdy již vyžaduje specifický modul s multispektrální kamerou, tímto modulem disponuje Mavic 3 Multispectral.

Pro efektivní přínos RPAS pro preventivní monitorování velkoplošných zvláště chráněných území v období sucha je zapotřebí jejich správně nastavené nasazení. Jako nejefektivnější se jeví jejich nasazení do předem rozdělených mřížek „gridů“, tato metoda zaručí efektivní zapojení všech zúčastněných RPAS.

Velkoplošná zvláště chráněná území se vyznačují zákazem užití RPAS především kvůli ochraně fauny v daných území.

Z tohoto důvodu je zapotřebí dodržet respektující výšku letu RPAS a zaopatřit si povolení správy velkoplošných zvláště chráněných území.



Obrázek 39 Dji Mavic 3 Multispectral (3gonshop.cz, 2023)

8.5 Využití RPAS během záchrany tonoucího

V případě tonoucí osoby jde o vteřiny, tento návrh se zabývá problematikou včasné lokalizace tonoucího za pomoci RPAS termální kamerou na vodní ploše a následnou před záchrannou pomoc ve formě záchranného plováku, případně záchranné vesty kontrolovaně shozené přímo daným RPAS. Tento návrh je také uplatnitelný během záchrany tonoucího propadnutého na ledové ploše, záchrana takového tonoucího vyžaduje větší časovou přípravu záchrany a RPAS s plovoucím plovákem by pomohl získat drahocenný čas při záchrane.

Návrh podporuje studie z roku 2018 Celie Seguinové která uvádí, že asistovaná záchrana tonoucího s pomoci RPAS se záchranným plovákem vedla k rychlejšímu času záchrany, než standartní záchrana za pomoci člunů. Jako hlavní výhodu uvádí především rychlejší lokalizaci tonoucího a absence závislosti RPAS na meteorologickém vlivu dané vodní plochy (Seguin et al., © 2024).

Stojí za zmínku, že napříč španělskými plážemi působí více než 30 operátorů speciálních RPAS upravených k záchrane tonoucích, během své existence zaznamenali případy svého efektivního využití. Nejznámějším je případ záchrany 14 letého chlapce unášeného silnými vlnami na moři u města Valencie. Během dané záchrany RPAS shodil záchranný plovák, který chlapce držel nad vodou do příjezdu záchrany na vodních skútrech (Corrons, © 2024).

Návrh především cílí na osoby provádějící dozor nad provozem na větších vodních plochách v České republice s absencí rychlé záchranné pomoci na těchto vodních plochách a HZS přivolaný k záchrane tonoucího propadlého do vody z ledové vodní plochy.

Jako ideální RPAS pro daný návrh se jeví Matrice 210 V2 RTK s ohledem na MTOW a faktem, že HZS daným RPAS již disponuje. Stačilo by dovybavit stávající RPAS o mechanismus pro přesně shození záchranného plováku.

Dané podmínky splňuje DroMight Talon systém pro ovládané shzení přímo z ovladače operátora amerického výrobce DroMight.

HZS pro asistovanou záchranu tonoucího z ledové plochy může také využít nově zařazený Dji FlyCart 30 v navijákovém provedení, toto provedení lze rovnou použít ke shzu záchranného plováku.

Pro lokalizaci tonoucího lze využít i RPAS Armády České republiky, jejich hlavním přínosem pro lokalizaci jsou infračervené senzory pro lokalizaci ve zhoršených viditelných podmínkách nebo noci a delší letová doba. S ohledem na operační mobilitu a jednoduchou přenosnost se jako ideální návrh na RPAS jeví RQ-20 Puma AE. Je zapotřebí podotknout, že RPAS Armády České republiky nelze upravit pro přenos záchranného plováku, lze je tedy využít jen pro rychlou detekci tonoucího.



Obrázek 40 Dromight talon mechanismus (Amazon.com, 2024)



Obrázek 41 Dji Flycart 30 v navijákovém provedení (Djitelink.cz, 2024)

8.6 Využití RPAS při pátrání po postiženém ZZS

Zdravotní záchranná služba, dále jen ZZS, je jedinou základní složkou, která k dubnu 2024 nedisponuje aktivně užívaným RPAS.

S ohledem na noční výjezdy ZZS a výjezdy do mnohdy terénně nepřehledných oblastí, by RPAS ZZS získal drahocenný čas při lokalizaci postiženého a zvýšil tak i šance na záchranu.

Návrh cílí především na noční výjezdy ZZS, nemožnost lokalizace volajícího, ztrátu signálu s volajícím a mimořádné události velkého rozsahu s velkým počtem zraněných.

S ohledem na počty výjezdových skupin je aplikace návrhu v první řadě zaměřena na dislokaci RPAS na výjezdových základnách ZZS, kterých je zaevidováno v posledním sčítání Českým statistickým úřadem 596 (CZSO, 2021).

Jako ideální RPAS pro dané potřeby návrh počítá s nákupem Dji Mavic 3 enterprise s akustickým modulem především kvůli době letu, uživatelské přívětivosti a termálnímu modulu kamery a akustickému modulu pro komunikaci s postiženým během záchrany do přiblížení výjezdového vozidla ZZS.



Obrázek 42 Dji Mavic 3 Enterprise s akustickým modulem (Heliguy.com, 2022)

ZÁVĚR

Bakalářská práce řeší možnosti využití bezpilotních prostředků v bezpečnostních aplikacích. Cílem této práce bylo vytvoření přehledu o využití bezpilotních prostředků v bezpečnostních aplikacích, především ochraně obyvatelstva a provedení návrhů na možná využití.

V teoretické části jsou předneseny základní informace, které souvisí s daným tématem a to úvod do tématu bezpilotních prostředků, historie bezpilotních prostředků bezpilotní systémy integrovaného záchranného systému.

Teoretickou část práce uzavírají současné vojenské bezpilotní prostředky, kterými disponují především technologické velmoci.

V praktické části práce došlo k naplnění hlavního cíle, kterým bylo navrhnutí využití vojenských bezpilotních prostředků v ochraně obyvatelstva. Nejprve je řešena komparace stávajících bezpilotních systémů integrovaného záchranného systému na základě veřejně dostupných technických parametrů a navazuje návrhová část.

Návrhová část zpracovává možnost využití bezpilotních systémů např. pro asistenci během evakuace a její řízení, alternativní možnost varování, asistenci během záchrany tonoucího a monitorování povodňové aktivity.

Praktická část dále mapuje stávající využití bezpilotních systémů ve světě, jako možnou inspiraci pro ochranu obyvatelstva v České republice.

Informace pro zhotovení práce byly získány především z odborných článků a oficiálních stránek výrobců jednotlivých bezpilotních systémů. Návrhy byly provedeny na základě současně dostupných bezpilotních systémů a aktuálních bezpečnostních potřeb a možností.

Zjištěným pozitivem je aktivní přístup složek integrovaného záchranného systému k zařazení těchto technologií do stále širšího spektra činností.

Důvodně lze konstatovat, že z pohledu autora práce byly cíle práce naplněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARMÁDA ČR, OdKV GŠ, ©2024. Menší RPAS. Online. Acr.army. Dostupné z: <https://acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/armada-uprednostni-potreby-taktickyh-jednotek:-nejdrive-nakoupi-200-mensich-dronu--az-pak-stredni--244103/>. [cit. 2024-04-23].

BRUS datasheet, 2023. Online. Vtusp. Dostupné z: <https://www.vtusp.cz/produkty/pruzkumne-a-monitorovaci-systemy/brus/>. [cit. 2024-02-27].

BRUS-foto, 2019. Online. Pribram. Dostupné z: <https://www.pribram.cz/clanek/policie-reaguje-na-clanek-o-odhalenych-taboristich-v-chko-brdy/14331/>. [cit. 2024-02-25].

BURTON, Caitlin, © 2024. Zipline. Online. Linkedin. Dostupné z: https://www.linkedin.com/posts/caitlineburton_nigeria-vaccines-immunization-activity-7127293559086407680--S_M. [cit. 2024-04-23].

CORRONS, Oscar, © 2024. Španělsko RPAS. Online. Reuters. Dostupné z: <https://www.reuters.com/world/drone-saves-14-year-old-drowning-spanish-beach-2022-07-25/>. [cit. 2024-04-23].

CZSO, 2021. Online. Czso. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/scitani-2021-napomuze-slozkam-integrovaneho-zachranneho-systemu-v-jejich-praci>. [cit. 2024-04-11].

ČESKO, 2022. „DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY“. Praha: Řízení letového provozu České republiky. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>. [cit. 2024-04-26].

Čína RPAS, © 2020 - 2024. Online. Fire-fightingtruck. Dostupné z: <https://www.fire-fightingtruck.com/sale-13391033-fire-fighting-drone-with-dry-powder-system-detection-function.html>. [cit. 2024-04-11].

DART Systém, 2024. Online. Progressiverailroading. Dostupné z: <https://www.progressiverailroading.com/RailPrime/Details/Alaska-Railroad-DOT-test-UAS-based-avalanche-mitigation-technology--71478>. [cit. 2024-04-22].

De Havilland DH82B Queen Bee, 2016. Online. Dehavillandmuseum.co. Dostupné z: <https://www.dehavillandmuseum.co.uk/aircraft/de-havilland-dh82b-queen-bee/>. [cit. 2024-02-22].

Defense Technical Information Center, 1999. Online. Apps.dtic.mil. Dostupné z: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADP010339.pdf>. [cit. 2024-02-26].

DJI FlyCart 30, 2024. Online. Djitelink. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/dji-flycart-30-dron-ovladac-p25085/>. [cit. 2024-04-22].

Dji Matrice 210 RTK V2, 2023. Online. Dronpro. Dostupné z: <https://dronpro.cz/dron-dji-m210-rtk-v2>. [cit. 2024-02-25].

Dji Matrice 30T, 2022. Online. Dronpro. Dostupné z: <https://dronpro.cz/dron-s-termalni-kamerou-dji-matrice-30t>. [cit. 2024-02-25].

Dji Mavic 2 Enterprise, 2018. Online. Djitelink. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/mavic-2-enterprise-c394/>. [cit. 2024-02-25].

Dji Mavic 2 Enterprise doplňky, 2019. Online. Youtube. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=2S7exgDzpUk>. [cit. 2024-04-22].

Dji Mavic 3 Multispectral, 2023. Online. 3gonshop. Dostupné z: <https://3gonshop.cz/produkt/dji-mavic-3m-dji-care-basic-2-lety/>. [cit. 2024-04-22].

Dji Mavic 3 Thermal, 2024. Online. Eko-drony. Dostupné z: <https://www.eko-drony.cz/prumyslove-drony-dji-enterprise/dji-mavic-3-s-termovizi/>. [cit. 2024-02-25].

DOMAŇSKY, Jacek, © 2018-2024. CAIG Wing Loong I. Online. Afterburner. Dostupné z: <https://afterburner.com.pl/caig-wing-loong-i-chengdu-gj-1/>. [cit. 2024-04-23].

Draganfly RPAS, 2023. Online. Gizmodo. Dostupné z: <https://gizmodo.com/ukraine-landmines-russia-how-draganfly-drones-demine-1850747725>. [cit. 2024-04-13].

Draganfly, 2022. Online. Cbc. Dostupné z: <https://www.cbc.ca/news/canada/saskatchewan/saskatoon-draganfly-drones-to-deliver-medical-supplies-to-ukrainians-in-russian-occupied-cities-1.6398094>. [cit. 2024-04-13].

Draganfly, 2022. Online. Fierceelectronics. Dostupné z: <https://www.fierceelectronics.com/sensors/draganfly-expands-drone-force-humanitarian-uses-ukraine>. [cit. 2024-04-22].

Draganfly, 2023. Online. Forbes. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/alexkonrad/2023/04/28/drone-delivery-startup-zipline-boosts-valuation-to-4-billion/>. [cit. 2024-04-22].

- Draper RPAS, 2024. Online. Draper.com. Dostupné z: <https://www.draper.com/draperfeatures/CSIRP>. [cit. 2024-04-22].
- Drone, UAV, UAS, RPA or RPAS, 2021. Online. Altigator. Dostupné z: <https://altigator.com/en/drone-uav-uas-rpa-or-rpas/>. [cit. 2024-02-26].
- Forpost-R - ruslet, 2020. Online. Ruslet. Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/bezpilotni-prostredky/uwca/forpost/>. [cit. 2024-04-09].
- Forpost-R výzbroj, 2022. Online. Armyrecognition. Dostupné z: https://armyrecognition.com/ukraine_-_russia_invasion_conflict_war/russia_uses_forpost-r_armed_drone_with_guided_missile_to_destroy_rocket_launcher_of_ukrainian_army.html. [cit. 2024-04-09].
- Forpost-R, 2024. Online. Cat-uxo. Dostupné z: <https://cat-uxo.com/explosive-hazards/ucav/forpost-ucav>. [cit. 2024-04-09].
- FRANĚK, Ondřej, ©2022. První ostré použití "létajícího" AED. Online. Zachrannasluzba. Dostupné z: <https://zachrannasluzba.cz/prvni-ostre-pouziti-letajiciho-aed-dron/>. [cit. 2024-04-23].
- FRANTZMAN, Seth J, 2022. *Drony: bitvy budoucnosti*. Technologie (Zoner Press). Brno: Zoner Press. ISBN 978-80-7413-525-5.
- FRANTZMAN, Seth J., © 2024. IAF RPAS. Online. Breakingdefense. Dostupné z: <https://breakingdefense.com/2023/09/israels-air-force-officially-receives-new-secretive-spark-uav-gateway-to-5th-gen-drones/>. [cit. 2024-04-23].
- Gray Eagle, 2020. Online. Ga-asi. Dostupné z: <https://www.ga-asi.com/remotely-piloted-aircraft/gray-eagle>. [cit. 2024-02-23].
- GROHMANN, Jan, © 2018 - 2024. Robotické a autonomní systémy v Armádě ČR. Online. Armadninoviny. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/roboti-v-armade-cr.html>. [cit. 2024-04-23].
- GUSTERSON, Hugh, 2017. *Drone Remote Control Warfare*. Cambridge: The MIT Press. ISBN 978-0262534413.
- Harop, 2021. Online. Topwar. Dostupné z: <https://en.topwar.ru/179697-preimuschestva-barrazhirujushego-boepripasa-iai-harop.html>. [cit. 2024-04-09].

Hasící RPAS, 2020. Online. Dronedj. Dostupné z: <https://dronedj.com/2020/04/03/firefighting-drones-extinguish-10-story-blaze-china/>. [cit. 2024-04-22].

Hermes 900, 2024. Online. Defence. Dostupné z: <https://defence.in/threads/adani-making-strides-in-indian-defence-manufacturing-with-export-of-20-hermes-900-uav.2206/>. [cit. 2024-04-09].

Heron, 2020. Online. Armadninoviny. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/nakup-dronu-heron-vs-tactical-heron.html>. [cit. 2024-04-09].

Historie bezpilotních leteckých prostředků, 2017. Online. Iwm. Dostupné z: <https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones>. [cit. 2024-02-22].

Hongfei Sf50, © 1998-2024. Online. Nanjinghongfei. Dostupné z: <https://nanjinghongfei.en.made-in-china.com/product/VxUYsfXDhjhz/China-Hongfei-Sf50-60kg-Payload-Heavy-Lifting-Firefighting-Forestry-Rescue-Drone-Uav.html>. [cit. 2024-04-23].

HOUSER, Kristin, © 2024. Zdravotní RPAS. Online. Freethink. Dostupné z: <https://www.freethink.com/hard-tech/medical-drones>. [cit. 2024-04-23].

HZS, GŘ HZS, © 2024. JMK RPAS. Online. Hzscr. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/nove-vyuzivame-k-nasi-praci-take-dron.aspx>. [cit. 2024-04-23].

HZS, GŘ HZS, © 2024. KVK RPAS. Online. Hzscr. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasici-prevzali-specialni-techniku-velitelsky-vuz-s-dronem.aspx>. [cit. 2024-04-23].

HZS, GŘ HZS, © 2024. LBK RPAS. Online. Hzscr. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasicum-v-libereckem-kraji-bude-u-vybranych-zasahu-pomahat-dron.aspx>. [cit. 2024-04-23].

HZS, GŘ HZS, © 2024. ULK RPAS. Online. Hzscr. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/zridili-jsme-dronovou-skupinu-s-podporou-usteckeho-kraje.aspx>. [cit. 2024-04-23].

CH-4, 2022. Online. Globaltimes. Dostupné z: <https://www.globaltimes.cn/page/202208/1273249.shtml>. [cit. 2024-04-09].

CHARVÁT, Jaromír, 2007. Historie výzkumu lavin v ČR. Online. Horskaslužba. Dostupné z: <https://www.horskaslužba.cz/cz/horska-sluzba/laviny/informace-o-lavinach/historie-vyzkumu-lavin-v-cr>. [cit. 2024-04-23].

IAI a bezpečnost Izraele, 2023. Online. Iai.co. Dostupné z: <https://www.iai.co.il/about/history>. [cit. 2024-02-22].

JARMILLO, Eduardo, © 2024. Čína proti suchu a požárům. Online. Thechinaproject. Dostupné z: <https://thechinaproject.com/2022/09/02/china-is-using-drones-to-combat-wildfires-and-droughts/>. [cit. 2024-04-23].

Kdo disponuje útočnými bezpilotními prostředky, 2024. Online. Newamerica. Dostupné z: <https://www.newamerica.org/future-security/reports/world-drones/who-has-what-countries-with-armed-drones/>. [cit. 2024-02-23].

Kettering bug, 2020. Online. E-education.psu. Dostupné z: <https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/643>. [cit. 2024-02-22].

KOLAŘÍK, Tomáš, © 2024. VM Hero. Online. Czdefence. Dostupné z: <https://www.czdefence.cz/clanek/vyckavaci-munice-pro-armadu-ceske-republiky-izraelsky-system-vybrala-i-namorni-pechota-usa>. [cit. 2024-04-23].

Koncepce výstavby Armády České republiky 2030, 2019. Praha: Ministerstvo obrany České republiky - VHÚ Praha. ISBN 978-80-7278-789-0.

LUKÁŠ, Vít, © 2016-2024. RQ-20 Puma. Online. Armadnizpravodaj. Dostupné z: <https://armadnizpravodaj.cz/letecka-technika/rq-20-puma/>. [cit. 2024-04-23].

LUSHENKO, Paul, 2023. Morální nasazení RPAS. Online. Tnsr. Dostupné z: <https://tnsr.org/2022/11/the-moral-legitimacy-of-drone-strikes-how-the-public-forms-its-judgments/>. [cit. 2024-04-23].

Matrice 210 RTK V2 datasheet, © 2024. Online. Dji. Dostupné z: <https://www.dji.com/cz/matrice-200-series-v2/info>. [cit. 2024-02-27].

Matrice 30T datasheet, © 2023. Online. Enterprise.dji. Dostupné z: <https://enterprise.dji.com/matrice-30/specs>. [cit. 2024-02-27].

Mavic 2 AE datasheet, © 2023. Online. Docs.rs-online. Dostupné z: <https://docs.rs-online.com/c5ce/A700000008264621.pdf>. [cit. 2024-02-27].

Mavic 3 Enterprise akustický modul, 2022. Online. Heliguy. Dostupné z: <https://www.heliguy.com/products/dji-mavic-3-enterprise-speaker>. [cit. 2024-04-22].

Mavic 3 Thermal datasheet, © 2024. Online. Enterprise.dji. Dostupné z: <https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise/specs>. [cit. 2024-02-27].

MCNABB, Miriam, 2023. Draper nové možnosti. Online. Dronelife. Dostupné z: <https://dronelife.com/2023/07/11/small-drones-can-fly-ahead-of-military-units-to-detect-cbrn-hazards-draper-develops-new-capabilities/>. [cit. 2024-04-23].

Mititgace, 2024. Online. Aashtojournal. Dostupné z: <https://aashtojournal.transportation.org/alaska-deploys-drone-based-avalanche-control-system/>. [cit. 2024-04-11].

MQ-1 Predator Unmanned Aerial Vehicle, 2021. Online. Hurlburt.af.mil. Dostupné z: <https://www.hurlburt.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Fact-Sheets/Article/204581/mq-1-predator-unmanned-aerial-vehicle/>. [cit. 2024-02-22].

MQ-9 Reaper - rozmístění, © 2024. Online. Ga-asi. Dostupné z: <https://www.ga-asi.com/remotely-piloted-aircraft/mq-9a>. [cit. 2024-02-23].

MQ-9 Reaper, 2021. Online. Af.mil. Dostupné z: <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104470/mq-9-reaper/>. [cit. 2024-02-23].

Nasazení systému DART, © 2022. Online. Droneamplified. Dostupné z: <https://droneamplified.com/announcing-drone-avalanche-mitigation/>. [cit. 2024-04-23].

New America, 2024. Online. Newamerica. Dostupné z: <https://www.newamerica.org/future-security/reports/world-drones/who-has-what-countries-with-armed-drones/>. [cit. 2024-04-09].

Okhotnik B, © 2024. Online. Nationalinterest. Dostupné z: <https://nationalinterest.org/blog/buzz/sukhoi-s-70-okhotnik-b-russias-stealth-drone-lie-or-deadly-reality-207219>. [cit. 2024-04-25].

Okhotnik-B, 2024. Online. Dsm. Dostupné z: <https://dsm.forecastinternational.com/2024/01/25/russian-stealth-combat-drone-nearing-production/>. [cit. 2024-04-09].

Pioneer RQ-2A UAV, 2020. Online. Airandspace. Dostupné z: https://airandspace.si.edu/collection-objects/pioneer-rq-2a-uav/nasm_A20000794000. [cit. 2024-02-22].

Puma datasheet, © 2024. Online. Avinc. Dostupné z: https://www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Puma_3_Datasheet.pdf. [cit. 2024-02-27].

Queen Bee, 2014. Online. Dronewars. Dostupné z: <https://dronewars.net/de-havilland-dh82b-queen-bee/>. [cit. 2024-04-25].

Raven datasheet, © 2022. Online. Avinc. Dostupné z: https://www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Raven_Datasheet_05_220825.pdf. [cit. 2024-02-27].

REES, Caroline, ©2011-2024. Pentagon CBRN detekce. Online. Unmannedsystemstechnology. Dostupné z: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2023/02/pentagon-to-use-autonomous-drones-for-remote-cbrn-detection/>. [cit. 2024-04-23].

Revoluce mitigace lavin, 2024. Online. Dronexl. Dostupné z: <https://dronexl.co/2024/02/15/avalanche-mitigation-alaska-drone/>. [cit. 2024-04-11].

RPAS AED, 2022. Online. Zachrannasluzba. Dostupné z: <https://zachrannasluzba.cz/pozor-leti-aede/>. [cit. 2024-04-11].

RQ-11 Raven, 2024. Online. Avinc. Dostupné z: <https://www.avinc.com/uas/raven>. [cit. 2024-02-25].

RQ-12 AE, 2024. Online. Designation-systems. Dostupné z: <https://www.designation-systems.net/dusrm/app2/q-12.html>. [cit. 2024-02-25].

RQ-20 Puma III. AE, 2020. Online. Businesswire. Dostupné z: <https://www.businesswire.com/news/home/20200610005372/en/AeroVironment-Receives-9.8-Million-Raven-and-Puma-3-AE-Awards-from-NATO-Support-and-Procurement-Agency-under-Multi-Year-Contract-with-80-Million-Potential-Value>. [cit. 2024-02-27].

RQ-2A Pioneer, © 2021. Online. Lovegbsk. Dostupné z: https://lovegbsk.pics/product_details/53787753.html. [cit. 2024-04-25].

Ruské UCAV, 2023. Online. Fpri. Dostupné z: <https://www.fpri.org/article/2023/11/russian-military-drones-past-present-and-future-of-the-uav-industry/>. [cit. 2024-04-09].

Sbírka fotografií společnosti Teledyne Ryan Firebee, 2023. Online. Sandiegoairandspace. Dostupné z: <https://sandiegoairandspace.org/collection/item/teledyne-ryan-firebee-photograph-collection>. [cit. 2024-02-22].

ScanEagle - AČR, 2023. Online. Acr.army. Dostupné z: <https://acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/armada-uprednostni-potreby-taktickych-jednotek:-nejdrive-nakoupi-200-mensich-dronu--az-pak-stredni--244103/>. [cit. 2024-02-27].

ScanEagle - Boeing, © 1995-2024. Online. Boeing. Dostupné z: <https://www.boeing.com/defense/autonomous-systems/scaneagle#carousel-0c2b6c0391-item-82da4111ef-tabpanel>. [cit. 2024-02-27].

ScanEagle - Insitu, © 2020. Online. Insitupacific. Dostupné z: <https://insitupacific.com.au/systems/scaneagle2/>. [cit. 2024-02-27].

ScanEagle - N20, 2018. Online. Sentientvision. Dostupné z: <https://sentientvision.com/scaneagle-american-made-with-an-australian-twist/>. [cit. 2024-02-27].

Scaneagle datasheet, © 2020. Online. Insitu. Dostupné z: https://www.insitu.com/wp-content/uploads/2020/12/ScanEagle_ProductCard_DU120320.pdf. [cit. 2024-02-27].

ScanEagle, © 2020. Online. Insitu. Dostupné z: https://www.insitu.com/wp-content/uploads/2020/12/ScanEagle_ProductCard_DU120320.pdf. [cit. 2024-02-27].

SEGUIN, Celia; BLAQUIÈRE, Gilles; LOUNDOU, Anderson; MICHELET, Pierre a MARKARIAN, Thibaut, © 2024. RPAS tonutí. Online. Resuscitationjournal.com. Dostupné z: [https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(18\)30166-7/abstract#](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(18)30166-7/abstract#). [cit. 2024-04-23].

Shazovací systém Dromight Talon, © 1996-2024. Online. Amazon. Dostupné z: <https://www.amazon.com/DroMight-Talon-Drop-System-Matrice/dp/B08VPTZ8L3>. [cit. 2024-04-22].

SCHEVE, Tom, © 2024. MQ-9 Reaper. Online. Science.howstuffworks. Dostupné z: <https://science.howstuffworks.com/reaper1.htm>. [cit. 2024-04-23].

SCHINDLOVÁ, Monika, © 2024. Policejní drony. Online. Policie. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/policejni-drony.aspx>. [cit. 2024-04-23].

SIMPSON, Sarah, ©2011-2024. Kontrakt na CBRN detekci. Online. Unmannedsystemstechnology. Dostupné z: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2024/01/contract-awarded-for-remote-cbrn-detection-using-autonomous-drone-fleets/>. [cit. 2024-04-23].

SLOGGETT, Dave, 2015. *Drone Warfare: The Development of Unmanned Aerial Conflict*. New York: Skyhorse. ISBN 978-1632205056.

SLOVÁČEK, Petr, © 2001 - 2024. Co dokážou policejní drony? Online. Auto. Dostupné z: <https://www.auto.cz/co-dokazou-policejni-drony-testovani-skoncilo-odted-sledujte-oblohu-151503>. [cit. 2024-04-23].

SOODALTER, Ron, © 2024. V-1. Online. Historynet. Dostupné z: <https://www.historynet.com/sloane-court/>. [cit. 2024-04-23].

STRAKOŠ, Jiří, ©2024. Časopis 112. Online. Hzscr. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xviii-cislo-1-2019.aspx?q=Y2hudW09OA%3D%3D>. [cit. 2024-04-23].

Switchblade 300, © 2024. Online. Avinc. Dostupné z: <https://www.avinc.com/lms/switchblade>. [cit. 2024-02-23].

Switchblade systém, © 2024. Online. Army-technology. Dostupné z: <https://www.army-technology.com/projects/switchblade-tactical-missile-system/>. [cit. 2024-02-23].

Switchblade, 2023. Online. Instagram. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/CrQ2VZUsb7o/>. [cit. 2024-02-23].

Systém Skyhook, 2016. Online. Airsea.ucsd. Dostupné z: <https://airsea.ucsd.edu/instrumentation/uav/>. [cit. 2024-02-27].

Šahíd-136, 2021. Online. Cgtrader. Dostupné z: <https://www.cgtrader.com/3d-models/military/rocketry/shahed-136-kamikaze-drone-geranium-2>. [cit. 2024-04-09].

Šahíd-136, 2024. Online. Armyrecognition. Dostupné z: https://armyrecognition.com/iran_unmanned_ground_aerial_vehicles_systems/shahed-136_loitering_munition_kamikaze-suicide_drone_iran_data.html. [cit. 2024-04-09].

UAV China, 2021. Online. Militarydrones. Dostupné z: <https://www.militarydrones.org.cn/news/china-military-chinese-arms-company-delivers-50th-made-for-export-wing-loong-ii-drone-i00013i1.html>. [cit. 2024-04-09].

Unmanned Chemical Reconnaissance, © 2024. Online. Environics. Dostupné z: https://www.environics.fi/cbrn-solutions/unmanned-chemical-reconnaissance/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwIN6wBhCcARIsAKZvD5i_ovSf7NeopUjXZ9JA-kwp2fqWW_50sD_-aKDQ3Kmj2FhsO45NNA8aArZnEALw_wcB. [cit. 2024-04-23].

VOJENSKÝ TECHNICKÝ ÚSTAV, Ministerstvo obrany, © 2024. BRUS. Online. Vtusp.cz. Dostupné z: <https://www.vtusp.cz/produkty/pruzkumne-a-monitorovaci-systemy/brus/>. [cit. 2024-04-23].

VYKOPALOVÁ, Kristýna, © 2024. Nové Pumy. Online. Acr.army. Dostupné z: <https://acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/vojaci-z-prostejova-prevzali-pumy--nove-bezpilotni-prostredky-pro-vzdušny-pruzkum-238623/>. [cit. 2024-04-23].

Využití dronů pro Integrovaný záchranný systém, © 2019. Online. Sitmp. Dostupné z: https://www.sitmp.cz/projekty_detail/vyuziti-dronu-pro-integrovaný-zachranny-system/. [cit. 2024-04-23].

Wasp datasheet, © 2017. Online. Avinc. Dostupné z: https://www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Wasp_Datasheet_2017_Web_v1.pdf. [cit. 2024-02-27].

Wing Loong, 2023. Online. Afterburner. Dostupné z: <https://afterburner.com.pl/caig-wing-loong-i-chengdu-gj-1/>. [cit. 2024-04-09].

WRITER, Staff, © 2003-2004. AV Switchblade. Online. Militaryfactory. Dostupné z: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=2319. [cit. 2024-04-23].

WRITER, Staff, © 2024. MQ-1C. Online. Militaryfactory. Dostupné z: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=785. [cit. 2024-04-23].

WZ-7, 2021. Online. Globaltimes. Dostupné z: <https://www.globaltimes.cn/page/202111/1238671.shtml>. [cit. 2024-04-09].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AČR	Armáda České republiky
AE	All environment (veškerá prostředí)
AED	Automatizovaný externí defibrilátor
CBRN	Chemický, biologický, radiologický a jaderný
CV	Cisternové vozidlo
ČR	Česká republika
FPV	First person view (pohled z první osoby)
GPS	Global Positioning System (globální polohový systém)
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
MTOW	Maximal takeoff weight (maximální vzletová hmotnost)
PČR	Policie České republiky
RACS	Remote Avalanche Control Systems (Systémy dálkové kontroly lavin)
RPA	Remotely Piloted Aircraft (bezpilotní letadlo)
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems (bezpilotní systém)
RTK	Real-time kinematics (kinematické určování polohy v reálném čase)
T	Thermal (termální)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (bezpilotní letadlo)
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle (úderné bezpilotní prostředky)
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Aerial target (Iwm.org, 2017)	13
Obrázek 2 Kettering Bug (E-education.edu, 2020)	13
Obrázek 3 Queen Bee (Dronewars.net, 2014)	14
Obrázek 4 V-1 na odpalové rampě (Historynet.com, 2024).....	15
Obrázek 5 AQM-34 Ryan Firebee (Sandiegoairandspace.org, 2023)	15
Obrázek 6 IAI Scout (Iai.co, 2023).....	16
Obrázek 7 RQ-2A Pioneer (Lovegbsk.pics, 2021)	17
Obrázek 8 MQ-1 Predator (Hurlburt.af.mil, 2021).....	18
Obrázek 9 Dji Mavic 3 Thermal (Eko-drony.cz, 2024).....	20
Obrázek 10 BRUS (Pribram.cz, 2019)	21
Obrázek 11 Dji Mavic 2 Enterprise Advanced (Djitelink.cz, 2018).....	22
Obrázek 12 Dji Matrice 30 T (Dronpro.cz, 2022)	23
Obrázek 13 Dji Matrice 210 V2 RTK s dvojicí snímačů Zenmuse (Dronpro.cz, 2023)	24
Obrázek 14 Vyčkávací munice UVision Hero-120 (Czdefence.cz, 2024)	25
Obrázek 15 RQ-12 AE Wasp (Designation-systems.net, 2024).....	26
Obrázek 16 RQ-11 B Raven (Avinc.com, 2024).....	27
Obrázek 17 RQ-20 Puma II. AE (Businesswire.com, 2020)	27
Obrázek 18 Boeing Insitu Scaneagle (Insitu.com, 2020)	28
Obrázek 19 Státy s UCAV (Newamerica.org, 2024).....	30
Obrázek 20 Mq-9 Reaper (Vlastní, 2023)	31
Obrázek 21 MQ-1C Gray Eagle (Ga-asi.com, 2020)	32
Obrázek 22 Switchblade v akci (Instagram.com, 2023)	33
Obrázek 23 IAI Heron (Armadninoviny.cz, 2020).....	34
Obrázek 24 IAI Harop (Topwar.ru, 2021).....	34
Obrázek 25 Hermes Elbit Systems 900 (Defence.in, 2024)	35
Obrázek 26 Wing Loong (Afterburner.com, 2023)	36
Obrázek 27 CH-4 (Globaltimes.cn, 2022)	37
Obrázek 28 WZ-7 (Globaltimes.cn, 2021)	37
Obrázek 29 S-70 Okhotnik-B (Nationalinterest.org, 2024).....	38
Obrázek 30 HESAŠahíd-136 (Cgtrader.com, 2021)	39
Obrázek 31 Forpost-R (Cat-uxo.com, 2024)	40
Obrázek 32 Systém DART (Progressiverailroading.com, 2024)	47
Obrázek 33 Draper RPAS (Draper.com, 2024)	48
Obrázek 34 Skupina hasících RPAS (Dronedj.com, 2020).....	49

Obrázek 35 Švédský RPAS upraven k transportu AED (Zachranasluzba.cz, ©2022).....	51
Obrázek 36 Draganfly (Fiercееlectronics.com, 2022).....	52
Obrázek 37 RPAS Zipline (Forbes.com, 2023)	52
Obrázek 38 Dji Mavic 2 EA s akustickým modulem (Youtube.com, 2019).....	53
Obrázek 39 Dji Mavic 3 Multispectral (3gonshop.cz, 2023)	57
Obrázek 40 Dromight talon mechanismus (Amazon.com, 2024)	58
Obrázek 41 Dji Flycart 30 v navijákovém provedení (Djitelink.cz, 2024)	58
Obrázek 42 Dji Mavic 3 Enterprise s akustickým modulem (Heliguy.com, 2022).....	59

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 RPAS PČR- Technické parametry.....	42
Tabulka 2 RPAS HZS - technické parametry	42
Tabulka 3 RPAS AČR - Technické parametry	42
Tabulka 4 Bodovací metoda RPAS PČR a RPAS HZS	44
Tabulka 5 Bodovací metoda RPAS AČR.....	44