

Možnosti UAS a jejich využití v oblasti bezpečnosti ČR

Miroslav VÍTEK

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav Vitek**
Osobní číslo: **L15377**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Možnosti UAS a jejich využití v oblasti bezpečnosti ČR**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte informační zdroje světa k zadané problematice.
2. Vytvořte odpovídající model UAS.
3. Modelováním vyjádřete optimální funkce UAS.
4. Vytvořte náměty pro praktické použití těchto prostředků.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] KARAS, J. TICHÝ, T. Drony. Brno. Computer Press. 2016. 264 s. ISBN 978-80-251-4680-9.

[2] ZU HOHENLOHE, S. Drony. Frýdek-Místek. Alpress. 2016. 159 s. ISBN 978-80-7543-234-6.

[3] KARAS, J. 222 tipů a triků pro drony. Brno. 2017. 208 s. ISBN 978-80-251-4874-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jiří Dvořák, DrSc.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **3. listopadu 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2018**

V Uherském Hradišti dne 15. listopadu 2017

doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou 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. 3²⁾;
- podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 autorského zákona mohou užít své dílo – bakalářskou/diplomovou 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/diplomové 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/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti
22. května 2018



.....
podpis studenta

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydávajíc zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu.

2) 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudů. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje využití možností UAS v oblasti bezpečnosti České republiky. Mapuje současný stav provozu UAS ve státní sféře u Armády České republiky, Policie České republiky a Hasičského záchranného sboru České republiky. V dalších kapitolách se práce zabývá možným využitím současných prostředků těchto institucí pro řešení otázek vnitřní bezpečnosti, havárií, katastrof, monitorování mimořádných událostí. V závěru práce je modelován vhodný bezpilotní prostředek pro zvolenou krizovou situaci a navrhnuté optimální funkce pro tento prostředek.

Klíčová slova: UAV, UAS, RPAS, AČR, PČR, HZS, bezpečnost.

ABSTRACT

This bachelor thesis describes the use of the possibilities of UAS in the field of security of the Czech republic. It maps the current state of the operation of UAS in the civil sphere in Czech republic Army, Police of the Czech Republic and the Fire rescue corps of the Czech republic. In the following chapters it deals with possible use of the current resources of these institutions for addressing issues of internal security, accidents, disasters, and emergencies monitoring. At the conclusion of the work is modeled by a suitable unmanned aerial system for the selected crisis situation and designed the optimum function for this resource.

Keywords: UAV, UAS, RPAS, AČR, PČR, HZS, Security.

Poděkování

Děkuji své přítelkyni za trpělivost, pomoc a morální podporu, kterou mě poskytovala v průběhu mého studia...

OBSAH

ÚVOD	10
I. TEORETICKÁ ČÁST	12
1 TERMINOLOGIE A LEGISLATIVA V OBLASTI BEZPEČNOSTI	13
1.1 TERMINOLOGIE V OBLASTI BEZPEČNOSTI	13
1.1.1 Bezpečnost	13
1.1.2 Vnější bezpečnost státu	14
1.1.3 Vnitřní bezpečnost státu	14
1.1.4 Kompetenční zákon	15
1.1.5 Pojmy hrozba a riziko v kontextu bezpečnosti ČR	15
1.1.6 Bezpečnostní strategie České republiky 2015	16
1.1.7 Analýza hrozeb pro Českou republiku – závěrečná zpráva	16
1.1.8 Zákon č. 191/2016 Sb. Zákon o ochraně státních hranic České republiky a o změně souvisejících zákonů (zákon o ochraně státních hranic)	17
1.2 TERMINOLOGIE V OBLASTI UAS	18
1.2.1 Označení „dron“	18
1.2.2 UAV/UAS, RPA/RPAS	18
1.2.3 VTOL	19
2 LEGISLATIVA PRO POUŽITÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH SYSTÉMŮ	21
2.1 ORGANIZACE OVLIVŇUJÍCÍ LEGISLATIVU UAS	21
2.2 ICAO	21
2.3 EVROPSKÁ ÚNIE	22
2.4 JARUS	22
2.5 MINISTERSTVO DOPRAVY A ÚCL, NÁRODNÍ LEGISLATIVA PRO PROVOZ UAS	22
2.6 AČR – PŘEDPIS L-1-6/L2	24
3 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH PROSTŘEDKŮ POUŽÍVANÝCH VE STÁTNÍ SFÉŘE ČR	25
3.1 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH PROSTŘEDKŮ PODLE KONSTRUKCE	25
3.1.1 Letoun s pevným fixním křídlem	25
3.1.2 Multikoptéra	26
3.2 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH PROSTŘEDKŮ PODLE DRUHU POHONU	27
3.2.1 Elektromotorové systémy	27
3.2.2 Motorové systémy (spalovací motor).....	28
4 OBECNÉ MOŽNOSTI UAS	29
4.1 REŽIMY LETU UAS.....	29
4.1.1 Let na přímou viditelnost	29
4.1.2 Let mimo dohled pilota	29
4.1.3 Let řízený z vlastního pohledu	29
4.1.4 Let v režimu GPS	30
4.1.5 Let v režimu ATTI	30

4.1.6	Let v režimu Home Lock	30
4.1.7	Let v režimu Course Lock.....	30
4.1.8	Let v režimu Follow me	30
4.1.9	Let v režimu Orbit a Waypoints.....	30
4.1.10	Fail Save bezpečnostní systém.....	31
4.2	VYUŽITÍ SENZORŮ UAS	31
4.2.1	Využití pro letecké fotografie a video.....	31
4.2.2	Využití pro letecký monitoring	32
4.2.3	Využití pro mapování.....	32
4.2.4	Využití aplikací se speciálními senzory	33
5	MODELOVÁNÍ PROCESŮ	34
II.	PRAKTICKÁ ČÁST	35
6	PROCESNÍ MODEL ŘEŠENÉHO PROBLÉMU.....	36
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A VYUŽITÍ UAS VE STÁTNÍ SFÉŘE ČR U AČR, PČR A HZS ČR.....	37
7.1	ARMÁDA ČR A JEJÍ BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY	38
7.1.1	VR-3 REJS	40
7.1.2	Sojka III.....	42
7.1.3	AeroVironment RQ-11B Raven a RQ-11B DDL	43
7.1.4	Elbit Skylark.....	47
7.1.5	Boeing Insitu Scan Eagle	51
7.1.6	UA WASP III AV	54
7.2	POLICIE ČR A JEJÍ BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY	57
7.2.1	Letecká služba Policie ČR	58
7.2.1.1	Flydeo X8	60
7.2.1.2	Flyability ELIOS.....	62
7.2.1.3	Mavic Pro.....	64
7.2.2	Krajská ředitelství Policie ČR.....	66
7.2.2.1	DJI Phantom 3	66
7.2.2.2	Brus	68
7.2.2.3	Flydeo Y6	71
7.3	HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČR A JEHO BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY	74
7.3.1	DJI F450.....	76
7.3.2	Kingfisher.....	78
7.3.3	Aerovision	79
7.4	DÍLČÍ ZÁVĚR Z ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU	82
8	VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ UAS.....	83
8.1	VÝHODY VYUŽITÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH PROSTŘEDKŮ U POLICIE ČR A HZS	83
8.2	NEVÝHODY VYUŽITÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH PROSTŘEDKŮ U POLICIE ČR A HZS	85
9	ANALÝZA VYUŽITELNOSTI UAS.....	87

9.1	SWOT ANALÝZA VYUŽITELNOSTI UAS TYPU LETOUNU S PEVNÝM FIXNÍM KŘÍDLEM	87
9.2	SWOT ANALÝZA VYUŽITELNOSTI UAS TYPU MULTIKOPTÉRA	89
9.3	VYHODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI NASAZENÍ UAS PODLE DEFINICE HROZEB Z DOKUMENTU BEZPEČNOSTNÍ STRATEGIE ČR.....	90
9.4	VYHODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI NASAZENÍ UAS PRO TYPY NEBEZPEČÍ IDENTIFIKOVANÝCH V DOKUMENTU ANALÝZA HROZEB PRO ČESKOU REPUBLIKU – ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA	91
10	MODELOVÁNÍ ODPOVÍDAJÍCÍHO UAS A JEHO OPTIMÁLNÍCH FUNKCÍ	94
10.1	MODELOVÁ SITUACE – MIGRAČNÍ VLNA VELKÉHO ROZSAHU	94
10.2	VYTVOŘENÍ ODPOVÍDAJÍCÍHO MODELU UAS	94
10.3	MODELOVÁNÍ OPTIMÁLNÍCH FUNKCÍ UAS.....	95
10.4	DÍLČÍ ZÁVĚR	97
	ZÁVĚR	100
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	101
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	108
	SEZNAM OBRÁZKŮ	110
	SEZNAM TABULEK.....	111

ÚVOD

Název bezpilotní letadlo vznikl z anglického Unmanned Aerial Vehicle. Dnes je již také zažitý výraz dron z anglického drone. Jedná se o letoun bez posádky, který je řízen na dálku nebo létá samostatně pomocí předprogramovaných letových plánů či pomocí složitějších dynamických autonomních systémů. První bezpilotní letadlo je známo z roku 1916 od profesora Archibalda Montgomeryho Lova a jmenovalo se Aerial Target. První generace bezpilotních letadel sloužila jako vzdušné cíle, ale s rozvojem technologií se stále více začala používat pro pořizování leteckých foto a videozáběrů, následně začaly být drony osazovány i jinými typy senzorů až po kompletní zbraňové systémy. S miniaturizací všech technologií v 80. a 90. letech minulého století zájem o bezpilotní letadla prudce vzrostl. Bepilotní letouny začaly hrát důležitou roli ve většině novodobých válečných konfliktů.

I v tomto století, ještě nedávno, byly i malé bezpilotní prostředky, jen velmi drahou armádní technologií v cenách desítek až stovek tisíc dolarů. Na jaře 2012 se však na přehlídce Hobby Expo konané v Pekingu objevily první komerční drony, které uměly již téměř to samé co armádní, ale většina exponátů byla k mání za méně než 1 000 dolarů. Současně se po celém světě „líhly“ komunity amatérských stavitelů dronů, které toho pak – za ještě nižší pořizovací náklady – uměly stále víc a víc. Bez přehánění se dá říct, že je to poprvé v historii lidstva, kdy výrobci hraček a kutilové překonali vojensko-průmyslový komplex. Když se dnes podíváme na oblohu, uvidíme neuvěřitelné věci: malé, plně autonomní a hlavně cenově dostupné technologie, které se vyrovnají vojenským. Jejich komerční využití sice omezuje zákony, je ale jen otázkou času, kdy si vývoj vynutí jejich změnu, protože pokrok se zastavit nedá.

Cílem této práce je pomocí analýzy současného stavu zjistit využití bezpilotních prostředků ve státní sféře u Armády České republiky, Policie České republiky a Hasičského záchranného sboru a pokusit se pomocí modelování nalézt odpovídající bezpilotní prostředek s optimálními funkcemi pro využití v situaci, kdy by tyto složky byly nuceny spolu v oblasti bezpečnosti České republiky a bezpilotních prostředků spolupracovat.

Práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické. V teoretické části, která je rozdělena do pěti kapitol, bude věnována pozornost terminologii a legislativě bezpečnosti České republiky a bezpilotních prostředků, jejich obecným možnostem a základnímu rozdělení. Ve stručnosti se tato část zabývá také modelováním jako nástrojem pro nalezení optimálního bezpilotního prostředku.

Praktická část, která je rozdělena do čtyř kapitol, je zaměřena na analýzu současného stavu, které konkrétní bezpilotní prostředky se v současné době využívají, jaké jsou jejich možnosti a k jakým činnostem mohou být dále využity. Popsány jsou výhody jednotlivých typů, ale i negativa. Náměty pro praktické využití aplikací jsou součástí dílčích závěrů kapitol. V další části je řešen návrh optimálního modelu bezpilotního prostředku pro vybranou činnost a modelováním jsou vyjádřeny jeho optimální funkce. Jako metody pro zpracování této části práce byly použity: dotazníkové šetření, strukturovaný rozhovor, analýza informačních zdrojů a některých dokumentů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TERMINOLOGIE A LEGISLATIVA V OBLASTI BEZPEČNOSTI

Tato kapitola je zaměřená na objasnění některých základních pojmů týkajících se oblasti bezpečnosti České republiky, odpovědností příslušných orgánů za zabezpečení bezpečnosti řešené v praktické části, dále představením některých významných dokumentů, které identifikují hrozby pro Českou republiku a slouží jako východisko k řešenému problému v praktické části této bakalářské práce.

1.1 Terminologie v oblasti bezpečnosti

1.1.1 Bezpečnost

Stav, kdy je systém schopen odolávat známým a předvídatelným (i nenadálým) vnějším a vnitřním hrozbám, které mohou negativně působit proti jednotlivým prvkům (případně celému systému) tak, aby byla zachována struktura systému, jeho stabilita, spolehlivost a chování v souladu s cílovostí. Je to tedy míra stability systému a jeho primární a sekundární adaptace. Pro vymezení systému na podmínky státu je obsah bezpečnosti uveden v ústavním zákoně č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. V tomto případě používáme pojem bezpečnost státu, viz *vnější bezpečnost státu, vnitřní bezpečnost státu*.¹

Odpovědnost za zajišťování bezpečnosti řeší ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky v článku 3:

(1) Bezpečnost České republiky zajišťují ozbrojené síly, ozbrojené bezpečnostní sbory, záchranné sbory a havarijní služby.

(2) Státní orgány, orgány územních samosprávných celků a právnické a fyzické osoby jsou povinny se podílet na zajišťování bezpečnosti České republiky. Rozsah povinností a další podrobnosti stanoví zákon.²

¹ Terminologický slovník z oblasti krizového řízení [online] c2016 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-řízení-a-planování-obrany-státu.aspx>.

² ČESKO. Zákon č. 110/1998 Sb., Ústavní zákon o bezpečnosti České republiky. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-110>.

1.1.2 Vnější bezpečnost státu

Stav, kdy jsou na nejnížší možnou míru eliminovány hrozby ohrožující stát a jeho zájmy zvnějšku a kdy je tento stát k eliminaci existujících i potenciálních vnějších hrozeb efektivně vybaven a ochoten. Hrozby mohou být vojenské nebo ekonomické povahy, mohou mít charakter migrační vlny apod. Je to také souhrn mezinárodněpolitických, ekonomických a vojenských vztahů státu s okolními státy a koalicemi, jejichž prostřednictvím prosazuje své státní zájmy.

1.1.3 Vnitřní bezpečnost státu

Stav, kdy jsou na nejnížší možnou míru eliminovány hrozby ohrožující stát a jeho zájmy zevnitř a kdy je tento stát k eliminaci stávajících i potenciálních vnitřních hrozeb efektivně vybaven a k ní ochoten. Je to rovněž souhrn vnitřních bezpečnostních podmínek a legislativních norem a opatření, kterými stát zajišťuje demokracii, ekonomickou prosperitu a bezpečnost občanů, a jimiž stanoví a prosazuje normy morálky a společenského vědomí.³

Ochrana vnitřní bezpečnosti, někdy označovaná jako prosazování práva je specifickou oblastí s vysokým potenciálem dalšího rozvoje. Zahrnuje ochranu práva, vládní úkoly, řešení krizových situací a širokou škálu dalších možných ohrožení státu. Nejdůležitější oblastí je schopnost zajištění vnitřní svrchovanosti státu a ochrana obyvatelstva při vyhlášených krizových stavů.⁴

Může se jednat i o stavy vyvolané rozsáhlým narušením veřejného pořádku, masovým narušením státních hranic nezvládnutelnou migrací, ohrožujícím šířením nakažlivých chorob, teroristickou akcí, rozsáhlými požáry, větrnou smrští, sněhovou kalamitou, technologickou havárií velikého rozsahu nebo jadernou havárií apod.

³ Terminologický slovník z oblasti krizového řízení [online] c2016 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-řízení-a-planování-obrany-státu.aspx>.

⁴ Tamtéž.

1.1.4 Kompetenční zákon

Kompetenční zákon je zákon č. 2/1969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky, kterým se určují jednotlivé ústřední orgány, a upravuje jejich působnost.

Z hlediska krizového řízení je podstatné, že MV je podle kompetenčního zákona ústředním orgánem státní správy pro vnitřní věci, a to zejména pro:

- veřejný pořádek a další věci vnitřního pořádku a bezpečnosti ve vymezeném rozsahu, včetně dohledu na bezpečnost a plynulost silničního provozu, zbraně a střelivo, požární ochranu, krizové řízení, civilní nouzové plánování, ochranu obyvatelstva a integrovaný záchranný systém, a že ministerstvo vnitra zajišťuje komunikační síť pro Policii České republiky, složky integrovaného záchranného systému a územní orgány státní správy a provozuje informační systém pro nakládání s utajovanými informacemi mezi orgány veřejné moci.

Samozřejmě má ministerstvo i celou řadu dalších kompetencí v oblasti vnitřních věcí.

MV zabezpečuje plnění úkolů v oblasti vnitřního pořádku a bezpečnosti vedle působnosti stanovené právními předpisy také v návaznosti na průběžně novelizovanou Bezpečnostní strategii ČR. Prostřednictvím příslušných složek činných v oblasti vnitřní bezpečnosti MV průběžně analyzuje situaci v oblasti vnitřní bezpečnosti a veřejného pořádku na území ČR, identifikuje hrozby, posuzuje rizika a iniciuje návrhy na jejich účinnou eliminaci, provádí vůči Policii ČR činnost metodickou, koncepční a koordinační.

1.1.5 Pojmy hrozba a riziko v kontextu bezpečnosti ČR

Hrozba je primární, mimo nás nezávisle existující, vnější fenomén, který může nebo chce poškodit nějakou konkrétní hodnotu. Závažnost hrozby je úměrná povaze hodnoty a toho, jak si danou hodnotu ceníme. Hrozba může být jevem přírodním, definovaným fyzikálně – takovou hrozbu nazýváme hrozbou neintencionální. Realizace neintencionální hrozby je stochastické povahy. Zcela jiného původu je hrozba působená či zamýšlená činitelem nadaným vůlí, úmyslem (hrozba intencionální) – zamýšlí ji, připravuje, spouští či realizuje lidský jedinec nebo kolektivní aktér. Termín ohrožení je synonymem termínu hrozba.

Riziko je pravděpodobnost, že dojde ke škodlivé události, jež postihne danou hodnotu. Jinak je riziko možnost, že s určitou pravděpodobností vznikne událost, jež se liší od toho, co si přejeme. Riziko je odvozená závisle proměnná a dá určit nebo odhadnout tzv. analýzou rizik. Riziko je reakcí na hrozbu, též na stav naší připravenosti (zranitelnosti) a je spojeno s rozhodováním.⁵

Odlišnost fenoménů hrozby a rizika lze shrnout do lapidární formulace:

Hrozeb se obáváme, rizika z nich plynoucí jednak poměřujeme, jednak je podstupujeme.

1.1.6 Bezpečnostní strategie České republiky 2015

Bezpečnostní strategie České republiky (ČR) je základním dokumentem bezpečnostní politiky ČR, na který navazují další strategie a koncepce. Je vládním dokumentem zpracovaným ve spolupráci s Kanceláří prezidenta republiky a Parlamentem ČR s cílem hledat nadstranické přístupy k otázkám bezpečnosti. Na jeho tvorbě se rovněž podílela bezpečnostní komunita ČR zahrnující zástupce státní i nestátní sféry.⁶ Ve svojí IV. části na základě analýzy bezpečnostního prostředí, ve kterém se ČR nachází, **identifikuje bezpečnostní hrozby**.

V praktické části této práce je využita tabulka s přehledem 11 identifikovaných hrozeb z dokumentu Bezpečnostní strategie České republiky 2015.

1.1.7 Analýza hrozeb pro Českou republiku – závěrečná zpráva

V Koncepci ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030, přijaté usnesením Vlády České republiky č. 805 ze dne 23. října 2013, stanoven následující úkol: „Zpracovat analýzu hrozeb pro Českou republiku a její závěry promítnout do metodických a strategických materiálů v oblasti bezpečnosti státu“. Odpovědnost za provedení byla uložena Ministerstvu vnitra v součinnosti s dotčenými ministerstvy a jinými ústředními správními úřady.

Za účelem provedení analytických činností byla v působnosti gesčního Ministerstva vnitra ustavena pracovní skupina složená ze zástupců Hasičského záchranného sboru Čes-

⁵ Edited by Zeman, Petr, Česká bezpečnostní terminologie: výklad základních pojmů. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav, 2002. 186 s. ISBN 80-210-3037-2.

⁶ <https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/dokumenty/bezpecnostni-strategie-2015.pdf>

ké republiky (dále jen „HZS ČR“). Na výsledné podobě analýzy se také významně podíleli zástupci dotčených ministerstev a jiných ústředních správních úřadů.

Na celostátní úrovni bylo **identifikováno celkem 72 typů nebezpečí, z toho 22 bylo označeno jako nebezpečí s nepřijatelným rizikem**, kterým je nutné věnovat na jednotlivých stupních veřejné správy prioritní pozornost.

V praktické části této práce je využita tabulka s přehledem 22 identifikovaných typů nebezpečí s nepřijatelným rizikem pro ČR.

1.1.8 Zákon č. 191/2016 Sb. Zákon o ochraně státních hranic České republiky a o změně souvisejících zákonů (zákon o ochraně státních hranic)

Tento zákon upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropské unie⁷ ochranu státních hranic České republiky (dále jen „hranice“) proti jejich nedovolenému překračování a vymezuje působnost Ministerstva vnitra (dále jen „ministerstvo“) a Policie České republiky (dále jen „policie“) v této oblasti státní správy.

V ustanoveních tohoto zákona v části hlava IV, je řešeno dočasné znovuzavedení ochrany vnitřních hranic. V § 11 je stanoveno, že opatřením obecné povahy může zavést ochranu vnitřních hranic. Stanoví přitom časový a územní rozsah tohoto opatření a způsob ochrany vnitřních hranic, může stanovit, že vnitřní hranice lze překračovat pouze v místě a v určené době.

§ 12 hovoří o mimořádných opatřeních ministerstva, kterému umožňuje ustanovení tohoto paragrafu v případě bezprostřední vážné hrozby pro veřejný pořádek nebo vnitřní bezpečnost taktéž dočasně znovu zavést ochranu vnitřních hranic. Mimořádné opatření ministerstva je opatřením obecné povahy.

§ 13 hovoří o způsobu vydávání a oznámení opatření obecné povahy. V tomto případě jde o oznámení veřejnou vyhláškou, dále se opatření uveřejňuje v celoplošném rozhlasovém a televizním vysílání.

V § 14 jsou stanovena oprávnění policie při dočasném zavedení ochrany vnitřních hranic a je tam výslovně stanoveno, že ochranu vnitřních hranic zajišťuje policie. Za úče-

⁷ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 562/2006 ze dne 15. března 2006, kterým se stanoví kodex Společenství o pravidlech upravujících přeshraniční pohyb osob (Schengenský hraniční kodex), v platném znění.

lem ochrany vnitřních hranic je policista oprávněn k řadě úkonů, o kterých pojednávají paragrafy 14 a 15.

1.2 Terminologie v oblasti UAS

Tato kapitola se zabývá terminologií užívanou v oblasti bezpilotních prostředků. V médiích se často objevují nepřesná označení a často je zaměňován jejich význam.

1.2.1 Označení „dron“

V médiích jde o nejčastěji používaný pojem, který vznikl ze slangu armády Spojených států amerických, která byla z historického hlediska jedním z prvních uživatelů moderních bezpilotních letadel. Tehdejším nejpoužívanějším typem dronu v US Army byl MQ-1 Predator od americké společnosti General Atomics, jehož vrtulový pohon vydává charakteristický zvuk podobný zástupci říše hmyzu – včele. Včelí samec se v anglickém jazyce řekne „drone“.

“Bezpilotní letecké prostředky, známé také jako drony (z anglického “drone”), jsou letecké prostředky bez posádky na palubě, které jsou ovládány manuálně na dálku nebo mohou létat automaticky dle předem nadefinovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů.”⁸

1.2.2 UAV/UAS, RPA/RPAS

Z terminologického hlediska jsou správné tyto české ekvivalenty k anglickým výrazům:

UAV – Unmanned Aerial Vehicle - Bezpilotní letecké prostředky.

UAS – Unmanned Aerial System - Bezpilotní letecké systémy.

RPA – Remotely Piloted Aircraft – Dálkově řízené letadlo.

RPAS - Remotely Piloted Aircraft Systems - Dálkově ovládané letecké systémy.

Uživatelé, zabývající se problematikou bezpilotních létajících prostředků užívají často k jejich označení zkratku UAV z anglického Unmanned Aerial Vehicle (v češtině

⁸ Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

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

Pokud dálkově pilotovaný stroj, jehož hlavní funkcí je samotný let obsahuje výbavu, která je důležitá pro jeho samotný let, jedná se o UAV. Pokud UAV nese sekundární výbavu, jako jsou přístroje pro pořizování obrazového záznamu, měřicí přístroje, kontejner pro přepravu materiálu a jiné doplňky, jedná se již o bezpilotní systém UAS.

Tyto systémy sestávají z vlastního bezpilotního letadla, pozemní řídicí stanice, pilota, případného operátora řídicího výbavu UAV, fotografickými nebo termálními kamerami, laserovými skenery, GPS systémem či inerciální měřicí jednotkou, která slouží pro zjišťování přesné prostorové polohy bezpilotního letadla a dalších možných prvků výbavy.

UAV představuje vlastní létající prostředek bez posádky včetně zařízení umožňujících jeho provoz a dálkové ovládání z pozemní řídicí stanice, obousměrnou elektronickou komunikaci a přenos telemetrických dat a také pilota působícího na zemi, zatímco RPAS zahrnuje kompletní UAV, celou sadu technických prostředků pro sběr obrazových dat omezenou především maximálním užitečným nákladem (payload), a programových prostředků pro činnost RPAS.

Ve vojenství se častěji používají termíny (RPA - Remotely Piloted Aircraft) a (RPAS - Remotely Piloted Aircraft System). Tyto prostředky mohou být jednoúčelové (průzkumné), nebo víceúčelové, které lze vybavit systémy pro letální působení na protivníka a ničení jeho zbraní nebo důležitých, strategicky významných objektů. V souvislosti s bojovými bezpilotními prostředky se užívá i označeníUCAV – Unmanned Combat Aerial Vehicle – bezpilotní bojový letecký prostředek a další.

1.2.3 VTOL

VTOL je zkratka anglického Vertical Take-Off and Landing a označuje letadla, která mohou startovat a přistávat vertikálně (svisle). U letadel se jedná o konvertoplány (např. letadla s překlopnými rotory – Bell Boeing V-22 Osprey) nebo o konvenční letadla s možností vertikálního vzletu a přistání (například Hawker Siddeley Harrier). Mezi VTOL nej-

sou zařazeny vrtulníky, balony, vzducholodě, nebo rakety.⁹ V oblasti UAS jde zejména o konstrukční řešení kvadrokoptér. Existují i konstrukční řešení, která jsou kombinací UAS s pevným křídlem a vrtulovým systémem schopným VTOL vzletu a přistání, které není tak rozšířené a jedná se o hybridní řešení označované jako HYBRID VTOL UAV/UAS.

⁹ <https://cs.wikipedia.org/wiki/VTOL>

2 LEGISLATIVA PRO POUŽITÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH SYSTÉMŮ

S rozvojem nových technologií použitých u bezpilotních prostředků, dochází v návaznosti na to i k rozvoji legislativy pro zajištění plynulosti a bezpečnosti provozu UAS. Celosvětově existuje celá řada organizací, které se starají o vývoj v oblasti bezpečnosti leteckého provozu a to i s ohledem na provoz bezpilotních prostředků. V této části jsou popsány organizace, které mají vliv na tvorbu legislativy týkající se provozu UAS.

2.1 Organizace ovlivňující legislativu UAS

Česká republika je členem mnoha mezinárodních organizací a činnost těchto organizací ovlivňuje tvorbu českých zákonů a předpisů. Na národní úrovni se o leteckou legislativu stará Ministerstvo dopravy České republiky ve spolupráci s Úřadem pro civilní letectví. Obsah předpisů si však netvoříme sami, nýbrž jej přebíráme z mezinárodních standardů. Nejdůležitějším mezinárodním orgánem pro tvorbu standardů a doporučení je ICAO. Pro ČR, jakožto člena Evropské unie (dále jen EU), jsou to i nařízení a směrnice Evropského parlamentu a Rady EU. Speciálně pro řešení problematiky bezpilotních prostředků byla také vytvořena skupina JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) sdružující národní úřady pro civilní letectví za účelem vytvoření jednotných pravidel pro UAS.

2.2 ICAO

Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization, ICAO) vznikla na základě článku 43 *Úmluvy o mezinárodním civilním letectví* (dále jen *Úmluva*) podepsané na Chicagské konferenci v roce 1944. Jedná se o vládní organizaci přidruženou k OSN. Podle článku 44 *Úmluvy* je cílem ICAO rozvíjet zásady a techniku mezinárodního létání a podporovat plánování a rozvoj mezinárodní letecké dopravy. Hlavní sídlo ICAO se nachází v Montrealu. Nejvyšším orgánem ICAO je Shromáždění. Schází se jednou za 3 roky a zahrnuje všechny členské státy. Vymezuje základní směry a činnosti ICAO, schvaluje zprávy Rady z minulého období a program činnosti Rady na období následující. Rada je stálým orgánem ICAO. Hlavním úkolem Rady je schvalování mezinárodních norem a doporučení, které vydávají formou Příloh (Annexů) k *Úmluvě*. Annexy obsahují minimální požadavky pro fungování civilního letectví. Annexy jsou přebírány

jednotlivými státy, kde se stávají zákonnými normami. U nás jsou přetransformovány do leteckých předpisů L1 až L19.

2.3 Evropská unie

Důležitým rádcem orgánů EU v oblasti letectví je Evropská agentura pro bezpečnost v letectví (European Aviation Safety Agency, EASA). Zabývá se certifikací, údržbou, zachováním letové způsobilosti letadel a jejich částí, způsobilostí leteckého personálu a leteckého provozu, uspořádáním letového provozu, letových navigačních služeb a letišť. EASA formou stanoviska předkládá Parlamentu, Radě a Komisi hlavní požadavky a prováděcí pravidla, které se po schválení mohou stát nařízeními či jinou formou právního předpisu. Agenturní pravidla, jako požadavky přijatelné způsoby průkazu, poradní materiál a certifikační specifikace, si EASA vydává sama.

2.4 Jarus

Sdružení leteckých úřadů pro tvorbu leteckých předpisů v oblasti bezpilotních systémů (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems, JARUS) je organizace spojující EASA, Eurocontrol a národní úřady pro civilní letectví včetně České republiky. JARUS vznikl v roce 2007 za účelem vytvoření harmonizovaných požadavků a doporučení pro stavbu a provoz bezpilotních systémů. Předpokládá se, že orgány EU výsledky této organizace v budoucnu přemění v nějakou formu předpisu (pravděpodobně nařízení).

Cílem JARUS není vydání zákonných předpisů, nýbrž pouze vytvoření doporučení a standardů. Bude na rozhodnutí každého státu nebo zodpovědné regionální organizace, jakým způsobem využijí výstupy JARUS.

2.5 Ministerstvo dopravy a ÚCL, národní legislativa pro provoz UAS

Ministerstvo dopravy je nejvyšším orgánem ovlivňujícím civilní letectví v České republice. Zajišťuje všechny druhy dopravy (silniční, železniční, vodní a leteckou). Leteckou dopravu má na starosti Odbor civilního letectví. Ten se dále dělí na Oddělení letecké dopravy, Oddělení infrastruktury letišť, Oddělení ochrany civilního letectví, Oddělení leteckého provozu, techniky a rozvoje.

Ministerstvo dopravy předkládá ke schválení zákony týkající se letecké dopravy a jejich úpravy. Dále vydává vyhlášky upřesňující obsah zákona. Vyhláška je forma provádě-

cího předpisu. Na další úrovni najdeme konkrétní letecké předpisy. V ČR je 19 předpisů řady L, které vycházejí z Annexů ICAO a jsou právně závazné. Jednotlivé předpisy pro Ministerstvo dopravy zpracovává Úřad pro civilní letectví. Jedná se o vnitrostátní dozоровý orgán. Má na starosti dohled nad civilním letectvím v ČR, licencování leteckého personálu a certifikaci letadel a letecké techniky. Veškeré pravomoci Ministerstva dopravy týkající se letecké dopravy jsou v §88 zákona č. 49/1997 sbírky a pravomoci ÚCL v §89 a §90 stejného zákona.¹⁰

Vydaná legislativa:

Zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví

Zákon udává, že letadla bez pilota mohou nad územím České republiky létat pouze s povolením Úřadu pro civilní letectví. Letadlo musí splňovat podmínky obsažené v tomto povolení. Povolení je vydáno, pokud provoz bezpilotního letadla neohrozí okolní vzdušný provoz, stavby a osoby na zemi a životní prostředí.

Vyhláška Ministerstva dopravy č. 108/1997

Vyhláška zahrnuje letadla bez pilota na palubě mezi letadla, která mohou ke vzletům a přistáním využívat jak ploch k tomu v územně plánovací dokumentaci určené, tak i ostatních ploch, které nejsou letištěm ani plochou pro vzlety a přistání. Tyto plochy mohou být použity pro vzlety a přistání v rámci výcviku nebo pro provozování leteckých prací.

Předpisy řady L

Na národní úrovni se bezpilotní systémy objevují v předpisech řady L. Ty vycházejí z Annexů ICAO, ale na rozdíl od nich jsou právně závazné. ICAO prozatím implementovalo problematiku UAS do Annexů 2, 7 a 13. Ministerstvo dopravy ve spolupráci s ÚCL tyto úpravy přenesly do předpisů L2 – Pravidla létání, L7 – Poznávací značky letadel a L13 – Odborné zjišťování leteckých nehod a incidentů. Součástí předpisu L2 je i Doplněk X – Bepilotní systémy.

10 Hadrbal, Lukáš. *Možnosti rozvoje a zajištění bezpečnosti dálkově řízených letadel (RPAS) v ČR*. [online] 2015 [cit. 2017-12-04]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Viktor Hodaň.

Doplněk X předpisu L2

Doplněk X je nejdůležitějším dokumentem týkající se bezpilotních systémů, protože se jedná o prozatím jediný ucelený právní předpis řešící problematiku UAS. Doplněk X je platný pro bezpilotní systémy nespádající do kompetence EASA na základě nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008. Pro modely letadel s maximální vzletovou hmotností do 20 kg se bere jako doporučený postup.

2.6 AČR – předpis L-1-6/L2

Tento předpis stanovuje pravidla pro lety vojenských letadel nad územím České republiky. Prostřednictvím tohoto předpisu se přejímá letecký předpis Pravidla létání (L 2), který vydalo Ministerstvo dopravy, pro použití v podmínkách Armády České republiky (AČR). V příloze tohoto leteckého předpisu je doplnění vojenských odlišností oproti civilnímu předpisu L 2. Obsahuje rovněž doplněk X pro bezpilotní systémy, v které je stanoveno, že kompetence ÚCL stanovené tímto doplňkem vykonává OVL SDK MO (Odbor vojenského letectví, Sekce dozoru a kontroly MO). Předpis byl letos (leden 2018) novelizován.

3 ROZDĚLENÍ BEZPILOTNÍCH LETECKÝCH PROSTŘEDKŮ POUŽÍVANÝCH VE STÁTNÍ SFÉŘE ČR

Bezpilotní letecké prostředky lze dělit podle mnoha hledisek. Pro potřeby této práce je dobré uvést alespoň základní rozdělení UAV podle konstrukce a další rozdělení podle typu pohonu a to z důvodu UAV zmiňovaných dále v textu, kde se hovoří o UAV typu letoun a multikoptéra – co do rozdělení podle konstrukce.

Dále rozdělení ohledně způsobu pohonu – v práci zmiňované spalovací motory a elektromotory (baterie). Existují samozřejmě i další aplikace (letouny typu křídlo, vrtulníky, balony, vzducholodě atp.) a způsoby rozdělení, ale to není podstatou této práce.

3.1 Rozdělení bezpilotních leteckých prostředků podle konstrukce

3.1.1 Letoun s pevným fixním křídlem

Definice slova letoun říká, že se jedná o letadlo těžší než vzduch, které ke svému pohybu využívá aerodynamických sil díky pevně připojeným, speciálně tvarovaným plochám křídel, okolo kterých proudí vzduch. Letoun se tedy z fyzikálních důvodů musí neustále pohybovat určitou rychlostí dopředu, aby vztlaková síla byla dostatečná na udržení stroje ve vodorovné poloze. Tento pohyb dopředu zajišťuje zpravidla elektrický nebo spalovací motor s tažnou nebo tlačnou vrtulí v některých případech s proudovou turbínou. Pokud z jakéhokoli důvodu motor selže, letoun ztrácí rychlost, a kvůli nedostatečné rychlosti přestávají fungovat vztlakové síly a letoun padá k zemi. Když je správně vyvážen, padá tzv. klouzavým letem, při kterém se pohybuje více méně rovnoměrně pod určitým úhlem k zemi.

Výhodou letounů je, jak bylo zmíněno výše, úspora energie, dokáží tedy letět i několik hodin. Hodí se na dlouhotrvající či vzdálené lety. Nevýhodou je potřeba nízké hmotnosti. S rostoucí hmotností se zvyšují nároky na rychlost, potažmo energii a celkově i na mohutnost konstrukce. Pro jednodušší vzlet se často používají vystřelovací rampy, zejména u těžších letounů.¹¹

Vzlet těchto letounových bezpilotních prostředků může probíhat více způsoby:

¹¹ Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

- ze startovací rampy – v práci zmiňovaný Scan Eagle,
- z ruky hodem – Raven, Wasp,
- pomocí gumového katapultu – Skylark.

Přistání probíhá u těchto prostředků v zásadě těmito způsoby:

- přistání pomocí zachytného lana nataženého na mobilním stožáru – Scan Eagle,
- běžné přistání na zem - všechny zavedené UAS prostředky,
- nebo do rukou obsluhy – je možné u menších prostředků jako je Raven nebo Wasp.

Existují letouny, které jsou schopny kromě automatického letu i manuálního letu, případně kombinace automatického letu a manuálního přistání, což značně usnadňuje celý provoz a výběr vhodné přistávací lokality, protože při troše pilotní zručnosti je možné přistát na malé ploše, například 30–50 m široké. Letouny na rozdíl od multikoptér slouží spíše pro speciální technické aplikace, letecký monitoring a mapování mnohem větších ploch. Výrobci letounových dronů je logicky méně, protože se orientují hlavně na využití profesionály, a tudíž i cena těchto dronů je mnohem vyšší než u multikoptér.¹²

3.1.2 Multikoptéra

Multikoptéra, jak už sám název napovídá, značí koptéru neboli vrtulník s kolmým vzletem, k čemuž mu slouží určitý počet vrtulí a motorů. Jde o bezpilotní letecký prostředek s rotujícím křídlem. Pro jednodušší označování konkrétních multikoptér platí, že se označují podle počtu motorů a vrtulí.

Nejčastější multikoptéry jsou ty s následujícím počtem vrtulí:

- 4 - kvadrokoptéra,
- 6 - hexakoptéra,
- 8 - oktokoptéra,

Při běžném uložení vrtulí na ramenech vedle sebe platí, že sousední vrtule se vždy točí opačným směrem. Vrtule s motory mohou být uloženy proti sobě (protiběžně - koaxiálně), tudíž na čtyřech ramenech může být celkem osm vrtulí/motorů.

¹² Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

Obecně platí, že čím více vrtulí, tím větší bezpečnost přistání při náhodném poškození jednoho motoru/vrtule. Stejně tak platí, že s větším počtem vrtulí stoupá výkon dronu a zvětšuje se stabilita jeho pohybu ve vzduchu.

Výhodou multikoptér je, že je lze využít k manuálnímu létání, stejně tak k automatickému létání podle letových plánů, nebo k jejich kombinaci. Samotný vzlet i přistání jsou kolmé vzhůru nebo dolů, tudíž prostor potřebný ke vzletu i přistání je minimální a možný téměř kdekoliv, dokonce včetně interiérů.

Nevýhodou multikoptér je, že vydrží oproti letounům mnohem kratší dobu ve vzduchu, což způsobuje hlavně jejich mnohem větší hmotnost a náročnější pohyb ve vzduchu. Dále je možné u multikoptér měnit snímací a jiné senzory, které jsou umístěny pod dronem buď na speciálním závěsu (tzv. gimbal) pohlcujícím vibrace, nebo přímo pod dronem. Na těchto závěsech je možné přes dálkové ovládání řídit pohyb senzoru až ve všech třech osách a monitorovat např. objekt nezávisle na trajektorii letu. Závěs dále doplňuje video vysílač napojený na obrazový senzor pod dronem, který umožňuje vysílání obrazu ze vzduchu, v reálném čase na monitor s přijímačem nebo tzv. základní stanici, které jsou umístěny na zemi. Tato metoda je velice často využívána k různému leteckému monitoringu v reálném čase.¹³ Multikoptéry spadají pod elektromotorové bezpilotní prostředky.

3.2 Rozdělení bezpilotních leteckých prostředků podle druhu pohonu

3.2.1 Elektromotorové systémy

Tento typ UAV rozhodně patří k nejčastěji používaným. Především v civilní oblasti se prudce rozšiřují multirotorové systémy. Najdeme je jak na vědeckém poli působnosti, tak i v oblasti masmédií nebo mezi jednotlivci jako prostředek zábavy. Vzniká spousta propagačních videí, obsahujících záběry natočené z výšky prostřednictvím UAV, což posouvá jejich hodnotu na pomyslném žebříčku kvality či prestiže. Právě tato platforma se také nejvíce hodí pro využívání v rámci IZS.

Elektromotorové UAV využívají k pohonu stejnosměrný nebo střídavý elektromotor. Kromě multirotorových systémů jako jsou kvadrokoptéry, hexakoptéry a oktokoptéry, sem řadíme i vzducholod', letadlo, vrtulník a koaxiální vrtulník. Letadel s pevným (fixním)

¹³ Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

křídlem existuje celá řada a jednotlivé typy se liší například v konstrukci, počtu motorů a křídél, typu materiálů a typu startů. Malá letadla s elektromotorem, minikamerou a manuálním ovládním jsou nejdostupnější motorová UAV na trhu. Dalším typem UAV spadajícím do této kategorie jsou vrtulníky a koaxiální vrtulníky. Klasický vrtulník má jeden rotor, koaxiální má dva rotory, otáčející se proti sobě, což umožňuje daleko přesnější ovládní, ale zase znemožňuje provádění akrobatických prvků.

3.2.2 Motorové systémy (spalovací motor)

Do této kategorie spadá vzducholod', rogalo, paraglide, vrtulník a letadlo s fixním křídlem. Systémy se spalovacím motorem fungují podobně jako elektromotorové systémy. Hlavní výhoda spalovacího motoru je jeho výrazně vyšší nosnost. Díky tomu unese mnohem více senzorů nebo kvalitnější a složitější senzory. To platí především u snímacího zařízení, které, když je větší, má větší objektiv a pořizuje kvalitnější snímky. Podobně jako elektromotorové systémy se i tyto ovládají dobře a není problém vybavit je tak, aby disponovaly funkcí automatického letu. Další výhodou je obvykle i větší výdrž, která je závislá na objemu a hmotnosti nádrže. Pokud je nádrž vyčerpaná, stačí na krátkou chvíli přistát, doplnit palivo a UAV může okamžitě znovu odletět. To je podstatně rychlejší než u elektromotorových UAV. Obecně je pořízení těchto systémů i finančně náročnější.

Další možné rozdělení bezpilotních leteckých prostředků je podle velikosti. Bude širěji zmíněno v kapitole o prostředcích Armády ČR.

4 OBECNÉ MOŽNOSTI UAS

Obecné možnosti UAS je možné rozdělit pro potřeby této práce do dvou hlavních částí. Jedna část hovoří o možnostech samotného UAV, tedy o jeho možnostech letu v různých režimech. Druhá o možnostech neseného příslušenství – tedy senzorů na palubě dronu.

4.1 Režimy letu UAS

Současná legislativa neumožňuje komerčním dronům provoz mimo dohled pilota a to hlavně z bezpečnostních důvodů. Ale úroveň současných technologií umožňuje samotný let pomocí několika letových režimů, částečně nebo plně automatizovaných, využívajících například GPS nebo jiná zařízení na palubě, která usnadňují pilotovi práci s dronem a jeho samotné ovládání.

4.1.1 Let na přímou viditelnost

Běžný let na takovou vzdálenost, aby pilot mohl sledovat a vyhodnocovat dohlednost, překážky a okolní letový provoz. Jedná se o provoz VLOS (Visual Line of Sight) a určuje maximální možnou přímou vzdálenost od řídicího pilota, na kterou je možné letadlo provozovat. Tato vzdálenost je jedním ze základních parametrů a omezení v Povolení k létání od ÚCL.

4.1.2 Let mimo dohled pilota

Létání s komerčními drony mimo vizuální dohled pilota není v České republice a téměř nikde na světě povoleno. Výjimku mají drony provozované AČR, ale jen v souladu s předpisy a v přesně stanovených prostorech.

4.1.3 Let řízený z vlastního pohledu

Jedním z možných způsobů ovládání je tzv. FPV (first person view). Jedná se o ovládání z pohledu dronu. Funguje na základě kamery umístěné na dronu s přenosem obrazu pro pohled pilota. V pohledu kamery mohou být umístěny i telemetrické údaje o průběhu letu pro informaci pilota. Může se jednat o údaje o aktuální výšce dronu, vzdálenosti dronu od pilota, rychlost dronu a podobně. Existuje i možnost výstupu z kamery do speci-

álních brýlí (FPV brýle), do kterých je pohled z dronu přenášen včetně telemetrických informačních údajů.

4.1.4 Let v režimu GPS

Let v režimu GPS umožňuje let dronu pomocí signálu z družic GPS, a je tedy závislý na kvalitě přijímaného signálu souvisejícího s počtem družic.

4.1.5 Let v režimu ATTI

Tento režim nevyužívá satelity GPS. Udržuje dron ve stejné výšce, ale ne na místě. Ovlivňují jej například povětrnostní podmínky např. vítr. Stejnou výšku udržuje zařízení barometrického čidla ve výškoměru.

4.1.6 Let v režimu Home Lock

Přepnutí do režimu Home Lock umožňuje návrat dronu zpět k pilotovi, kdy dron letí zpět v co nejkratším možném čase. Používá se například při ztrátě orientace související s polohou dronu.

4.1.7 Let v režimu Course Lock

Tento režim umožňuje přímý let ve stanoveném kurzu a dovolí pilotovi věnovat se obsluze senzorů. Tedy po dobu letu v tomto režimu je pohyb dronu naprogramován na stanoveném směru, který dron dodržuje.

4.1.8 Let v režimu Follow me

Principem tohoto režimu je pohyb automatický pohyb dronu, kdy se dronu určí objekt a dron se na něj zaměří a sleduje jej i během pohybu. Snaží se přitom udržet kameru na střet záběru, kde je tento objekt, při dodržení výšky i vzdálenosti mezi dronem a tímto objektem. Výhodou tohoto je ta možnost, že pilot může například cestovat v automobilu, který dron následuje a pilot ještě může ovládat kameru k natáčení.

4.1.9 Let v režimu Orbit a Waypoints

V tomto režimu je možné definovat dronu, aby oblétl kruh (Orbit) nebo nastavenou trasu bodů (Waypoints) kolem zájmového objektu, kdy je možné nastavit i výšku letu. Te-

dy dron se pohybuje po nastavené trase a kameru je možné ovládat a natáčet zvlášť za využití ovládaní gimbalu.

4.1.10 Fail Save bezpečnostní systém

Fail Save je bezpečnostní prvek, kterým musí být vybaveny všechny drony provozované na území ČR. Jde o prvek, který při správném nastavení zvyšuje bezpečnost a spolehlivost dronu např. při selhání baterie nebo některého z motorů, systémů regulátorů nebo při výpadku řídicího signálu. Pokud k tomu dojde, úkolem tohoto bezpečnostního prvku je provedení ukončení letu a bezpečné přistání.

4.2 Využití senzorů UAS

Další možná využití dronů plynou z variability nesených speciálních senzorů umístěných pod dronem nebo na něm. V posledních několika letech jsou drony vybavovány pohyblivou stabilizovanou plošinou, na které je umístěna například kamera, fotoaparát nebo jiný senzor – tzv. **gimbal**. Pohyby gimbalu může ovládat buď sám pilot, nebo ho ovládá pomocí samostatného ovládaní operátor kamery. Tím je zajištěna vyšší kvalita natáčení při pohybu i bezpečnost letu dronu. Pilot, který ovládá a kontroluje pozici a let dronu a operátor, který ovládá senzory pomocí gimbalu a tím i fotoaparát, kameru a další speciální senzory.

4.2.1 Využití pro letecké fotografie a video

Letecká fotografie a videozáznam je specifický svým pohledem z jiné perspektivy, kdy kromě nejbližšího okolí objektu, které vidíme ze země, při pohledu z výšky ukazuje objekt v celém jeho kontextu a členitost okolní krajiny. Důležitým aspektem je i to, že přenos fotografií a videa je možný v reálném čase a to umožňuje například při řešení mimořádných událostí okamžitě znát stav pozorovaného objektu a pružně reagovat. Díky letecké fotografii, je možné také v čase sledovat případné změny, které se udály s objektem a vzájemně je porovnávat. Fotografie s časovou posloupností tím pádem mohou sloužit k analýze událostí, které měly vliv na změnu objektu. U videa kromě klasické denní kamery existují ještě varianty různých kamer umožňující snímání a natáčení videa v noci, termokamery a další aplikace.

Hlavní výhoda pořizování záznamů pomocí dronu je kromě pohledu z výšky také odstup pilota v bezpečné vzdálenosti od sledovaného objektu a samotného dronu. Toto je důležité

například při monitorování mimořádných událostí, jako jsou například požáry, kdy natáčení vrtulníkem by mohlo být nebezpečné, a mohla by být ohrožena bezpečnost pilota na palubě. Dalším příkladem může být například natáčení záznamu při plnění úkolů v podmínkách armády, kdy kromě bezpečnosti pilota je důležitý faktor maskování této činnosti, kdy vrtulník skryté pořízování záznamu neumožňuje nebo umožňuje jenom z velké vzdálenosti.

4.2.2 Využití pro letecký monitoring

Existuje celá řada využití dronů pro monitorování, kde dříve probíhal letecký monitoring z pilotovaných letadel nebo helikoptér. Využití dronů pro sledování jednotlivých objektů je dnes využíváno v celé řadě výškových prací, mezi které můžeme řadit například monitorování těžko dostupných prostor (věže, haly, přehrad, stožáry vysokého napětí apod.). Dalším využitím je monitorování plošné, kdy se využívá širokého záběru kamer například pro pátrání po pachateli nebo dohledávání osob na velké ploše, kdy může velitel zásahu na základě přenášeného obrazu ihned vyhodnotit situaci a poslat své lidi efektivně tam, kde je jich nejvíc potřeba. Proto mají drony obrovský potenciál hlavně v krizovém řízení.

4.2.3 Využití pro mapování

Tak jako monitorování pomocí dronů nahrazuje využití pilotovaných letadel a vrtulníků, také mapování pomocí dronů doplňuje možnosti pilotovaných prostředků. Letecké mapy, tzv. ortofotomapy, vznikají nejčastěji pořízením kolmých leteckých fotografií ze speciálních velkoformátových kamer nebo se využívají družicové snímky. Drony přinesly do mapování možnost vysokého obrazového rozlišení až pod 1 cm na pixel, pomocí klasických fotoaparátů. Při mapování pomocí dronů se ale jedná spíše o menší území, toto je ovlivněno například u multikoptér využitelnou délkou letu, která je v řádech desítek minut. Výhodou je již zmiňované rozlišení fotografií a také nasaditelnost dronů od zadání požadavku. Fotografie jsou snímány s metadaty a je možné je georeferencovat. To znamená, že je možné je jako letecké snímky přesně umístit do mapy.

4.2.4 Využití aplikací se speciálními senzory

Mezi speciální senzory je možné zařadit různé druhy termokamer, multispektrální kamery, laserové skenery, laserové dálkoměry, různé senzory na měření ovzduší, přítomnost chemických nebo radiačních látek apod.

U tohoto druhu senzoru stojí za zmínku počín české firmy Nuvia, která vyvinula monitorovací systém, který dokáže ve spojení s dronem velmi rychle a přesně určit zdroj možného radioaktivního záření. Je určen složkám integrovaného záchranného systému, armádě, výzkumným pracovištím i soukromým firmám. Systém disponuje technologií, která za letu identifikuje jednotlivé typy radionuklidů, což je důležité pro rychlé rozhodování zásahového týmu. Naměřená data se operátorovi zobrazují on-line na monitoru počítače. Díky použití přesného systému GPS se data po ukončení monitoringu jednoduše přenesou, například do Google Maps.¹⁴

Dalším z druhů speciálních senzorů je senzor LIDAR, jde o metodu dálkového měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu. Obvykle se využívá spektra 1064–1540 nm, pro batymetrická měření cca 530 nm. LIDAR lze použít pro měření vzdálenosti, mapování terénu, měření vlastností atmosférických jevů aj. Výsledkem mapování je mračno bodů, které se po zpracování může interpolovat do podoby digitálního modelu povrchu či 3D modelů budov a jiných objektů.¹⁵ Po aplikaci filtrů je možné z mračna bodů získat digitální model terénu (body u kterých je známa jejich přesná poloha včetně nadmořské výšky), která jsou podkladem pro samotný 3D model terénu. Z těchto výsledků lze dále vytvářet modely vrstevnicových map a profily terénu. Toto je doménou zejména dronů typu pevné křídlo z důvodu potřeby zmapovat mnohem větší plochu než by umožňovaly multikoptéry vzhledem ke své délce letu.

¹⁴ <https://elektro.tzb-info.cz/merici-a-regulacni-technika/16961-ceska-firma-jako-prvni-na-svete-vyvinula-system-na-presne-mereni-radiace-pomoci-dronu>

¹⁵ <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lidar>

5 MODELOVÁNÍ PROCESŮ

Pro vytvoření optimálního modelu UAS a vyjádření jeho optimálních funkcí bylo využito v praktické části práce modelování procesů. Modelování procesů je grafické případně textové vyjádření procesů, tedy v jaké posloupnosti mají být realizovány jednotlivé činnosti procesů, jaké vstupy a výstupy procesy potřebují pro správné fungování.

Nástroje pro modelování procesů

Všechny nástroje, které zachovávají nebo rozvíjí podstatu procesů, se používají pro jejich modelování. Mezi nejznámější patří:

- mapa procesů,
- vývojový digram (flowchart),
- želví diagram a další.

Vhodné je zvolit si nástroj, který se dá snadno zpracovat v počítačové podobě a je možné v něm snadno dělat změny. Jako velmi výhodné, jednoduché a rychlé na zpracování je použít nejprve mapu procesů a k ní pro modelování jednotlivých procesů vývojové diagramy.

Doporučený postup jak popisovat (modelovat) procesy

- definice všech potřebných procesů a jejich seřazení do logického kroku,
- určení rozsahu procesů, definování u každého procesu jeho poslání a cíl,
- popis toku hlavních činností a odpovědnosti,
- doplnění nezbytných vstupů a výstupů pro činnosti,
- v případě nutnosti stanovit zdroje a rizika,
- doplnění textových popisů s potřebnými pravidly.

Rozhodně nejedná-li se o specificky zaměřenou analýzu a je třeba modelovat procesy např. firmy je vhodné mít napřed ucelenou kostru a následně podle priorit modelovat procesy do potřebné hloubky (tedy detailu).

Mapa procesů: je jednoduchý nástroj pro orientaci a řízení procesů společnosti. Zpřehledňuje procesy a jejich provázanost. ¹⁶

¹⁶ <http://www.vlastnicesta.cz/metody/modelovani-procesu/>

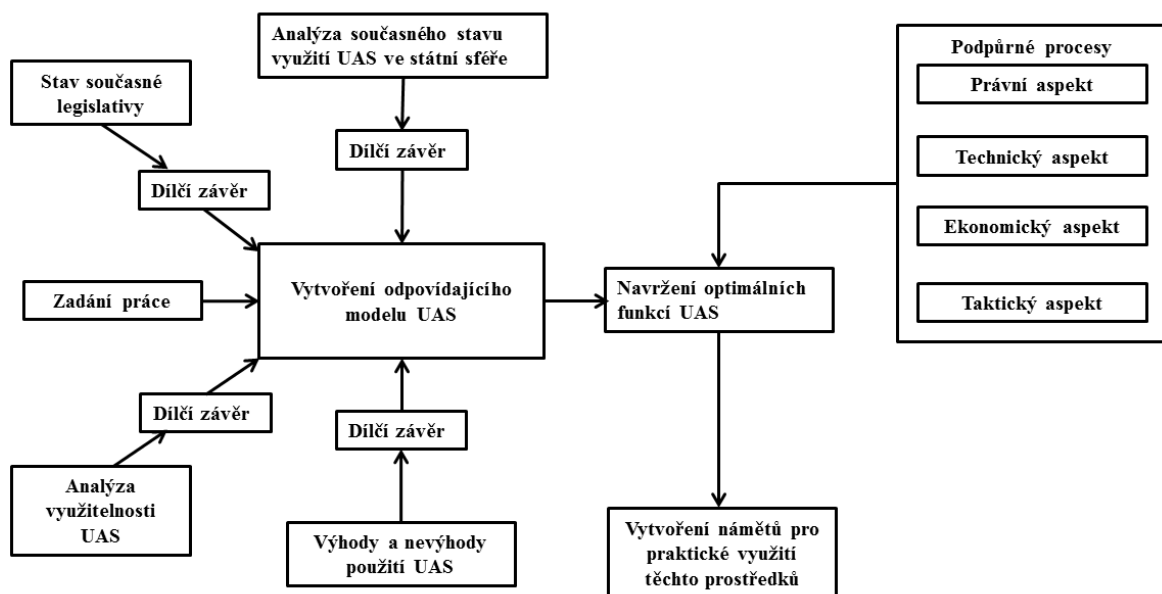
II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PROCESNÍ MODEL ŘEŠENÉHO PROBLÉMU

Zadání bakalářské práce obsahuje tyto zásady:

- Analyzujte informační zdroje světa k zadané problematice.
- Vytvořte odpovídající model UAS.
- Modelováním vyjádřete optimální funkce UAS.
- Vytvořte náměty pro praktické využití těchto prostředků.

Ke splnění zásad pro vypracování této bakalářské práce si autor stanovil tento procesní model pro řešení problému:

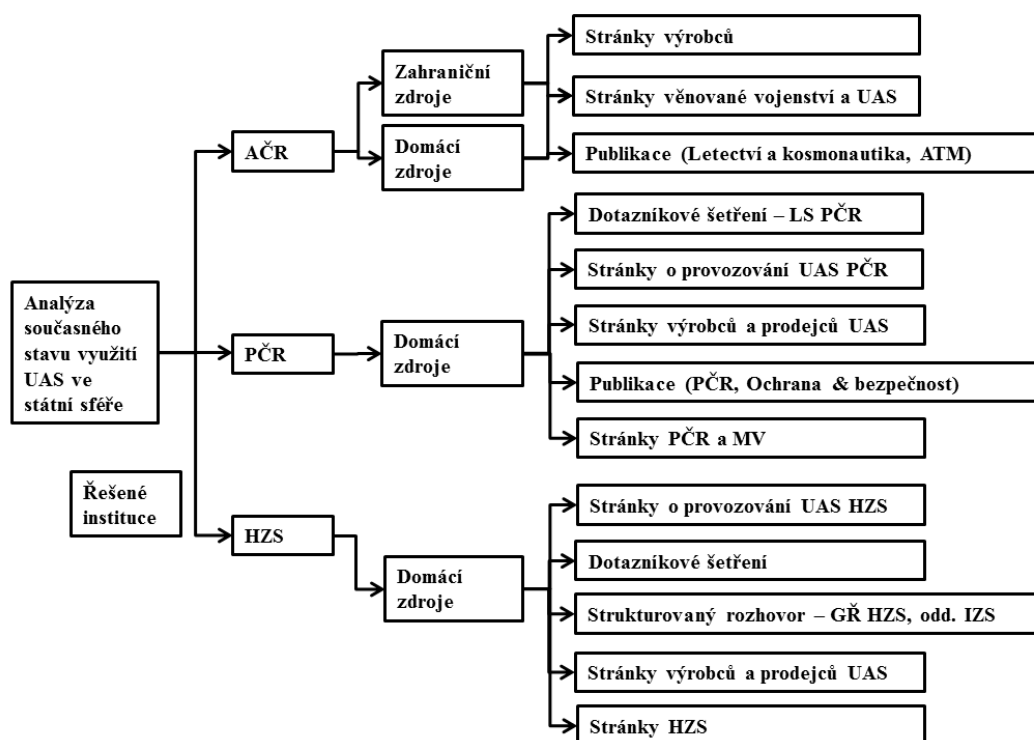


Obr. 1. Procesní model řešeného problému [autor]

Tento procesní model byl využitý i při zpracování struktury dalších kapitol. Analýzou současného stavu bylo zjišťováno využívání UAS ve státní sféře, konkrétně u Armády ČR, Policie ČR a HZS. Stav současné legislativy je rozebrán v teoretické části práce. Analýza využitelnosti obsahuje rozbor dokumentů, které definují hrozby pro Českou republiku, a posuzuje na těchto příkladech možné využití bezpilotních prostředků a výběr konkrétního typu UAS. Na základě toho je vybrán konkrétní typ UAS, modelová situace a následně modelovány jeho optimální funkce, kterými by měl bezpilotní prostředek disponovat pro využití při řešení modelové situace.

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A VYUŽITÍ UAS VE STÁTNÍ SFÉŘE ČR U AČR, PČR A HZS ČR

Při analýze současného stavu UAS ve státní sféře byly zjišťován stav u těchto institucí: AČR, PČR, a HZS. Podle dostupných informací, využívají bezpilotní prostředky např. také Hlavní báňská záchranná služba Most¹⁷, Horská služba Krkonoše¹⁸ a další. Pro analýzu současného stavu bylo využito zdrojů podle blokového schématu:



Obr. 2. Blokové schéma informačních zdrojů použitých pro analýzu současného stavu využití UAS u AČR, PČR a HZS [autor]

Výsledky analýzy současného stavu využití UAS u těchto složek jsou popsány v následujících kapitolách, celkové shrnutí výsledků je popsáno v dílčím závěru kapitoly.

¹⁷ <http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xvii-cislo-1-2018.aspx?q=Y2hudW09Nw%3D%3D>

¹⁸ https://hradec.idnes.cz/novy-dron-horske-sluzby-0wx-/hradec-zpravy.aspx?c=A160112_171455_hradec-zpravy_the



7.1 Armáda ČR a její bezpilotní prostředky

Používání bezpilotních systémů má v AČR dlouholetou tradici a jejich vývoj a pořízení byl a dosud je zaměřen k vedení průzkumných činností a přímou podporu pozemních jednotek k dosažení požadovaných schopností při působení ve společných operacích NATO a EU. Jejich zavádění a využití lze vyznačit v několika významných časových milnících. Ve všech případech šlo nebo jde o bezpilotní prostředky na bázi pevných křidel a to jak ve verzi se spalovacími motory, tak ve verzích s elektromotory.

Bezpilotní letouny provozuje v Armádě České republiky především Rota bezpilotních průzkumných prostředků 102. průzkumného praporu, která disponuje 1 skupinou s taktickým bezpilotním prostředkem kategorie „SMALL“ Scan Eagle a 4 družstvy s taktickým bezpilotním prostředkem kategorie „MINI“ RQ-11B Raven. Pro jednotky ISTAR a předsunuté letecké návodčí byly pořízeny letouny Wasp III, který používá 43. výsadkový prapor. Svůj systém kategorie „MINI“ mají také speciální síly, konkrétně 601. skupina speciálních sil z Prostějova, která kromě Raveu využívá také izraelský systém Skylark I-LE od společnosti Elbit.^{19,20}

ScanEagle je z hlediska legislativy posuzován jako letoun, který se na území ČR může pohybovat ve zvláště vyhlášených prostorech po koordinaci s orgány ŘLP (Řízení Letového Provozu). Wasp AE, RQ-11B Raven a SkyLark (MICRO, MINI) lze na území ČR výhradně používat v uzavřených vojenských prostorech. Mimo tyto vyhrazené prostory je lze použít jen na přímou viditelnost do vzdálenosti 700 m a výšky 300 m od operátora.

UAV se podle terminologie NATO dělí na tři skupiny. Do třídy I (class I) patří drony do 150 kg (MICRO, MINI, SMALL). Do třídy II (class II) pak taktické drony v hmotnostním rozmezí 150 až 600 kg, doletem 200 km a dostupem 5500 m – například izraelský Hermes 450.

Do třídy III (class III) patří operační (MALE) a strategické (HALE, Strike/Combat) drony s hmotností větší než 600 kg, “neomezeným” doletem a dostupem až 20 000 m. Klasickými zástupci jsou MQ-9 Reaper, Global Hawk nebo Heron.

¹⁹ https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_vojensk%C3%BDch_letadel_%C4%8Cesk%C3%A9_republiky

²⁰ Letectví a kosmonautika, Bratislava: Magnet Press, Slovakia s.r.o., 2018, roč. 91, č. 2. ISSN 0024-1156.

Samotné výběrové řízení na nákup taktického dronu třídy II začne v roce 2022. Hlavním úkolem taktického dronu bude zajištění zejména obrazového průzkumu, sledování a zpravodajství, počítá se ale také s nákupem zbraní vzduch-země. Dron by měl působit na úrovni bojové brigády Armády ČR.

Naopak drony třídy III zůstanou v kompetenci NATO a spojenců. ČR je však zapojena do programu vzdušného průzkumu pozemních cílů AGS (Alliance Ground Surveillance). AGS má být hlavním pilířem ochrany vojáků Aliance na bojišti. Prostřednictvím sítě pozemních senzorů a špičkových bezpilotních letounů bude systém AGS schopen odhalit a stopovat statické i pohybující se objekty na zemi (vozidla i jednotlivé osoby). Klíčovým průzkumným senzorem AGS budou výškové průzkumné drony RQ-4 Global Hawk.²¹

V dalších kapitolách jsou představeny bezpilotní prostředky AČR, které byly zavedeny v AČR a v současné době jsou již z provozu vyřazeny (Rejs a Sojka III) a následují současné UAV typy: RQ-11 Raven, Elbit Skylark, Scan Eagle a na závěr WASP III.

²¹ <http://www.armadinoviny.cz/roboti-v-armade-cr.html>

7.1.1 VR-3 REJS

V letech 1985 až 1995 byl v AČR provozován systém VR-3 REJS ruské výroby, s reaktivním motorem, určený k vedení vzdušného průzkumu.

Tupolev Tu-143 či VR-3 Rejs je svou koncepcí relativně jednoduchý bezpilotní letounek, určený k průzkumu. Zkonstruovali ho ve slavné konstrukční kanceláři OKB Tupolev a to již v začátcích 70. let minulého století. V druhé polovině 70. let pak byl zaveden do výzbroje SSSR, později byl též (*na rozdíl od mnoha jiných podobných prostředků z produkce SSSR*) uvolněn i do zahraničí. Díky tomu se v roce 1985 dostal i do naší armády, kde sloužil až do roku 1995 v letce bezpilotních průzkumných letounů. Letka měla nejdříve základnu ve Stříbře, od roku 1987 v Krašovicích u Písku. V roce 1995 byla letka zrušena.

V současnosti je možné si letounek VR-3 Rejs prohlédnout v Leteckém muzeu Praha-Kbely, kde je umístěn v hale věnované modernímu letectvu, kousek od strojů MiG. Letounek i s odpalovacím zařízením, umístěným na těžkém nákladním automobilu, je k vidění také v muzeu v Lešanech. Mezi základní přístrojové vybavení náleží automatický řídicí systém ABSU-143, ten využívá údaje z dopplerovského rychloměru DISS-7 a výškoměru s vysokým rozlišením A-032. Pro vlastní použití je ovšem nejdůležitější průzkumné vybavení nepilotovaného stroje.



Obr. 3. Tupolev Tu-143/VR-3 Rejs [51]

Základem průzkumného vybavení byl fotoaparát PA-1 (s optickým rozlišením 20 centimetrů z výšky 500 metrů při rychlosti letu 950 km/h). Mezi další možné vybavení patřila kamera Chibis-B a průzkumný systém Sigma registrující radiaci (radiation reconnaissance). Při misi byl stroj vybaven buď dvěma fotografickými aparáty, nebo dvěma kamerami, případně vybavením pro radiační průzkum - chemickým senzorem a Geigerovým počítačem (zjišťuje radiaci). Průzkumné vybavení bylo možné zapnout dvakrát nad různými objekty.^{22,23}

Tabulka 1 Základní technické parametry VR-3 Rejs. Zpracováno z [51], [54]

Typ:	VR-3 Rejs
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Dosah dálka:	Až 180 km
Operační výška:	100 až 1000 m
Vytrvalost:	13 min
Rychlost:	Až 950 km/h
Rozpětí:	2,24 m
Délka:	8,06 m
Výška	1,55 m
Hmotnost:	1 012 kg
Systém ovládání:	Inerciální (autopilot) - trasa a výška letu se dopředu naprogramuje
Výrobce:	Tupolev/SSSR
Počet motorů:	1 startovací 1 proudový
Motor:	1 startovací raketový SPRD-251 1 proudový motor TR-3-117
Maximální zátěž:	200 kg
Obsluha:	Družstvo

²² <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/bezpilotni-prostredky/a-n-tupolev/tu-143-vr-3-rejs-dr-3-/>

²³ <https://www.valka.cz/10610-Tupolev-Tu-143-neboli-VR-3-Rejs>

7.1.2 Sojka III

Sojka III byl bezpilotní průzkumný letoun (BPL) vyráběný Vojenským technickým ústavem letectva a PVO. Sojka III byla určena pro vzdušný průzkum v reálném čase, sběr optických informací, monitorování dělostřelecké palby, rádiový průzkum a rušení nebo sloužil jako vzdušný terč (nosič infračervených zářičů) při nácvičce střelby tepelně naváděnými raketami. Letouny sloužily od května 1999 u 116. letky bezpilotních průzkumných prostředků, od října 2000 až do svého vyřazení v roce 2010 u rotý bezpilotních průzkumných prostředků, 102. průzkumného praporu, Pozemních sil AČR.

Vzlet Sojky se prováděl ze startovací rampy, pomocí raketového startovacího zařízení, který Sojce udělil vzletovou rychlost. Start byl možný při proti směru větru o rychlosti 12 m/s nebo bočního větru maximálně 3 m/s. Kvůli dostatečné optické kvalitě byl let realizovatelný do rychlosti větru 8 m/s. Sojka III nabízela operátorovi celkem dva režimy letu a to poloautomatický a automatický.

Přistání se provádělo buď za pomoci padáku do rychlosti 200 m/s a výšky minimálně 100 m nebo přistáním na spodní části trupu, ale v tomto případě pouze za pomoci operátora.



Obr. 4. Sojka III [52]

Letoun byl vyroben ze skelného laminátu a uhlíkových kompozitních materiálů. Byl vybaven CCD TV kamerami, radiovým systémem, padákem, palubní avionikou a motorem s nádrží. Řízen byl pomocí výškovky a křidélek. Trup byl vybaven ukotvením na startovací rampu a spodní část byla vyztužena, kvůli přistávání na břicho.^{24,25}

Tabulka 2 Základní technické parametry Sojka III. Zpracováno z [55]

Typ:	Sojka III
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Dosah dálka:	Min. 200 km při výšce letu 4000m
Operační výška:	50 – 4000 m
Vytrvalost:	Min. 4 h
Rychlost:	130 – 180 km/h Max. 210 km/h
Rozpětí:	4,12 m
Délka:	3,78 m
Systém ovládání:	<ul style="list-style-type: none"> • Poloautomatický režim (podporovaný autopilotem) • Plně automatický let
Výrobce:	VTÚL a PVO Praha
Počet motorů/rotorů:	1 startovací raketový 1 spalovací
Motor:	Jedno rotorový motor typu Wankel
Hmotnost:	145 kg
Maximální zátěž:	Max. 20kg/75l
Obsluha:	Velitel Operátor – pilot Operátor – vyhodnocovač 3x technik 4x řidič

7.1.3 AeroVironment RQ-11B Raven a RQ-11B DDL

AeroVironment RQ-11 Raven je průzkumný bezpilotní letoun od kalifornské společnosti AeroVironment. První sériový kus převzala americká armáda v květnu 2003, od roku 2009 jsou Raveny ve vybavení české armády u 102. průzkumného praporu z Prostějova a také ve vybavení speciálních sil.²⁶

²⁴ https://cs.wikipedia.org/wiki/Sojka_III

²⁵ http://lu.fme.vutbr.cz/cuav/index_soubory/prispevky/kuzdas.pdf

²⁶ Letectví a kosmonautika, Bratislava: Magnet Press, Slovakia s.r.o., 2018, roč. 91, č. 2. ISSN 0024-1156.

Start letounu je prováděn odhozem z ruky, při přistání dosedá na spodní část trupu. Pohon letounu je zajištěn tichým elektromotorem s vytrvalostí letu až 90 minut. Raveny mají zabudovanou GPS navigaci a jsou vybaveny laserovým značkovačem, který umožňuje navádět bojové letouny na cíl k jeho zničení.²⁷

Varianty:

- RQ-11B Raven – pevné kamery,
- RQ-11B DDL (Digital Data Link) - gimbal.²⁸



Obr. 5. RQ-11B Raven [59]

Bezpečné manuální nebo autonomní ovládání, přenos denního či nočního obrazu v reálném čase, tichý elektromotor, GPS navigace, modulární kevlarový plášť a laserový značkovač dovolují provádět efektivní průzkum v jakémkoliv terénu (při ztrátě spojení se UAV automaticky vrací na startovací bod nebo na místo, kde byl naposledy silný signál nebo na konkrétně předem zvolené místo). Mezi hlavní výhody RAVENU patří způsob

²⁷ https://cs.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven

²⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven

start UAV (vyhozením z ruky), přistání (pilot může ovládat UAV do poslední chvíle před přistáním, při dotyku se zemí se letoun rozloží), lehká konstrukce, vysoká odolnost vůči špatným klimatickým vlivům při letu i startu, podobné ovládání jako u ostatních standardních UAV.

Raven lze ovládat ručně nebo naprogramovat pro autonomní provoz, využívající pokročilou avioniku systému a přesnou GPS navigaci. UAS Raven je schopen přenosu barevných nebo infračervených snímků v reálném čase na vzdálené pozemní sledovací stanice.



Obr. 6. RQ-11B DDL [28]

Užitečné zatížení Raven RQ-11B

Dvě denní barevné kamery s pohledem vpřed a do strany, jednu nechlazenou termovizní kameru s bočním snímáním, laserový značkovač a GPS.²⁹ Možný sklon kamery +10 až -90 stupňů.

Užitečné zatížení Raven RQ-11 DDL (Digital data link)

Vybaven gimbalem s lepší elektronikou a digitálním datalinkem pro lepší přenos dat.³⁰

²⁹ <http://www.avinc.com/uas/view/raven>

³⁰ Letectví a kosmonautika, Bratislava: Magnet Press, Slovakia s.r.o., 2018, roč. 91, č. 2. ISSN 0024-1156.

Tabulka 3 Základní technické parametry RQ – 11B Raven. Zpracováno z [26], [27], [28], [29], [67].

Typ:	RQ – 11 Raven
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Dosah dálka:	10 km
Operační výška:	10 – 200 m
Vytrvalost:	Až 90 minut
Rychlost:	45 – 95 km/h
Rozpětí:	1,3 m
Délka:	0,9 m
System ovládání:	Autonomní nebo manuální, GCS, joystick
Výrobce:	AeroVironment / USA
Počet motorů:	1
Motor:	Elektromotor Aveox 27/26/7-AV
Hmotnost:	1,9 kg
Obsluha:	2

7.1.4 Elbit Skylark

Skylark jsou bezpilotní letouny vyráběné izraelskou společností Elbit Systems Ltd. Jde o miniaturní bezpilotní letoun, navržený jako přenosný systém taktického sledování a průzkumu. Vypouští se z ruky a jeho užitečné zatížení se skládá z denního CCD a volitelného FLIR pro noční provoz. Během letu pořizuje video, které zasílá v reálném čase do přenosné pozemní stanice. Během přistání se ve spodní části UAV automaticky napustí malý polštář, na který letoun po vypnutí motoru dopadne. Jeho dolet je do 10 km.³¹

První dva komplety byly dodány do ČR již v roce 2009.³²



Obr. 7. Elbit Skylark [39]

Možnosti mise:

- sledování a průzkum,
- zabezpečení obvodu perimetru,
- hraniční a pobřežní sledování,
- dohled nad terorismem,
- vymáhání práva.

³¹ https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Elbit_Skylark

³² Letectví a kosmonautika, Bratislava: Magnet Press, Slovakia s.r.o., 2018, roč. 91, č. 2. ISSN 0024-1156.



Obr. 8. Elbit Skylark [38]

Hlavní rysy:

- ruční vypouštění (pomocí gumového katapultu),
- plně autonomní let,
- vysílání datového a telemetrického přenosu v reálném čase,
- elektrické pohon,
- mimořádně nízký hluk,
- denní barevný snímač CCD,
- možnost nočního senzoru,
- vysoce výkonný přenosný taktický počítač pro ovládání a programování mise,
- rychlá příprava a manipulace
- snadné a rychlé ovládání.³³

V porovnání s RQ-11B nabízí sofistikovanější řídicí systém i lepší sensorové vybavení.

³³ <http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/skylark/Skylark.html>



Obr. 9. Elbit Systems Skylark [38]

Provozní úspěch, maximální spolehlivost a vynikající bezpečnostní vlastnosti systému byly přeneseny do několika mezinárodních smluv o dodávce tohoto systému. Skylark I v reálném čase poskytuje video s vysokým rozlišením. Umožňuje nasazení na vozidle v pohybu.³⁴

Tabulka 4 Základní technické parametry Elbit Skylark. Zpracováno z [36], [38], [39].

Typ:	Elbit Skylark
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Dosah délka:	10 km
Maximální výška:	4 572 m
Vytrvalost:	2 – 3 h
Rychlost:	37,04 - 74,08 km/h
Rozpětí:	2,4 m
Délka:	2,2 m
Systém ovládní:	Plně automatický let, GCS

³⁴ <http://elbitsystems.com/products/uas/skylark-i-lex/>

Výrobce:	Elbit Systems Ltd. / Izrael
Počet motorů:	1
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	5,5 kg
Maximální zátěž:	700 g
Obsluha:	2

7.1.5 Boeing Insitu Scan Eagle

V roce 2015 byl přijat dar americké vlády v rámci programu boje proti terorismu a zahájen v AČR provoz bezpilotního systému Scan Eagle kategorie „Small“ na území Afghánistánu pro podporu a ochranu vlastních a koaličních jednotek.

Scan Eagle je bezpilotní letoun zkonstruován americkou společností Insitu ve vlastnictví společnosti Boeing, který byl původně navržen pro civilní účely jako prostředek pro lokalizaci mořských živočichů.



Obr. 10. Denní a noční verze taktického bezpilotního letounu Scan Eagle [33]

K zabezpečení komplexního provozu Scan Eagle je potřeba speciálně vycvičeného týmu složeného z techniků, pilota-operátora, velitele týmu a inspektora bezpečnosti letů. Technici jsou odpovědní za jeho vzlet, přistání a technickou údržbu, jelikož musí splňovat veškeré technické parametry letadla. Pilot-operátor prostředek přímo ovládá pomocí GPS navigace v součinnosti s velitelem týmu, který komunikuje s řídicím letového provozu, zajišťuje dekonflikci vzdušného prostoru a současně vyhodnocuje získané informace, ať už formou fotografií nebo videa. Inspektor bezpečnosti letů dohlíží na celkovou synchronizaci týmu a dodržování všech pravidel vyplývajících z nařízení, předpisů a směrnic týkajících

se letového provozu, kterým Scan Eagle podléhá stejnou měrou jako jiné vzdušné prostředky bez výjimky.³⁵

Vzlet je prováděn pomocí zařízení Mark 4 Launcher – jedná se o startovací katapult, který letounu udělí potřebnou startovací rychlost. Po splnění svého úkolu je nasměřován na přistávací zařízení (tzv. Skyhook) představující lano o délce až 15 metrů, které letoun zachytí za jedno z jeho křídel.³⁶ To zabezpečuje minimalizaci prostoru potřebného vzlet a přistání tohoto prostředku.

ScanEagle nese stabilizovanou elektrooptickou nebo infračervenou kameru na lehké stabilizované věžové soustavě a integrovaný komunikační systém o dosahu více než 100 km; má letovou vytrvalost přes 20 hodin. ScanEagle má rozpětí křídel 3,11 m, délku 1,4 m a hmotnosti 20 kilogramů. Může létat 150 km/h s průměrnou cestovní rychlostí 89 km/h.³⁷



Obr. 11. Start Scan Eagle pomocí katapultu [33]

³⁵ <http://www.mise.army.cz/aktualni-mise/afghanistan/zpravodajstvi/scan-eagle-naletal-v-afghanistanu-dva-tisice-letovych-hodin>

³⁶ https://www.insitu.com/images/uploads/pdfs/ScanEagle_SubFolder_Digital_DU032817.pdf

³⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_Insitu_ScanEagle

Tabulka 5 Základní technické parametry Boeing Insitu Scan Eagle. Zpracováno z [33].

Typ:	Boeing Insitu Scan Eagle
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Dosah dálka:	>100 km
Operační výška:	Až 5500 m
Vytrvalost:	Až 20 h
Rychlost:	90 – 110 km/h
Rozpětí:	3,11 m
Délka:	1,37 m
Výrobce:	Insitu / USA
Počet motorů/rotorů:	1
Motor:	spalovací
Hmotnost:	20 kg
Obsluha:	Velitel týmu Pilot – operátor Technik Inspektor bezpečnosti letů

7.1.6 UA WASP III AV

Vzdušný bezpilotní prostředek WASP III je výsledkem mnohaleté spolupráce společnosti AV a amerického výzkumného obranného ústavu DARPA. S rozpětím 72 cm a hmotností 430 g se řadí k mikro vzdušným UAV, které představují nejefektivnější systémy pro akvizici cílů na krátké vzdálenosti. WASP III lze ovládat manuálně nebo autonomně (např. software Falcon-View) pomocí standardního navigačního systému (stejný u UAV Raven).³⁸

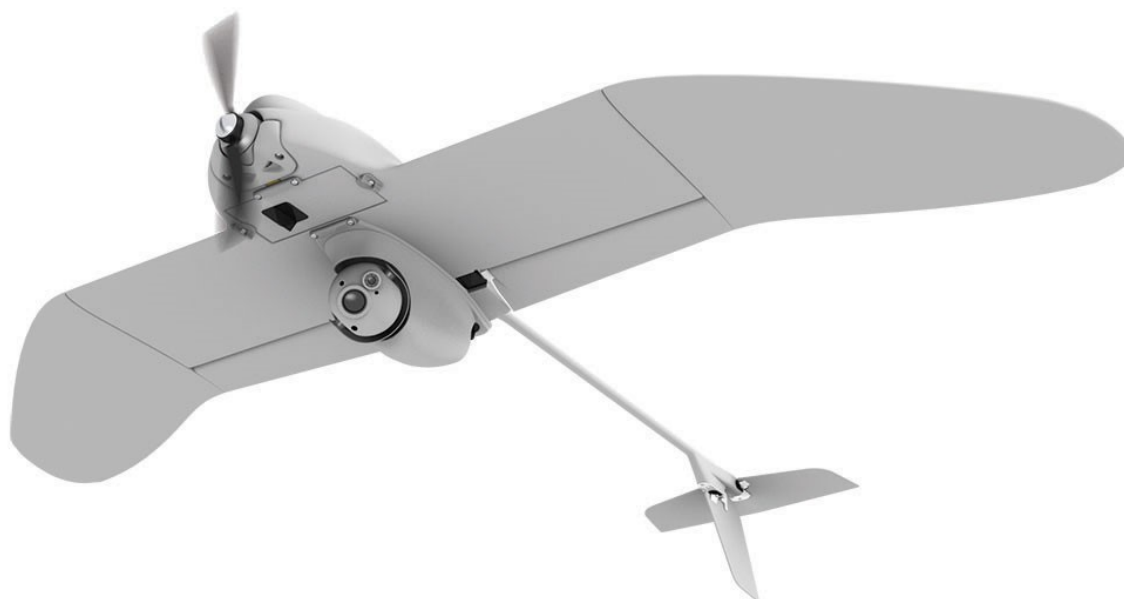


Obr. 12. UA WASP III AV [32]

System je vybaven digitálním datovým spojem, který podporuje interoperabilitu s dalšími malými UAV, jako jsou digitální Puma, Raven a Shrike VTOL. Je také podporována šifrovaná komunikace, mimo provoz na přímou viditelnost a hlasové, video, textové a datové přenosy. Wasp AE obsahuje poslední a nejmenší verzi Mantis i22 o hmotnosti 275 gramů. Operátorům poskytuje jak barevné, tak infračervené video snímky.³⁹

³⁸ Infrared.cz. Prezentace firmy. [online] c2017 [cit. 2017-04-12] Dostupné z: <http://wwwold.infrared.cz/Produkty/Akvizicni/Waspiii/>.

³⁹ http://defense-update.com/20120522_u-s-air-force-welcomes-wasp-ae-for-the-batmav-program-with-a-2-5-million-order.html



Obr. 13. UA WASP III AV [30]

System je schopen provádět vzdušný průzkum do vzdálenosti 5 km po dobu přibližně 45 minut poskytovat obraz v reálném čase.⁴⁰ Užité zatížení se sestává ze stabilizované hlavičky s náklonem s EO a IR kamerou s vysokým rozlišením v kompaktním aerodynamickém modulárním užitečném zatížení.⁴¹

System lze rozložit a znovu sestavit, aby se vešel do batohu. Je možné jej ovládat ručně, nebo naprogramovat pomocí GPS na autonomní navigaci. Přenáší streaming video přímo do ručního pozemní řídicí jednotky.⁴²

Tabulka 6 Základní technické parametry UA WWASP III AV. Zpracováno z [29], [30], [31].

Typ:	UA WWASP III AV
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Dosah dálka:	5 km
Operační výška:	152 m
Vytrvalost:	50 min
Rychlost:	40 – 65 km/h
Rozpětí:	72 cm
Délka:	38 cm
Výrobce:	AeroVironment / USA
Počet motorů/rotorů:	1

⁴⁰ <http://www.avinc.com/uas/view/wasp>

⁴¹ http://www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Wasp_Datasheet_2017_Web_v1.pdf

⁴² https://en.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_Wasp_III

Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	430 g
Obsluha:	1-2

Multikoptéry nejsou v současné době u AČR zavedeny.

Úkoly a využití UAS u AČR:

Armáda ČR má s provozem bezpilotních prostředků dlouholeté zkušenosti. I když se jednalo vždy o bezpilotní letouny („křídla“), lze doporučit, aby ostatní státní organizace provozující UAS mohly s armádou v této oblasti úzce komunikovat. Úzká spolupráce by mohla být efektivní zejména při školení obsluhy a tvorbě metodik a výměně zkušeností. Preferovaným bezpilotním prostředkem u AČR je bezpilotní letoun typu pevného křídla vybavený senzory pro snímání a přenos obrazu v reálném čase, který umožňuje sběr dat z velkých ploch a v delším časovém rozpětí než multikoptéry.



7.2 Policie ČR a její bezpilotní prostředky

Ministerstvo vnitra uzavřelo s Ministerstvem dopravy dohodu o provozu policejních bezpilotních letadel, jejíž podstatou je stanovení pracovních postupů a způsobu spolupráce v oblasti provozu policejních bezpilotních letadel a jejich postupného začlenění do vzdušného prostoru České republiky.⁴³

U Policie ČR došlo v poslední době k výraznému posunu v oblasti pořizování a využívání UAS. Některá krajská ředitelství PČR již nějakou dobu mají ve výbavě několik různých typů multikoptér. Jednalo se však o individuální nákupy nebo jako v případě KŘ PČR Pardubického kraje o dar hejtmánství kraje. Centrální nákup těchto prostředků však dlouhou dobu nebyl prováděn z důvodů legislativních omezení a nekonceptního využití těchto prostředků u PČR. První centrální nákup proběhl na jaře letošního roku (2018) a to Leteckou službou PČR.⁴⁴

K posunu došlo zejména schválením materiálu Ministerstva vnitra (3. května 2017), který definuje přístup Policie ČR k bezpilotním leteckým prostředkům. Materiál vyhodnocuje možnosti jejich využívání a současně definuje možná bezpečnostní rizika, která jejich volné využívání může přinášet.

Materiál mj. reaguje na skutečnost, že v poslední době došlo k rychlému vývoji technologií i k větší dostupnosti UAS. Policie ČR počítá s tím, že drony lze využít např. pro pátrání po pohřešovaných osobách v těžko přístupném terénu, monitorování bezpečnostních opatření, dokumentaci při požárech a dalších živelních pohromách nebo např. při pyrotechnickém průzkumu.⁴⁵

K plnění těchto účelů by měla vzniknout čtyři nová stanoviště Letecké služby Policie ČR, konkrétně v Praze by mělo stanoviště zahájit provoz v první polovině roku 2018, v roce 2019 by podobné základny měly začít fungovat v Brně, Ostravě a Českých Budějovicích. Celkem by policie měla pracovat s 20 základními drony pro podporu při běžných činnostech a sedmi tzv. sofistikovanými drony. Vzniknout by pak mělo 28 nových specializovaných míst.

⁴³ Zpráva o situaci v oblasti vnitřní bezpečnosti a veřejného pořádku na území ČR v roce 2016

⁴⁴ Odpověď na dotazníkové šetření – Letecká služba PČR, duben 2018. poznámka autor.

⁴⁵ <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/121158-police-bude-mit-dronovou-jednotku>

Současně policie také kvůli možnému zneužití dronů k trestné činnosti připravuje vznik ad hoc skupiny z pracovníků Ochranné služby, Pyrotechnické služby nebo Útvaru zvláštních činností, která bude ochranu před zneužitím dronů systematicky řešit.⁴⁶ Drony bude policie používat na základě dohody mezi policií, vnitřem, Ministerstvem dopravy ČR a Úřadem pro civilní letectví.⁴⁷

Bezpilotní letouny by mohly pomáhat zejména při pátrání po pohřešovaných osobách v těžko přístupném terénu, leteckém snímkování, monitorování situace při bezpečnostních opatřeních, dokumentaci při požárech, průmyslových haváriích, přírodních katastrofách, pyrotechnickém průzkumu nebo ostraze státních hranic.⁴⁸ Policie si od bezpilotních prostředků slibuje i to, že pomohou rozšířit dosavadní možnosti, které mají na starosti pozemní složky nebo pilotované vrtulníky. Nově by chtěla koupit osm vyspělejších letounů pro speciální jednotku, které by měly třeba systém šifrování přenosu obrazu a zvuku a měly by být odolné proti rušičkám.

Česká policie zatím nemá speciální zařízení, které by bylo schopné rozpoznat bezpilotní letoun a zneškodnit ho. Do roku 2020 se proto chce podílet na testování a vývoji systému, který by umožnil nad podezřelými přístroji převzít kontrolu. Systém by měl umět monitorovat předem určený vzdušný prostor a odklonit stroj jinam. Do té doby chce policie koupit zařízení, která jsou nyní dostupná. Jde například o elektronické rušičky, radary nebo analyzátory radiového signálu. Tato zařízení by se měla objevit na některých důležitých budovách včetně prezidentských sídel. Policie by chtěla pořídit i dvě speciální vozidla s tímto vybavením.⁴⁹

7.2.1 Letecká služba Policie ČR

Letecká služba je provozovatelem vrtulníkové techniky se speciálním policejním, zášahovým, záchranným a sanitním vybavením. Letecká podpora se stala neodmyslitelnou součástí policejní praxe a integrovaného záchranného systému. Díky svým vlastnostem

⁴⁶ <http://www.mvcr.cz/clanek/policie-planuje-vice-vyuzivat-tzv-drony-napr-pri-patrani-po-pohresovanych-osobach.aspx>

⁴⁷ <http://www.e-usti.cz/zpravy/zajimavosti/8655-policie-planuje-vice-vyuzivat-drony-pomohou-treba-pri-patrani-po-pohresovanych-lidech>

⁴⁸ Odpověď na dotazníkové šetření – Letecká služba PČR, duben 2018. Poznámka autor.

⁴⁹ <https://zpravy.tiscali.cz/nad-hlavami-se-nam-budou-prohanet-policejni-drony-policie-bude-mit-celou-jednotku-296853>

jsou vrtulníky předurčeny především k zásahům, kde hrozí nebezpečí z prodlení a v místech jinak těžko přístupných jinými dopravními prostředky.⁵⁰

Podle dokumentu Koncepce rozvoje Policie České republiky do roku 2020 (aktualizace 2017), má Letecká služba PČR kromě těchto úloh plnit roli hlavního garanta provozu bezpilotních leteckých prostředků (metodika, evidence, součinnost s ÚCL apod.).

Na úrovni Policie ČR byly ve vztahu k obsahovému zaměření koncepce zpracovány dílčí koncepční materiály upravující oblast provozu bezpilotních leteckých prostředků a ochranu proti jejich zneužívání. Podle této koncepce vznikla potřeba využívání bezpilotních leteckých prostředků v rámci operativně pátrací činnosti (ÚZČ) a jejich využívání v rámci zjišťování operativních informací před zásahem (ÚRN) a při řešení mimořádných událostí v rámci zásahu IZS (LS PČR). Cílového stavu by mělo být dosaženo v roce 2019, kdy bude policie schopna zajistit efektivní využívání bezpilotních leteckých prostředků a vytvořit podmínky pro zajištění ochrany proti jejich zneužití.⁵¹

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, došlo k nákupu několika systémům, jejichž provoz bude organizačně spadat pod Leteckou službu PČR. V současné době disponuje Letecká služba PČR těmito prostředky:

- 2x Flydeo X8,
- 1x Elios ,
- 2x Mavic Pro.⁵²

Tyto prostředky budou popsány v následujících kapitolách.

⁵⁰ <http://www.policie.cz/clanek/policie-ceske-republiky-letecka-sluzba-824129.aspx>

⁵¹ <http://www.ceska-justice.cz/wp-content/uploads/2017/04/Koncepce-rozvoje-Policie.pdf>

⁵² Odpověď na dotazníkové šetření – Letecká služba PČR, duben 2018. Poznámka autor.

7.2.1.1 Flydeo X8

Flydeo X8 je čtyřramenná multikoptéra vybavená systémem sklápěcích ramen. To umožňuje složení celého systému do přepravní krabice o rozměrech menších než 60x60x60cm.

UAS umožňuje let delší než 60 minut, nebo v případě potřeby zvedání zátěže až do váhy 9kg. Díky trojitě redundanci řídicí jednotky, odolnému tělu a snadnému ovládní je Flydeo X8 mu tyto parametry zajišťují velkou spolehlivost.⁵³



Obr. 14. Flydeo X8 [65]

Tabulka 7 Základní technické parametry Fladeo X8. Zpracováno z [64].

Typ:	Flydeo X8
Kategorie:	Multikoptéra
Operační výška:	Cca 2000 mnm
Vytrvalost:	Až 70 min.
Rozměr v letové konfiguraci:	164 x 110 cm

⁵³ <http://flydeo.com/x8/>

Výrobce:	Flydeo / ČR
Počet motorů:	8
Počet ramen	4
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	<20KG
Maximální zátěž:	9 kg
Obsluha:	2

7.2.1.2 Flyability ELIOS

V současnosti jediný dron v ČR určený pro lety v uzavřených prostorech, ideální všude tam kde hrozí kolize s kontrolovaným objektem. Nesená výstroj – FHD kamera, termokamera FLIR (160x120px), LED přísvit. Maximální doba letu 12 min.

Elios je patentově chráněný dron švýcarského výrobce Flyability. Jde o unikátní bezpilotní letadlo určené pro lety uvnitř budov, technologických celků, nebo tam, kde hrozí srážka letícího dronu s kontrolovaným objektem (mosty, konstrukce, stožáry). Speciální antikolizní systém (ochranný rám) dokáže odolat srážce až do rychlosti 26 km/h.



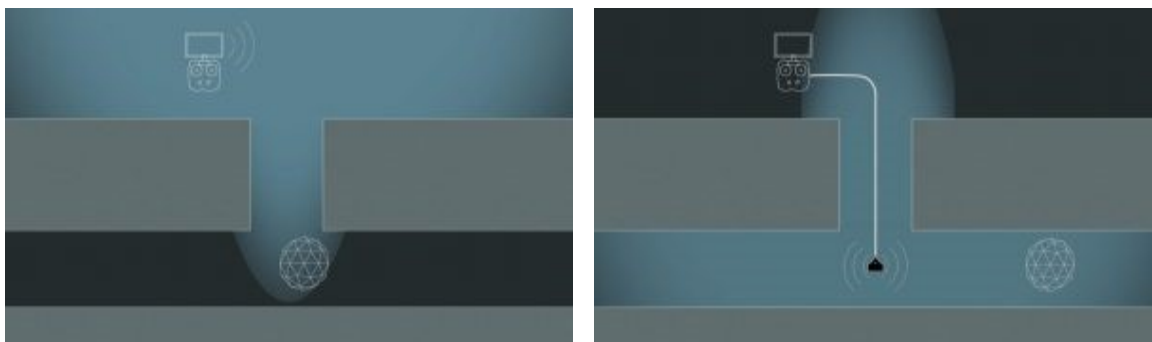
Obr. 15. Flyability ELIOS [46]

Přenosové systémy – digitální, obousměrná komunikace na 2,4 Ghz (DJI Lightbridge 2), dosah přes 2 Km (přímá viditelnost). Video v reálném čase, telemetrie, palubní údaje, ovládání palubní výstroje.

Palubní platforma – antivibrační, úhel náklonu dolů -60° , úhel náklonu nahoru $+65^\circ$. Nesená výstroj FHD kamera (1920 x 1080 px, 30fps, záznam na palubě, horizontální viditelné pole 130° , vertikální 75° s využitím náklonu platformy pak celkově 215°), Termální kamera Flir (rozlišení 160 x 120 px, 9fps, záznam na palubě, horizontální viditelné pole 56° , vertikální 42° + náklon platformy), LED přísvitový systém řízený pilotem, nebo operátorem.

Radio extender

Část inspekčních letů probíhá v prostorech, kde jsou velmi nepříznivé podmínky pro šíření signálu mezi UAV a řídicí stanicí pilota/operátora. Pro zlepšení podmínek je k dispozici radio extender, který se připojí k RC pilota a druhá strana s vysílačem/přijímačem se spouští/umísťuje do prostor, které je potřeba signálem pokrýt.



Obr. 16. Princip využití radioextenderu prostředku Elios v nepříznivých podmínkách šíření signálu mezi UAV a GCS [46]

Využití ELIOS:

- inspekce vnitřních prostorů s využitím dronu,
- inspekce špatně přístupné infrastruktury (kolektory, vedení, atd.),
- inspekce mostů, stožárů, větrným atd. s využitím antikolizního dronu (všude tam kde se předpokládá možná kolize s kontrolovaným objektem).⁵⁴

Tabulka 8 Základní technické parametry Flyability ELIOS. Zpracováno z [46].

Typ:	Flyability ELIOS
Kategorie:	Kvadroptéra
Vytrvalost:	Do 12 min
Rychlost:	Max. 12 min.
Výrobce:	Flyability / Švýcarsko
Počet motorů:	4
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	700 g
Obsluha:	2

⁵⁴ <https://dronysitmp.cz/prodej-flyability-elios/>

7.2.1.3 *Mavic Pro*

DJI Mavic Pro je malý, přesto výkonný dron. Kompaktní schránka uchovává vysoce komplexní technologii, která z Mavic Pro dělá doposud nejsofistikovanější létající kameru DJI. 24 výkonných výpočetních jader, zcela nový systém pro přenos s dosahem až 7 km, 5 optických senzorů a 4K kamera s tříosým stabilizovaným závěsem čekajícím na povel, stačí stisknout tlačítko nebo poklepat na displej.



Obr. 17. DJI Mavic Pro [50]

Tabulka 9 Základní technické parametry DJI Mavic Pro. Zpracováno z [50].

Typ:	DJI Mavic Pro
Kategorie:	Kvadroptéra
Dosah dálka:	Až 7 km
Dolet:	13 km
Vytrvalost:	Až 27 minut
Rychlost:	Do 65 km/h
Váha:	743 g
Výrobce:	DJI / ČÍNA
Počet motorů/rotorů:	4
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	743 g
Obsluha:	1-2



Obr. 18. DJI Mavic Pro ve složeném stavu [50]

Mavic a jeho kamera jsou připraveni k fotografování z výšky. 1/2,3" velký CMOS senzor s 12 Mpx a zorným úhlem téměř 79° bohatě postačí pro kvalitní snímky. K dispozici jsou režimy jeden snímek, sériové snímání, bracketing (AEB) a interval.



Obr. 19. DJI Mavic Pro – dálkový ovladač s uchycením pro mobilní telefon s aplikací rozšiřující možnosti ovládání [50]

7.2.2 Krajská ředitelství Policie ČR

V následujících kapitolách bude představeno několik UAS, kterými disponují některá krajská ředitelství. Nebylo úmyslem autora provést úplnou evidenci všech dostupných UAS u PČR, nejde o úplný výčet, spíše jenom o příklady, které byly zjištěny jako součást analýzy informačních zdrojů k zadané problematice.

7.2.2.1 DJI Phantom 3

Policie ČR, Krajské ředitelství Jihomoravského kraje, Oddělení cizinecké policie v Brně má k dispozici jeden kus UAS Phantom 3, který zatím využívá k výcviku pilotů a testování možností samotného využití v praxi. Jedná se o individuální nákup, UAS nebyl tedy konstruován ke konkrétnímu využití u Policie ČR, ale jedná se o kvadrokoptéru, běžně dostupný stroj v komerčním sektoru. Jeho základní výbavu představuje kamera zavěšená v gimbalu. Základní využití a směr výcviku je zaměřen k monitorování hranic území ČR.



Obr. 20. DJI Phantom 3 [41]

Tabulka 10 Základní technické parametry DJI Phantom 3. Zpracováno z [41].

Typ:	DJI Phantom 3
Kategorie:	Kvadrokoptéra
Dosah dálka:	Až 4 km
Vytrvalost:	25 min
Rychlost:	16 m/s

Rozpětí:	350 mm
Výrobce:	DJI / ČÍNA
Počet motorů/rotorů:	4/4
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	1216 g
Obsluha:	1-2

7.2.2.2 Brus

Policie ČR, KŘP Středočeského kraje, Územní odbor Příbram vlastní dva UAS. Jedná se o UAS s označením BRUS, celým názvem „bezpilotní rotorový univerzální systém“, který byl vyvinut ve Vojenském technickém ústavu. Jde o multikoptéru, která je osazena integrovanou HD a termokamerou a padákovým záchranným systémem.⁵⁵



Obr. 21. BRUS - Bezpilotní rotorový univerzální systém [17]

Prostředek je prioritně určen k nasazení v prostoru chráněné krajinné oblasti Brdy, kde je využíván především k hlídkovým a monitorovacím letům, a to v rámci spolupráce s ostatními složkami IZS, s pyrotechnickou službou a dále k odhalování či dokumentaci protiprávního jednání směřujícího proti životnímu prostředí, jako jsou nelegální skládky a nepovolená těžba lesních porostů. Rovněž je nápomocen při pátracích akcích. Nepočítalo se s jeho nasazením v obydlených oblastech.

⁵⁵ https://pribramsky.denik.cz/zpravy_region/policiste-dostanou-dva-drony-poslouzi-predevsim-v-brdech-20160617.html



Obr. 22. UAS PČR BRUS je vybaven šesti tichými rotory a kamerovým systémem s nočním viděním a termovizí [44]

Další parametry - průměr 120 cm, výška 50 cm, maximální vzletová hmotnost 8,8 kg, maximální zátěž 2 kg, letová výdrž 40 min, umí se sám vrátit, pokud mu dochází energie ve zdroji, maximální rychlost 50 km/h, letové podmínky - vítr do 10 m/s.⁵⁶

Dosahuje velmi nízké hlučnosti. Pro snadnou přepravu a manipulaci byl navržen jako skládací, vejde se do kufru běžného auta (60 x 70 x 90). Jeho předností je pokročilý řídicí systém s mapovými podklady a s dosahem až 10 km.

Tabulka 11 Základní technické parametry BRUS. Zpracováno z [17].

Typ:	BRUS
Kategorie:	Multikoptéra
Dosah délka:	Až 10 km
Vytrvalost:	40 min
Rychlost:	50 km/h
Průměr rozpětí:	120 cm
Výrobce:	VTÚLaPVO / ČR
Počet rotorů:	6

⁵⁶ <http://www.policie.cz/clanek/policejni-drony.aspx>

Počet ramen:	6
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	8,8 kg
Maximální zátěž:	2 kg
Obsluha:	1-2

7.2.2.3 Flydeo Y6

Policie ČR, KŘP Pardubického kraje, má ve výbavě multikoptéru Flydeo Y6, kterou obdrželo jako dar od hejtmanství kraje. Má odhalovat rizikové chování řidičů na Pardubicku, monitorovat úseky silnic, kde se řidiči nejčastěji dopouštějí přestupků. Policisté se zaměřili na nebezpečné předjíždění, nebo jízdu přes plnou čáru v protisměru. Kamera s vysokým rozlišením poskytne jasné důkazy o přestupku. Přenos a rozlišení je na takové úrovni, že není problém rozpoznat SPZ a typ přestupku. Využívat ho budou i kriminalisté.⁵⁷

Y6 je první UAS, který uvedla na trh česká firma Flydeo se sídlem v Jablonci nad Nisou. Maximální letový čas je přes 70 minut, tělo odolné proti vodě a prachu, je integrován záchranný padák, pokročilá technologie elektronických regulátorů rychlosti, volitelně zatahovací podvozek, volitelné držáky pro většinu gimbalů na trhu a další, které mu umožňují velkou variabilitu vybavení.



Obr. 23. Flydeo Y6 [53]

⁵⁷ <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/pardubicky-kraj/2200237-rychlou-jizdu-nebo-predjizdeni-odhali-dron-policie-ho-nasadi-na>

Firma nabízí možnost integrace vlastní užitné zátěže. Je velmi vhodný pro všechny druhy leteckých prací, v případě policie může jít o tyto činnosti: pátrací a záchranné operace, termální kontroly, dozor, inspekce elektrárny a mnoho dalších.⁵⁸

Tabulka 12. Základní technické parametry Flydeo Y6. Zpracováno z [47].

Typ:	Flydeo Y6
Kategorie:	Multikoptéra
Vytrvalost:	Až 70 min
Rychlost:	Max 60 km/h
Průměr systému:	130 cm
Vzlet:	Až 6 m/s
Pokles:	Až 3 m/s
Výrobce:	Flydeo / Česká republika
Počet motorů:	6
Počet ramen	3
Motor:	Elektromotor
Maximální zátěž:	Do 5kg
Obsluha:	2

Nesené příslušenství

GPS:	Ano
Gimbal:	Ano, variabilní
Možnost foto:	Ano
Denní kamera:	FHD kamera (30x optický, 10x digitální zoom)
IR kamera	
Termokamera	FLIR Tau2 (640 x 512 px 30Hz)
Datový přenos	Ano
Další možné aplikace	ADS-B odpovídač s ICAO adresou

Úkoly využití UAS u PČR:

Mezi policejní činnosti, které mohou UAS vykonávat a nahradit tím používanou vrtulníkovou technikou, patří:

- sledování osob, vozidel či objektů,
- monitoring míst s nárůstem kriminality (shromáždění radikálů, masové nepokoje, rabování apod.),
- dokumentace míst trestných činů,
- kontrola dopravy,

⁵⁸ <http://flydeo.com/y6/>

- sledování a vyhledávání zájmových objektů (varny a pěstírny drog),
- preventivní monitoring,
- doprovod chráněných dopravních prostředků,
- dozor nad státní hranicí,
- pátrání po pohřešovaných a hledaných osobách a věcech,
- dokumentace probíhající trestné činnosti,
- dokumentace policejního zákroku,
- vzdušné řízení policejních akcí,
- retranslace,
- dohled nad chráněnou krajinnou oblastí a určitě by se našlo i mnoho dalších možných příkladů využití.



7.3 Hasičský záchranný sbor ČR a jeho bezpilotní prostředky

Zavedení bezpilotních systémů do HZS se od roku 2015 intenzivně věnovalo i Oddělení IZS HZS. K této problematice byla vytvořena Koncepce provozu bezpilotních systémů v rámci HZS ČR pro období 2016 až 2019, která byla schválena 6. ledna 2016.

Koncepce obsahuje informaci o stávající právní úpravě pro provoz bezpilotních systémů, jejich možné využití u HZS ČR a zapojení jako podpory velitele zásahu při mimořádných událostech a krizových stavech. Dále vytyčuje požadavky na personál a jejich odbornou přípravu, techniku a její provoz, a na zpracování nových a úpravu stávajících interních předpisů. V harmonogramu stanovuje realizaci zavedení bezpilotních systémů u HZS ČR.

Hlavním úkolem bezpilotních systémů je zvýšení taktické a operační hodnoty jednotek PO a podpora řídicí činnosti velitele zásahu. Jejich nasazení je žádoucí především u událostí velkého rozsahu (požáry lesů, průmyslových objektů, nehody na dálnicích, ale i při povodních a dalších MU), kde lze využít výhod leteckého průzkumu a výrazně tak zpřesnit směry nasazení jednotek PO.⁵⁹

Začlenění bezpilotních systémů do HZS ČR

Pro zahájení zkušebního provozu a výcviku pilotů bezpilotních letadel budou zřízeny opěrné body HZS krajů pro nasazení UAS. Opěrné body jsou předurčeny v souladu s rovnoměrným plošným pokrytím UAS v rámci ČR:

- HZS Jihočeského kraje,
- HZS Libereckého kraje,
- HZS Jihomoravského kraje,
- HZS Moravskoslezského kraje.

V současné době probíhá v rámci požadavku na centralizaci provozu UAS u HZS výběrové řízení na 4 kusy bezpilotních leteckých prostředků (duben 2017). Rozšíření počtu umístění UAS i do dalších organizačních složek MV-GŘ HZS ČR bude provedeno na zá-

⁵⁹ www.hzscr.cz/soubor/vyrocní-zprava2015-sekce2-pdf.aspx

kladě analýzy četnosti využití UAS a dojezdových časů. Po ověření použitelnosti UAS se perspektivně počítá s vybavením ZU HZS Hlučín pravděpodobně rotou ve Zbirohu nebo Jihlavě.⁶⁰

Některá krajská ředitelství UAS vlastní, např. KŘ HZS Jihočeského kraje má kdispozici UAS typ Walkera Vitus 320.⁶¹ Jiná ředitelství využívají služeb outsourcingu v této oblasti. Byla podepsána rámcová smlouva mezi HZS a firmou Robodrone, která je výrobcem UAS, disponuje zkušenými piloty a vlastní flotilou dronů, senzorů a jiné užitečné zátěže. Provádí proto zajištění leteckých prací pro organizace, které potřebnou techniku a zkušenosti nedisponují. Vlastní (evidovaný ÚCL) systém již má Technický ústav požární ochrany (dále „TÚPO“).

⁶⁰ Odpověď na dotazníkové šetření. Oddělení IZS GŘ HZS. Duben 2018. Poznámka autor.

⁶¹ Odpověď na dotazníkové šetření. KŘ HZS Jihočeského kraje. Poznámka autor.

7.3.1 DJI F450

Technický ústav požární ochrany, jenž je organizační součástí generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR je vybaven UAS typu DJI F450. Tento ústav využívá UAS k zefektivnění práce expertů pro požárně technické expertízy – pro výzkum a vývoj.⁶²



Obr. 24. DJI F450 [24]

Tato kvadrokoptéra je již registrovaná na Úřadě pro civilní letectví potřebné dokumenty pro povolení k létání.⁶³ Primárním využitím bude fotodokumentace požářiště z výšky a míst jinak těžce dostupných, případně rizikových z hlediska ohrožení životů a zdraví vyšetřovatelů požáru (např. nestabilních stavebních konstrukcí). Tento pomocník tak napomůže důkladnějšímu ohledání požářiště a komplexně usnadní šetření příčiny vzniku daného požáru. Dalším možným využitím bezpilotního letounu bude dokumentování velko- a středně velkých modelových zkoušek využívaných při plnění výzkumných projektů (např. mapování rozvoje požáru osobních automobilů a objektů, mapování účinků výbuchů tla-

⁶² Úřad pro civilní letectví, Seznam provozovatelů leteckých prací / leteckých činností pro vlastní potřebu bezpilotními letadly dostupné z: <http://www.caa.cz/file/7239>.

⁶³ Přidělena poznávací značka: OK-X013Q. Poznámka: autor.

kových lahví na objekty, atd.), nebo při rekonstrukci konkrétních požárů ve velkém měřítku za účelem ověření správnosti hypotézy vzniku požáru. Multikoptéra tak má schopnost pořídít videozáznam z atypických pohledů, se zamezením možného ohrožení osob účinky požáru či výbuchu.

V automatickém režimu je k dispozici inteligentní fail-safe funkce pro případ ztráty nebo silného rušení řídicího signálu; při připojeném GPS autopilot zajistí přesun modelu do výšky 20 m, návrat na místo startu (v okruhu 10 m) a automatické přistání.⁶⁴

Tabulka 13 Základní technické parametry DJI F450. Zpracováno z [24]

Typ:	DJI F450
Kategorie:	Kvadroptéra
Dosah dálka:	450 mm
Výrobce:	DJI / ČINA
Počet motorů/rotorů:	4
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	800 – 1600 g, podle vybavení
Obsluha:	1-2

⁶⁴ <https://rckane.cz/kit/72093-dji-f450-set-kvadroptera-pouzite-vldji0450s-9890100015988.html>

7.3.2 Kingfisher

Kingfisher je univerzální UAS od firmy Robodrone Industries s.r.o. Kingfisher je od roku 2014 využíván u KŘ HZS ČR Karlovarského kraje na základě smlouvy s touto firmou např. při monitorování sesuvu půdy ve Strachotíně, cvičení ERGON aj.



Obr. 25. Multikoptéra Kingfisher [72]

Veškeré elektrické systémy a součástky jsou umístěny v lehkém, odolném karbonovém trupu. Motory jsou voděodolné. Kingfisher tak může pracovat i za větru, deště nebo ve vánici. Základem řídicího systému je pokročilá letová jednotka, která obsahuje gyro-skopy, akcelerometr, kompas (GPS) a tlakoměr (výškoměr).

Tabulka 14 Základní technické parametry Kingfisher. Zpracováno z [72]

Typ:	Kingfisher
Kategorie:	Multikoptéra
Operační výška:	Do 1000 m
Vytrvalost:	Do 45 min
Rychlost:	Do 70 km/h
Rozměr:	1200 x 1400 x 220 mm
Výrobce:	Robodrone / ČR
Počet motorů:	6
Motor:	Elektromotor
Hmotnost:	Do 10 kg
Obsluha:	2

7.3.3 Aerovision

Mezi prvními kdo začal testovat UAS při ostrých výjezdech je ÚO HZS Nymburk a to na základě darovací smlouvy a také smlouvy o spolupráci se společností Aerovision. Ta je předním světovým výrobcem bezpilotních letounů se sídlem v Příbrami. Dílčí komponenty pro špičkové bezpilotní letouny se nově vyrábí také v Nymburku.



Obr. 26. UAS Aerovision [42]

A právě místní hasiči byli jako jedni z prvních v Česku vybaveni bezpilotním letounem pro své potřeby. Část výjezdové jednotky prošla odborným výcvikem pro práci s pilotáží a specifickými podmínkami letového provozu UAS.



Obr. 27. UAS Aerovision při zkouškách v roce 2017 [73]

Bezpilotní letoun díky on-line kameře umožní monitoring například při povodních, hledání ohnisek požáru nebo u narušených plášťů budov po jejich destrukci, rozsáhlých polí, lesů či pátrání po pohřešovaných osobách v nepřístupném terénu. Je zde taktéž možnost okamžitého přenosu obrazu na krajské operační středisko či štáb velitele zásahu, pokud je u větších událostí zřízen.⁶⁵

Úkoly a využití UAS u HZS ČR:

Hlavním úkolem UAS je zvýšení taktické a operační hodnoty jednotek HZS a podpora řídicí činnosti velitele zásahu (dále „VZ“). Jejich nasazení je žádoucí především u událostí velkého rozsahu (požáry lesů, průmyslových objektů, ale i při povodních a dalších MU), kde lze využít výhod leteckého průzkumu a výrazně tak zpřesnit směry nasazení jed-

⁶⁵ <http://www.ctidoma.cz/zpravodajstvi-zivot-v-regionu/2017-04-11-drony-utoci-nymburk-jako-prvni-v-republice-predstavil-novou>

notek HZS. Mezi hlavní činnosti, které UAS plní, patří zejména: činnosti aktivní podpory jednotek v prostoru zásahu s on-line přenosem obrazu k VZ či štábu VZ, tj.: průzkum místa zásahu při MU např. lesní požár, požár objektů v petrochemickém průmyslu, požár rozsáhlého a členitého objektu, sesuvy půdy při přívalových srážkách, destrukce objektů a budov, detekce nebezpečných látek na místě zásahu, sledování postupu povodňové vlny apod.

Ostatní podpůrné činnosti, tj.:

- pořízení videozáznamu o průběhu zásahu – UAS dokumentuje situaci na místě zásahu a činnost zasahujících složek. Záznam přispívá k dokonalejšímu vyhodnocení a poskytuje doplňující informace VZ;
- přenos hlasu při varování obyvatelstva nebo jako uklidňujícího prvku při záchraně osob na těžko přístupných místech;
- sledování a monitoring nedostupných a špatně přístupných oblastí postižených živelnou pohromou;
- přenos předmětů do těžko přístupných nebo nedostupných míst,⁶⁶

⁶⁶ http://www.firebrno.cz/uploads/informace/Zprava_o_PO_pro_KU_za_rok_2016.pdf

7.4 Dílčí závěr z analýzy současného stavu

PČR a HZS preferují z bezpilotních leteckých prostředků multikoptéry, jelikož tyto dokážou setrvávat nějakou dobu v určité poloze nad terénem, či pomalé posuny do stran a časté změny v požadované výšce letu jsou právě pro policii či hasičský záchranný sbor z hlediska monitorace důležitým a základním aspektem, ať z hlediska pátracích akcí, z hlediska monitorací silničních tahů, monitorací demonstrací a násilných nepokojů, ale také sledování průběhu požáru a jiných mimořádných událostí. Výbava těchto bezpilotních prostředků se nemůže obejít právě bez sledovací a pátrací techniky.

Nejčastěji se jedná o stabilizovanou platformu pro denní TV kameru, infračervenou kameru (FLIR), noktovizní kameru a volitelně i radar, scanner nebo laserový dálkoměr a značkovač. Kamery, ať už klasické, noktovizní či termovizní, umožňují sledovat zájmové objekty i ve špatných meteorologických podmínkách či v noci. Laserový dálkoměr/značkovač zase umožňuje označit zájmovou osobu paprskem, aniž by si toho všimla. Při hromadných zákrocích nebo při policejních akcích v místech s velkým množstvím lidí či nepřehledném terénu tak může policista na zemi vybavený speciálními brýlemi vidět označenou osobu (hledaný či pohřešovaný), aniž by ona sama zpozorovala, že se na ni policisté zaměřili.⁶⁷

UAS se mohou prosadit zejména tím, že mají obvykle nižší pořizovací náklady a nižší provozní náklady než jejich pilotované protějšky. Ekonomické hledisko porovnávající pilotovanou a bezpilotní techniku však není zcela jednoznačné. Záleží na konkrétních požadavcích, na technických parametrech a na technických řešeních.

V oblasti státní správy je nutné definovat podmínky spolupráce, protože zejména z ekonomických důvodů nebude prostor, aby různé složky státní správy vlastnily různé nekompatibilní systémy. Zejména bude nutné zajistit, aby na jednom území byl UAS využitelný více složkami státní správy, IZS apod. Dochází proto k počátkům spolupráce mezi jednotlivými složkami, organizují se konference, konají se předváděcí akce a realizují se experimenty. To vše je zárukou, že si tato technika svoji cestu k budoucím uživatelům najde. Probíhá i postupné vydávání českých předpisů pro UAV.

⁶⁷ Ochrana & Bezpečnost – 2017, ročník VI., č. 1 (jaro), ISSN 1805-5656 Mgr. Radek HAVLÍČEK, DiS., Letecké služby v bezpečnostní oblasti v České republice: Aktuální situace a perspektivy vývoje

8 VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ UAS

8.1 Výhody využití bezpilotních leteckých prostředků u Policie ČR a HZS

Při porovnání bezpilotních prostředků oproti využívání vrtulníků při některých činnostech PČR nebo HZS, mezi výhody bezpilotních leteckých prostředků bezesporu patří:

- jednoduchá manipulace s ohledem na velikost a hmotnost – skladnost (vejde se do kufru automobilu, podle typu);
- použití i v interiérech, u některých typů možnost i v uzavřených prostorech za použití radioextenderu – využití např. u zásahových jednotek;
- online přenos obrazu a dat i na značné vzdálenosti;
- velká kvalita pořízených fotek a videí;
- využití i při katastrofách a v nebezpečných lokalitách (není ohrožen život pilota) ;
- vyšší bezpečnost – bezpilotní letecké prostředky se mohou dostávat do oblastí nízko nad zemí, do členitého terénu a do těžce přístupných míst, kam se vrtulník buď dostat vůbec nemůže, anebo by ho to výrazně ohrožovalo. Nehoda dronu je oproti leteckým nehodám, kde často zahyne posádka, nesporně méně zatěžující, jak z lidského tak finančního hlediska;
- monitoring zásahu – široké a podrobné možnosti pozorování v reálném čase i za ztížených podmínek či v noci nad místem zásahu s přímým přenosem pozemním složkám;
- provizorní role vysílače (retranslace signálu) – dron dokáže určitě úkoly, např. provizorní přijímání a vysílání signálů. Tímto způsobem lze omezit tzv. hluché sektory, kam signál jinak nemůže obvykle proniknout. Tímto mobilním prostředkem lze signál podpořit, či po nějaký čas suplovat výpadek toho stacionárního. Přenosy dat a informací jsou přitom základním kamenem při vedení zásahu;
- nižší finanční náklady – bezpilotní letecké prostředky nemohou ve všem nahradit klasický vrtulník, ale v některých činnostech ano a tam by došlo k ušetření finančních prostředků. Provoz UAV je levnější nejen samotnými náklady na let, ale i z hlediska výcviku či zásobování pohonnými hmotami, náhradními díly i servisními službami;
- efektivita zásahu – základní kritérium pro výsledek zásahu, v rámci bezpilotních leteckých prostředků je spojen i s finančním zatížením. Tam kde je nutná monitorace,

UAS může vrtulník s posádkou plně zastoupit, ke snížení efektivity nedojde, ale finančních nákladů ano;

- při delším zásahu musí posádka vrtulníku po určitém čase s vrtulníkem odletět a dotankovat palivo – vrtulník musí přerušit akci, musí někde přistát a opět vzlétnout. U operátora dronu se pouze přistane na krátký čas pro výměnu baterií a činnost a plnění úkolů dronem není přerušena na tak dlouhou dobu;
- snížení hluku – oproti vrtulníkům a letadlům pracují bezpilotní letecké prostředky výrazně tišeji.

Tyto skutečnosti jasně dokazují, že tyto moderní novodobé letecké prostředky mohou být využity na řadu úkolů v bezpečnostním a záchranném sektoru a to z důvodu schopnosti nepřerušování a prodloužení úkolů a akcí, z důvodu šetření sil a prostředků na tyto úkoly, tudíž šetření finančních nákladů a především z důvodu dosažení větší bezpečnosti pro pracovníky a příslušníky bezpečnostních a záchranných sborů.

Z toho je patrná hlavní výhoda ve srovnání s klasickými pilotovanými prostředky, tedy nižší cena provozu a současně možnost rychlého nasazení v případě potřeby. Většina komerčních dronů je na elektrický pohon (baterie) a spotřeba energie na jeden let se tedy pohybuje v řadu několika korun, na rozdíl od potřeby leteckého paliva u pilotovaných prostředků. Dále je možné vzlétnout z velice malé plochy a kolmo přistát, bez potřeby vyhrazených prostor ke vzletu nebo přistání. Kromě toho se s postupem času všechny fotoaparáty, videokamery a další speciální senzory zmenšují a snižuje se jejich váha, což přidává možnost využívat takové senzory pro drony. Jelikož senzory, které podporují záznam a přenos videa (což je každý fotoaparát a videokamera), mohou online vysílat přes dron obraz do monitoru s přijímačem signálu, lze drony velice efektivně využít při leteckém monitorování nebezpečných lokalit. Mohou být tedy využity při přírodních katastrofách a jiných incidentech, kde není zaručena bezpečnost lidem, a přitom je potřeba získat co nejdříve přehled o situaci v těchto místech a přijmout příslušná opatření s ohledem na reálnou situaci. Sám pilot a všichni zúčastnění letu stojí nohama na zemi, tudíž i bezpečnost pilota je v případě ovládní dronu zaručena.⁶⁸

⁶⁸ Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

8.2 Nevýhody využití bezpilotních leteckých prostředků u Policie ČR a HZS

Bezpilotní letecké prostředky nejsou vnímány však jenom pozitivně, ale z jejich činnosti a provozu vyvěrá řada pochybujících otázek, které se negativně promítají do reality, zda se tyto prostředky budou reálně používat a provozovat, jak u policejních tak záchranných činností.

Mezi nevýhody bezpilotních prostředků určitě patří:

- u multikoptér dolet jen několik kilometrů a krátký letový čas v desítkách minut;
- malá nosnost – pouze v řádech kilogramů;
- konzervatismus ve standartních metodách klasické vrtulníkové a letecké techniky a nedůvěra ve splnění úkolů a hladkém průběhu zásahu bezpilotních leteckých prostředků;
- narušování soukromí obyvatel a nelegální pořizování obrazových a zvukových záznamů;
- obava z ohrožení bezpečnosti – pád bezpilotního leteckého prostředku do obydlených a veřejných prostranství a ohrožení zdraví civilních obyvatel je jednou ze základních obav, i na to však konstruktéři myslí a aktivace padáků při poruše a pádu stroje je dnes součástí řady dronů;
- nehoda bezpilotního leteckého prostředku a dopravního či jiného letadla při jejich srážce;
- odpovědnost za škody způsobené bezpilotními leteckými prostředky – kdo bude odpovědný a jak se bude odpovědnost vymáhat;
- podcenění právního rámce, povolení bezpilotních leteckých prostředků, tudíž obrovský zájem o tyto stroje z řad veřejnosti, zahlcení vzdušného prostoru a zneužívání těchto prostředků ke kriminální činnosti.

Drony samozřejmě nemohou konkurovat pilotovaným leteckým prostředkům v ulétnutých vzdálenostech a výdrži ve vzduchu. Ačkoliv jsou výjimky, kdy drony dokáží monitorovat území třeba 24 hodin, ale zde se jedná o armádní drony se spalovacími motory. Současně se začínají vyvíjet drony, které by mohly vydržet ve vzduchu třeba až čtvrt roku a pohybovat se ve výšce 18–24 km nad zemí a šířit např. internetové připojení.

V Evropské unii a v USA vzniká jednotný legislativní proces, který by měl v budoucnu umožnit stejné podmínky využívání dronů, a harmonizovat tak legislativu v Evropské unii.

Nicméně již nyní je jasné, že v nejbližší době nebude dronům povolen pohyb v určitých letových hladinách a prostorech a vždy bude mít jejich provoz menší prioritu než klasický komerční letový provoz. Největším omezením v současnosti je, že většinou drony nemají tzv. odpovídače (systém, který mají všechny klasické letecké prostředky), které by identifikovaly svoji přesnou polohu v letovém prostoru pro řízení letového prostoru, a nejsou tak viditelné na radarech a mohou být potenciálním rizikem pro pilotované prostředky.

Dokud nebude toto odstraněno, budou vždy platit striktní pravidla, v jakých letových hladinách se smějí tyto prostředky pohybovat, že musí být jejich provoz ve vizuálním dosahu pilota apod., ačkoliv samotná technologie umožňuje létat mimo vizuální dosah, létat automaticky dle letového planu nebo i autonomně.⁶⁹

⁶⁹ Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

9 ANALÝZA VYUŽITELNOSTI UAS

Pro stanovení využitelnosti UAS v oblasti bezpečnosti ČR je možné použít univerzální metodu kvalitativního hodnocení, kterou je SWOT analýza. Jádrem metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do čtyř základních skupin (tj. faktory vyjadřující SILNÉ nebo SLABÉ vnitřní stránky subjektu a faktory vyjadřující PŘÍLEŽITOSTI a HROZBY jako vlastnosti vnějšího prostředí).

9.1 SWOT analýza využitelnosti UAS typu letounu s pevným fixním křídlem

Pro definování jednotlivých faktorů posloužily předcházející kapitoly. Výsledek analýzy je patrný z následující tabulky.

Tabulka 15 SWOT analýza využitelnosti UAS typu pevné fixní křídlo [autor]

	Pomocné k dosažení cíle	Škodlivé k dosažení cíle
Vnitřní původ (atributy prostředí)	Silné stránky: <ul style="list-style-type: none"> • dlouhý dolet a výdrž, • stabilní a hladší průběh letu, • let ve smyčce, po orbitu nebo definované trase, • sledování dlouhotrvající MU na rozlehlém území, • variabilita při monitorování zásahu, • možnost retranslace signálu, • u menších systémů skladnost při přepravě, • online přenos obrazu a dat, 	Slabé stránky: <ul style="list-style-type: none"> • pouze horizontální let, • nemůže „viset“ na místě ve vzduchu, • horší ovladatelnost při vyhýbání, • nejistý provoz v prostředí mlhy/deště/sněžení, • méně obratná manipulace, • konvenční start a přistání (horizontálně), • u menších systémů malá nosnost užitečného zatížení, • u větších systémů špatná přepravitelnost,

Vnější původ (atributy prostředí)	Příležitosti: <ul style="list-style-type: none">• možnost spolupráce mezi složkami IZS v oblasti UAS,• nižší finanční náklady s porovnáním s pilotovanými letouny a vrtulníky,• nižší hladina hluku u provozu v porovnání s pilotovanými stroji,• bezpečnost provozu v porovnání s pilotovanými stroji pro pilota i okolí,	Hrozby: <ul style="list-style-type: none">• možnost nehody s pilotovanými stroji při nedodržení zásad provozu ve vzdušném prostoru,• možnost zahlcení vzdušného prostoru komerčními drony – nebezpečí a omezení pro provoz státních UAS,• odpovědnost za škody způsobené UAS,• narušení soukromí obyvatel,• konzervatismus v používání pilotované techniky,• legislativa pro provoz státních UAS,• absence národního koordinátora v oblasti UAS mezi AČR, PČR a HZS,
--	--	---

9.2 SWOT analýza využitelnosti UAS typu multikoptéra

Tabulka 16 SWOT analýza využitelnosti UAS typu multikoptéra [autor]

	Pomocné k dosažení cíle	Škodlivé k dosažení cíle
Vnitřní původ (atributy prostředku)	Silné stránky: <ul style="list-style-type: none"> • vertikální a horizontální let, • vertikální start a přistání, • může viset na místě ve vzduchu, • rychlá odezva na změnu směru, • snadné manévrování a to zejména v městském prostředí, • skladnost systému při přepravě, • online přenos obrazu a dat, • použitelnost v interiérech, 	Slabé stránky: <ul style="list-style-type: none"> • provoz cca max. 40 minut, • většina UAS nízká odolnost proti nárazovému větru, • nejistý provoz v prostředí mlhy/deště/sněžení, • malá nosnost – max. několik kg,
Vnější původ (atributy prostředí)	Příležitosti: <ul style="list-style-type: none"> • možnost spolupráce mezi složkami IZS v oblasti UAS, • nižší finanční náklady s porovnáním s pilotovanými letouny a vrtulníky, • nižší hladina hluku u provozu v porovnání s pilotovanými stroji, • bezpečnost provozu v porovnání s pilotovanými stroji pro pilota i okolí. 	Hrozby: <ul style="list-style-type: none"> • možnost nehody s pilotovanými stroji při nedodržení zásad provozu ve vzdušném prostoru, • možnost zahlcení vzdušného prostoru komerčními drony – nebezpečí a omezení pro provoz státních UAS, • obava z pádu UAS při monitorování v zastavěné oblasti, • odpovědnost za škody způsobené UAS, • narušení soukromí obyvatel, • legislativa pro provoz státních UAS, • absence národního integrátorů v oblasti UAS mezi AČR, PČR HZS.

Pro analýzu využitelnosti prostředků UAS v obecné rovině jsou v této práci využity dva významné dokumenty, které definují současné hrozby a nebezpečí pro Českou republiku. Tyto dokumenty jsou:

- **Bezpečnostní strategie ČR,**
- **Analýza hrozeb pro ČR- závěrečná zpráva.**

9.3 Vyhodnocení využitelnosti nasazení UAS podle definice hrozeb z dokumentu Bezpečnostní strategie ČR

Bezpečnostní strategie definuje 11 základních hrozeb pro ČR. U těchto hrozeb byla zvažována využitelnost nasazení UAS. Pro vyhodnocení využitelnosti byly využity parametry ze SWOT analýzy v předchozí kapitole. Červeně – nevyužitelné, zeleně – využitelné, bíle – částečně využitelné. Výsledek je znázorněn v tabulce:

Tabulka 17 Využitelnost nasazení UAS pro hrozby identifikované v dokumentu Bezpečnostní strategie ČR. Zpracováno podle [69].

Poř. č.	TYPY HROZBY	Možnost využití UAS	UAV typ křídlo	UAV typ multikoptéra
1.	Oslabování mechanismu kooperativní bezpečnosti i politických a mezinárodněprávních závazků v oblasti bezpečnosti			
2.	Nestabilita a regionální konflikty v euroatlantickém prostoru a jeho okolí			
3.	Terorismus			
4.	Šíření zbraní hromadného ničení a jejich nosičů			
5.	Kybernetické útoky			
6.	Negativní aspekty mezinárodní migrace			
7.	Extremismus a nárůst interetnického a sociálního napětí			

8.	Organizovaný zločin, zejména závažná hospodářská a finanční kriminalita, korupce, obchodování s lidmi a drogová kriminalita			
9.	Ohrožení funkčnosti kritické infrastruktury			
10.	Přerušování dodávek strategických surovin nebo energie			
11.	Pohromy přírodního a antropogenního původu a jiné mimořádné události			
	Využitelnost celkem	6/11	6/11	6/11

Při posuzování využitelnosti nasazení UAS pro hrozby definované z Bezpečnostní strategie bylo zjištěno, že u 11 hrozeb by bylo možné využít UAS v 6 případech a to jak u UAS typu pevné křídlo, tak i multikoptér.

9.4 Vyhodnocení využitelnosti nasazení UAS pro typy nebezpečí identifikovaných v dokumentu Analýza hrozeb pro Českou republiku – závěrečná zpráva

Celkem bylo pro ČR identifikováno v tomto dokumentu 22 typů nebezpečí, pro které lze odůvodněně očekávat vyhlášení krizového stavu. U těchto identifikovaných nebezpečí byla zvažována využitelnost nasazení UAS. Pro vyhodnocení využitelnosti byly využity parametry ze SWOT analýzy v předchozí kapitole. Červeně – nevyužitelné, zeleně – využitelné, bíle – částečně využitelné. Výsledek je znázorněn v tabulce:

Tabulka 18 Využitelnost nasazení UAS pro typy nebezpečí identifikovaných v dokumentu Analýza hrozeb pro Českou republiku – závěrečná zpráva. Zpracováno z [75].

Poř. č.	TYPY NEBEZPEČÍ S NEPŘIJATELNÝM RIZIKEM	Možnost využití UAS	UAV typ křídlo	UAV typ multikoptéra
1.	Dlouhodobé sucho			
2.	Extrémně vysoké teploty			

3.	Přívalová povodeň			
4.	Vydatné srážky			
5.	Extrémní vítr			
6.	Povodeň			
7.	Epidemie - hromadné nákazy osob			
8.	Epifytie - hromadné nákazy polních kultur			
9.	Epizootie – hromadné nákazy zvířat			
10.	Narušení dodávek potravin velkého rozsahu			
11.	Narušení funkčnosti významných systémů elektronických komunikací			
12.	Narušení bezpečnosti informací kritické informační infrastruktury			
13.	Zvláštní povodeň			
14.	Únik nebezpečné chemické látky ze stacionárního zařízení			
15.	Narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu			
16.	Narušení dodávek plynu velkého rozsahu			
17.	Narušení dodávek ropy a ropných produktů velkého rozsahu			
18.	Radiační havárie			
19.	Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu			
20.	Migrační vlny velkého rozsahu			
21.	Narušování zákonnosti velkého rozsahu (včetně terorismu)			
22.	Narušení finančního a devizového hospodářství státu velkého rozsahu			

	Využitelnost celkem	12/22	12/22	6/22
--	----------------------------	--------------	--------------	-------------

Při posuzování využitelnosti nasazení UAS pro hrozby definované z Analýzy hrozeb pro ČR, bylo zjištěno, že u 22 typů nebezpečí, pro které lze odůvodněně očekávat vyhlášení krizového stavu, by bylo možné využít UAS ve 12 případech a to u UAS typu pevné křídlo, u UAS typu multikoptéra v 6 případech.

V obou dvou dokumentech jsou identifikovány jako hrozba nebo nebezpečí pojmy **negativní aspekty mezinárodní migrace a migrační vlny velkého rozsahu**. Jde o ekvivalent a z toho důvodu poslouží jako modelově řešený problém podle zadání této bakalářské práce pro návrh odpovídajícího modelu.

10 MODELOVÁNÍ ODPOVÍDAJÍCÍHO UAS A JEHO OPTIMÁLNÍCH FUNKCÍ

Podle údajů asociace AUVSI⁷⁰ (z roku 2014) existuje více než 1700 různých bezpilotních leteckých systémů, z toho 566 v Evropě, a toto číslo neustále stoupá. Vzhledem ke zkoumané oblasti použití UAS u tří složek a variabilitě plněných úkolů by bylo velmi těžké vymodelovat univerzální model odpovídajícího UAS. Proto bylo nutné si vybrat jednu situaci, která je hrozbou nebo nebezpečím pro ČR a podle té odpovídající model navrhnout.

Při navrhování samotného modelu odpovídajícího UAS v oblasti bezpečnosti, bylo využito procesního schématu k řešenému úkolu, jako vstupu pro modelování odpovídajícího UAS. Po provedené modelové analýze využitelnosti, analýze současného stavu využití UAS ve státním sektoru, zjištění výhod a nevýhod jednotlivých UAS, byla vybrána jako modelová situace k řešení - mezinárodní migrační vlna velkého rozsahu.

10.1 Modelová situace – migrační vlna velkého rozsahu

Pro nalezení odpovídajícího modelu UAS pro řešení této situace musí být vyhodnoceny činnosti a způsob možného využití UAS. V případě mezinárodní migrace velkého rozsah je potřeba určit možné činnosti, při kterých by UAS mohly být přínosem.

Mohlo by se jednat např. o tyto činnosti:

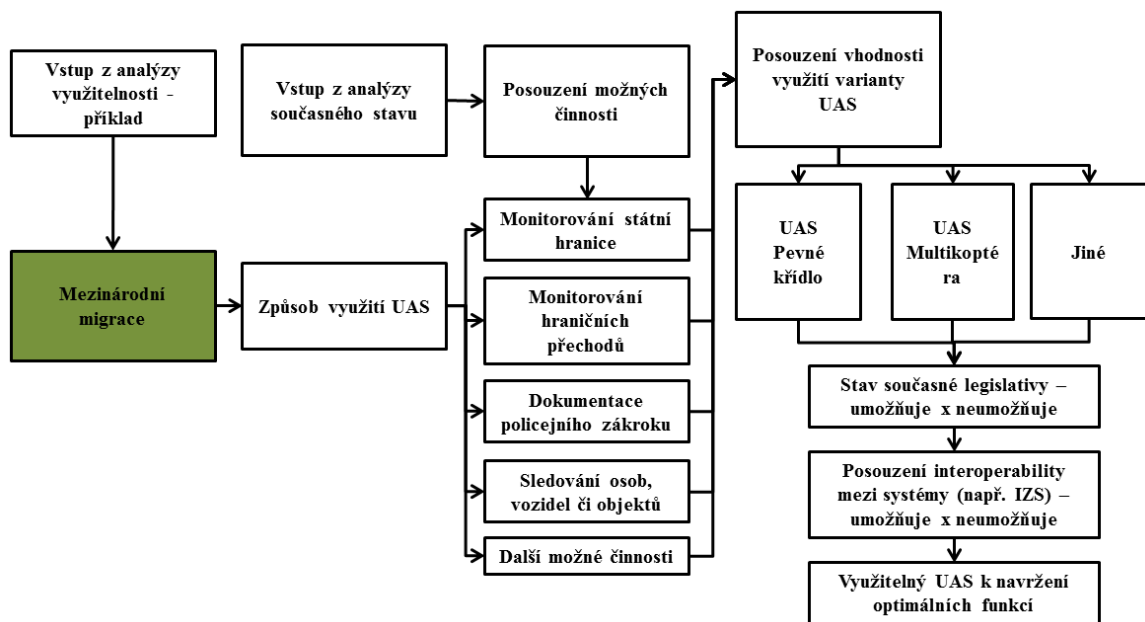
- monitorování státní hranice a příhraničních prostorů;
- monitorování hraničních přechodů;
- dokumentace policejních zákroků souvisejících s řešením mezinárodní migrace;
- sledování osob, vozidel nebo objektů (např. vhodných pro úkryt nelegálních migrantů), nebo další možné činnosti.

10.2 Vytvoření odpovídajícího modelu UAS

Pro nasazení UAS při plnění těchto úkolů je dále nutné posoudit vhodnost využitých variant UAS. K liniovému monitorování státní hranice by byl např. daleko vhodnější UAS typu křídlo z důvodu možností, které tento druh UAS nabízí – možnost delší doby plnění

⁷⁰ AUVSI – Mezinárodní asociace pro bezpilotní prostředky, nezisková organizace, která se věnuje výhradně rozvoji UAS. Pozn. autor

úkolu než u multikoptér. Následuje posouzení, zda vybraný typ je schopný nasazení z hlediska legislativy (např. jestli nejde o zakázané letové koridory apod.). Posouzení interoperability – tedy schopnosti spolupracovat mezi systémy (např. spojení a přenos dat mezi UAS a řídicím centrem a složkami podílejícími se na řešení této situace). Výsledný návrh modelu je na následujícím obrázku.



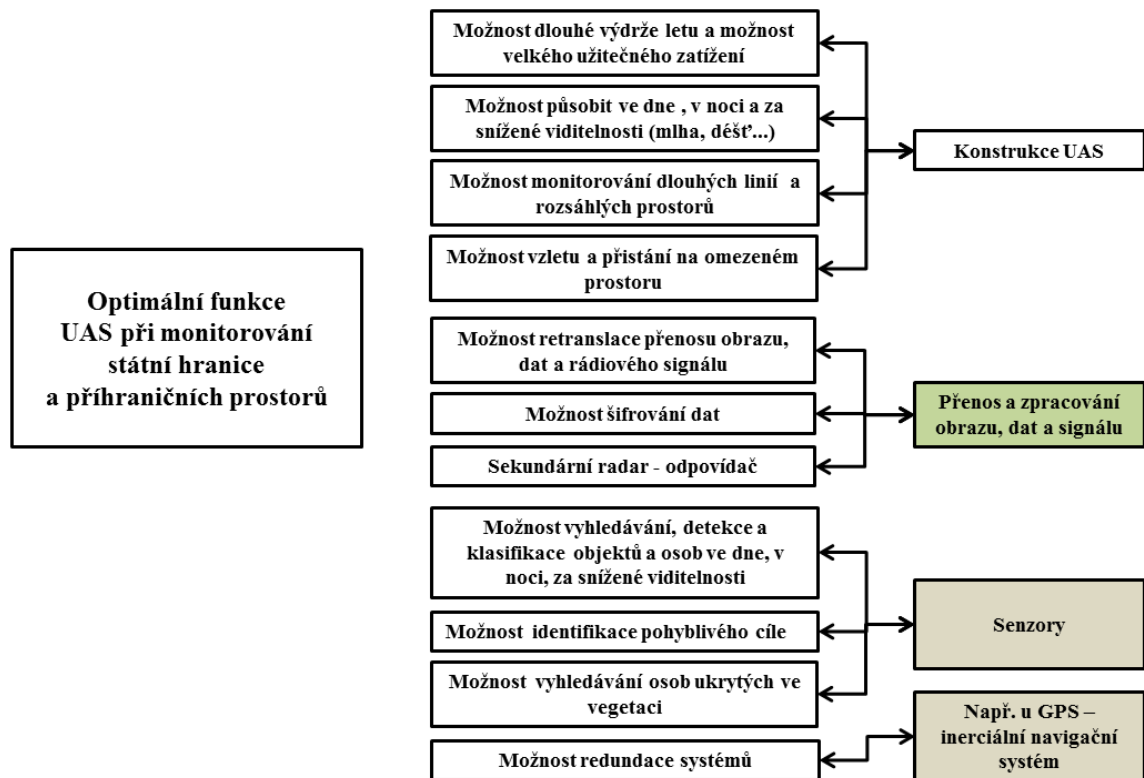
Obr. 28. Návrh modelu odpovídajícího UAS v oblasti vnitřní bezpečnosti [autor]

Po tomto provedeném zhodnocení je možné zvažovat výběru konkrétního UAS a hledání optimálních funkcí, kterými by měl modelovaný UAS systém disponovat.

10.3 Modelování optimálních funkcí UAS

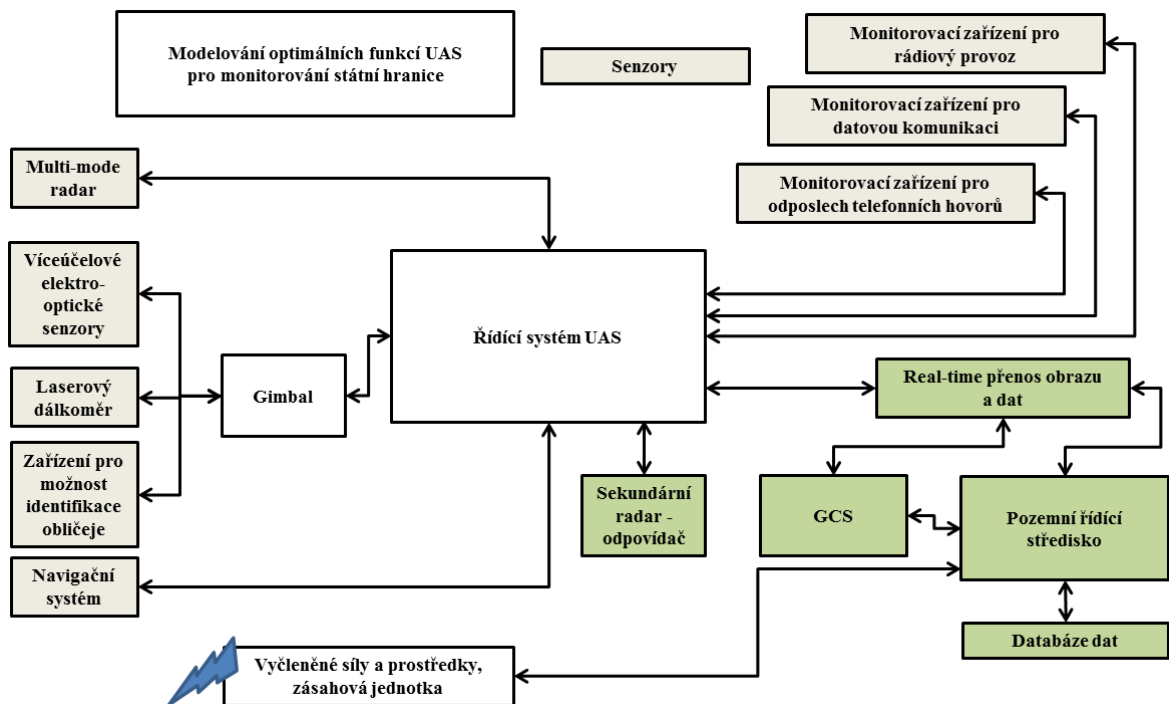
Při zvažování využití UAS pro monitorování migrační vlny velkého rozsahu je nutné posoudit požadavky, které by byly kladeny na vybraný systém. Předpokládejme, že prostředek by byl nasazen primárně k monitorování státní hranice, tj. k získávání celkového přehledu a informací z velkého území, tvořeného dlouhou linií státní hranice a příhraničních prostorů. Z toho plyne požadavek na plnění úkolu v delším časovém úseku, než jsou schopné poskytnout multikoptéry. Dále by měl prostředek poskytovat ucelený přehled s možností pracovat i za zhoršených povětrnostních podmínek a viditelnosti, v noci a získané informace by měl být schopen přenést v reálném čase. Vzhledem k tomu, že by měl obsahovat množství senzorů a dalšího užitečného zatížení, které zvýší jeho praktické možnosti, musí být schopen tato zařízení nést na palubě, to zvýší jeho hmotnost a posune jej do hmotnostní a velikostní kategorie, kdy je nutné zařízení pro identifikaci ve vzdušném pro-

storu – tzv. odpovídač. Důležitým kritériem při vyjádření optimálních funkcí by měla být i schopnost zálohování jednotlivých systémů, například v případě GPS by se mohlo jednat o inerciální navigační systém při výpadku signálu nebo poruše GPS. Na dalším obrázku jsou graficky znázorněné požadavky s vazbou na konstrukční prvky UAS.



Obr. 29. Grafické vyjádření modelování požadavků s vazbou na konstrukční prvky UAS
[autor]

Po nadefinování požadavků na optimální funkce zvoleného UAS pro potřeby monitorování migrační krize velkého rozsahu, je možné modelovat, jak by měl odpovídající UAS vypadat a jaké by měl mít optimální funkce a tím splňovat zadání. Po přenesení dat a obrazu ze sensorů jsou data zpracovávána v řídicím středisku, kde jsou vyhodnocována a jsou přijata opatření. Může jít například o vyslání zásahové jednotky k provedení potřebných opatření ve vyhodnocovaném prostoru. Výsledek je patrný na následujícím modelu.



Obr. 30. Odpovídající model s vyjádřenými optimálními funkcemi UAS [autor]

10.4 Dílčí závěr

V současné době takovýmto prostředkem Česká republika nedisponuje. Nejbližší modelovanému UAS je pravděpodobně prostředek AČR a to konkrétně Scan Eagle, který je nasazen v zahraniční misi, kde plní úkoly podpory našich a koaličních jednotek.

V zahraničí jsou však prostředky s parametry podobnými tomu modelovanému provozovány, jedná se například o systém Watchkeeper, vyráběný francouzskou společností Thales, jehož základem je izraelský systém Hermes 450 od firmy Elbit. Mezi jeho základní parametry patří: hmotnost 450 kg, vytrvalost letu 17 hodin, užitečné zatížení 150 kg, využívá rotačního Wankelova motoru poskytovaného společností UAV Engines Ltd, která je dceřinou společností Elbit Systems. Může pracovat až 150 km od pozemního řídicího stanoviště.

Ve světě je provozováno k plnění úkolů monitorování státní hranice několik bezpečnostních prostředků. Za všechny je možné uvést UAS General Atomics MQ-9 Reaper, který provozuje letecká služba americké organizace - U.S.CBP (Customs and Border Protection - Celní a pohraniční ochrana). Tato instituce zaměstnává více než 60 tisíc zaměstnanců a jejím úkolem celní správa, zabezpečení a kontrola hranic, monitorují činnost a zasahují

proti nelegálnímu převážení drog přes hranice a plní úkoly spojené s nelegálním překračováním hranic apod.⁷¹



Obr. 31. General Atomics MQ-9 Reaper [78]

General Atomics MQ-9 Reaper (původně Predator B) je víceúčelové bezpilotní letadlo s dlouhou výdrží ve vzduchu, operující ve středních výškách. Díky celému spektru moderních senzorů a komunikačních nástrojů je využíváno i k průzkumu. MQ-9 je větší a lépe vyzbrojený než jeho předchůdce MQ-1 Predator. Tento UAS systém provozuje kromě pohraniční stráže také americká armáda a NASA.⁷²

Tabulka 19 Základní technické parametry MQ-9 Reaper. Zpracováno z [78]

Typ:	General Atomics MQ-9 Reaper
Kategorie:	Bezpilotní letoun
Operační výška:	7 500m
Vytrvalost:	30 hodin
Délka	11 m
Rozpětí křídel	20,1 m
Rychlost cestovní:	310 km/h
Rychlost max.:	482 km/h
Výrobce:	General Atomics / USA
Počet motorů:	1
Motor:	Turbovrtulový motor Honeywell TPE331-10

⁷¹ <https://www.cbp.gov/>

⁷² General Atomics MQ-9 Reaper https://cs.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper

Hmotnost:	2 223 kg
Užitečné zatížení	1 746kg
Obsluha:	2

ZÁVĚR

Práce se pokusila blíže objasnit současný stav použití bezpilotních leteckých prostředků u Armády České republiky, Policie České republiky a Hasičského záchranného sboru České republiky, tyto složky používají UAS již nějakou dobu, ale teprve v poslední době došlo k výraznějšímu posunu a to zejména u Policie ČR. Důvodem bylo schválení některých dokumentů, které umožňují nejenom nákup těchto prostředků, ale také vytvoření prostředí pro personální obsazení operátorů UAS, začlenění těchto prostředků pod gesci Letecké služby PČR a celkové vytvoření podmínek pro rozvoj v této oblasti. U HZS v současné době probíhá řízení pro výběr a nákup nových bezpilotních prostředků a je celkem jisté, že sbor bude rovněž pokračovat v dalším rozvoji a hledání dalších způsobů využití. Určitě by mohla být prospěšná součinnost s armádou, která má s provozem bezpilotních prostředků největší praktické zkušenosti. Za zvážení by jistě stálo vytvoření podmínek např. pro společná cvičení provozovatelů státních bezpilotních prostředků, až bude toto legislativa umožňovat. Minimálně by však mohlo jít o výměnu zkušeností spojenou s ukázkou techniky jednotlivých institucí např. v rámci nějakého pracovního workshopu. Také by stálo za úvahu zjistit, nakolik jsou spolu systémy zavedené u složek kompatibilní.

V praktické části se práce dále zabírala využitelností a možnostmi UAS v oblasti bezpečnosti. Byla vybrána modelová situace – mezinárodní migrace velkého rozsahu, při které by bezpilotní prostředky vzhledem ke svým možnostem mohly být velmi cenným pomocníkem. V zadání práce byl stanoven úkol o vytvoření odpovídajícího modelu UAS. Přestože podle závěru v této části práce bylo zjištěno, že odpovídajícím prostředkem v současné době Česká republika nedisponuje, zadání práce bylo splněno a výsledný model byl vytvořen i s optimálními funkcemi. V praxi podobný prostředek při ochraně a monitorování státní hranice působí a v praktické části toto bylo zmíněno.

Popsány byly i výhody a nevýhody jednotlivých typů bezpilotních prostředků. Náměty pro praktické využití aplikací byly zmiňovány v textu jednotlivých podkapitol. Cíle této práce byly tedy splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Terminologický slovník z oblasti krizového řízení* [online] c2016 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z www: <http://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-rizeni-a-planovani-obrany-statu.aspx>.
- [2] Kotek, Lukáš. *Možnosti využití bezpilotních letadel Policii ČR* [online] 2016 [cit. 2017-12-04]. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Rudolf Drga, Ph.D.
- [3] Lacinová, Markéta. *Bezpilotní létající prostředky při činnosti IZS a legislativní rámec pro jejich použití*. [online] 2016 [cit. 2017-12-04]. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Václav Navrátil.
- [4] Habrnal, Lukáš. *Možnosti rozvoje a zajištění bezpečnosti dálkově řízených letadel (RPAS) v ČR*. [online] 2015 [cit. 2017-12-04]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Viktor Hodaň.
- [5] ČESKO. Zákon č. 240/2000 Sb., Krizový zákon. *Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů* (krizový zákon). 2018 [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>.
- [6] Vozihnoj, Jaromír. *Moderní technologie při výkonu služby policie*. [online] 2017 [cit. 2017-12-04]. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Tomek, Ph.D.
- [7] Erbs, Dominik. *Bezpilotní prostředky používané pro pátrání a záchranu*. [online] 2017 [cit. 2017-12-04]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Němec, Ph.D., prof. h.c.
- [8] HZS ČR. *Kritická infrastruktura*. [online] 2017 [cit. 2017-04-12] Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/web-krizove-rizeni-a-cnp-kriticka-infrastruktura-kriticka-infrastruktura.aspx>.
- [9] Infrared.cz. *Prezentace firmy. WASP III* [online] 2017 [cit. 2017-04-12] Dostupné z: <http://wwwold.infrared.cz/Produkty/Akvizicni/WaspIII/>.
- [10] Karas, J., Tichý, T. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.
- [11] Zu Hohenlohe, Stephan, *Drony*. Frýdek-Místek: Alpress, s.r.o., 2016. ISBN 978-80-7543-234-6.

- [12] Karas, Jakub, *222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4874-7.
- [13] Stuchlík, Radim, *Získávání dat pomocí UAV a jejich využití v krizovém řízení*. [online]. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Kubíček, CSc.
- [14] Edited by Zeman, Petr, *Česká bezpečnostní terminologie: výklad základních pojmů*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav, 2002. 186 s. ISBN 80-210-3037-2.
- [15] ČESKO. Zákon č. 110/1998 Sb., *Ústavní zákon o bezpečnosti České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-110>.
- [16] Nováková, Lucie. *Policie plánuje více využívat tzv. drony, např. při pátrání po pohřešovaných osobách*. [online]. 2016, [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/policie-planuje-vice-vyuzivat-tzv-drony-napr-pri-patrani-po-pohresovanych-osobach.aspx>
- [17] Schindlová, Monika. *Policejní drony*. 2017, [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/policejni-drony.aspx>
- [18] Hájek, Oldřich. *Policie plánuje více využívat drony*. 2017, [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.e-usti.cz/zpravy/zajimavosti/8655-policie-planuje-vice-vyuzivat-drony-pomohou-treba-pri-patrani-po-pohresovanych-lidech>
- [19] TZB Info. *Policie bude mít dronovou jednotku*. 2017, [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/121158-policie-bude-mit-dronovou-jednotku>
- [20] Fire Brno. *Zpráva o stavu požární ochrany v JM kraji*. 2017, [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: http://www.firebrno.cz/uploads/informace/Zprava_o_PO_pro_KU_za_rok_2016.pdf
- [21] Tiscali. *Nad hlavami se nám budou prohánět policejní drony, policie bude mít celou jednotku*. 2017, [cit. 2018-03-10]. <https://zpravy.tiscali.cz/nad-hlavami-se-nam-budou-prohanet-policejni-drony-policie-bude-mit-celou-jednotku-296853>
- [21] Čt 24. *Rychlou jízdu nebo předjíždění odhalí dron*. 2017, [cit. 2018-02-13]. <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/pardubicky-kraj/2200237-rychlou-jizdu-nebo-predjizdeni-odhali-dron-policie-ho-nasadi-na>

- [22] Havlíček, Radek. *Letecké služby v bezpečnostní oblasti v České republice: Aktuální situace a perspektivy vývoje*. Ochrana & Bezpečnost – 2017, ročník VI., č. 1, ISSN 1805-5656.
- [23] Yassine Dourasse. *Mydronesreview*. 2017, [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.mydronesreview.com/2017/09/dji-f450-review-how-to-build.html>
- [24] RC Kane. Eshop. *Informace k produktu*. 2017, [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://rckane.cz/kit/72093-dji-f450-set-kvadrokoptera-pouzite-vldji0450s-9890100015988.html>
- [25] Wikipedia. *Seznam vojenských letadel České republiky*. 2018, [cit. 2018-02-16]. https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_vojensk%C3%BDch_letadel_%C4%8Cesk%C3%A9_republiky
- [26] Wikipedia. *AeroVironment Raven*. 2017, [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven
- [27] Wikipedia. *AeroVironment Raven* 2017, [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven
- [28] Stránky výrobce. *Aerovironment*. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <http://www.avinc.com/uas/view/raven>
- [29] Wikipedia. *WASP III*. 2018, [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_Wasp_III
- [30] Stránky výrobce. *WASP III*. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.avinc.com/uas/view/wasp>
- [31] Stránky výrobce. *WASP III*. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: http://www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Wasp_Datasheet_2017_Web_v1.pdf
- [32] Defence update. *U.S. Air Force Welcomes Wasp AE for the BATMAV Program with a \$2.5 Million Order*. 2012, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: http://defense-update.com/20120522_u-s-air-force-welcomes-wasp-ae-for-the-batmav-program-with-a-2-5-million-order.html
- [33] Mise Army. *Scan Eagle nalétal v Afghánistánu dva tisíce letových hodin*. 2017, [cit. 2018-04-15] <http://www.mise.army.cz/aktualni-mise/afghanistan/zpravodajstvi/scan-eagle-naletal-v-afghanistanu-dva-tisice-letovych-hodin-139635/>

- [34] Wikipedia. *Boeing Scan Eagle*. 2018, [cit. 2018-04-20] Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_Insitu_ScanEagle
- [35] Wikipedia. *Elbit Skylark*. 2016, [cit. 2018-04-15] https://cs.wikipedia.org/wiki/Elbit_Skylark
- [36] Israeli weapons. *Skylark*. [cit. 2018-04-18] Dostupné z: <http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/skylark/Skylark.html>
- [37] Unmanned System Technology. *Skylark*. 2012, [cit. 2018-04-18] Dostupné z: <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2012/08/elbit-systems-to-launch-skylark-i-le-block-ii-uav-at-auvsi-2012/>
- [38] Commons wiki. *Elbit Skylark*. 2018, [cit. 2018-04-25] Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Elbit_Skylark
- [39] Alcheron. *Skylark*. 2012, [cit. 2018-04-25] Dostupné z: <https://alchetron.com/Elbit-Skylark#->
- [40] ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb., *Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů*. Dostupné z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>.
- [41] Dronepedia. Fotobanka. *DJI Phantom 3*. 2018, [cit. 2018-01-10] Dostupné z: <https://dronepedia.xyz/wp-content/uploads/2015/12/dji-phantom-3.png>
- [42] Bauer, Milan. Čti doma. *Drony útočí*. 2017, [cit. 2018-01-15] Dostupné z: <http://www.ctidoma.cz/zpravodajstvi-zivot-v-regionu/2017-04-11-drony-utoci-nymburk-jako-prvni-v-republice-predstavil-novou>
- [43] Sádecký, Zdeněk, *Koncepce metodického přístupu k využitelnosti bezpilotních letadel v bezpečnostní praxi a v dopravě*. Disertační práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Školitel: doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.
- [44] Policie České republiky, *Policie České republiky*. Praha: Tiskárna ministerstva vnitra, 2017. ISBN 978-80-270-0664-9.
- [45] Stránky výrobce Elbit Systems. *Skylark*. 2018, [cit. 2018-04-28] Dostupné z: <http://elbitsystems.com/products/uas/skylark-i-lex/>
- [46] Správa informačních technologií města Plzně. *Flyability Elios*. 2018, [cit. 2018-05-20] Dostupné z: <https://dronysitmp.cz/prodej-flyability-elios/>

- [47] Casaero. *UAV Y6. 2018*, [cit. 2018-04-20] Dostupné z: <http://www.csaero.cz/letecke-prostredky/drony/>
- [48] Grohmann, Jan. *Roboti v armádě*. Armádní noviny. 2017, [cit. 2018-04-21] Dostupné z: <http://www.armadninoviny.cz/roboti-v-armade-cr.html>
- [49] AČR, *Raven RQ-11B*. 2012, [cit. 2018-04-22] Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/letecka/raven-rq-11b-89946/>
- [50] Robotworld. *Mavic Pro*. Eshop. [cit. 2018-04-12] Dostupné z: <https://www.robotworld.cz/dji-mavic-pro>
- [51] Velká encyklopedie ruského a čínského letectví. 2013, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: <https://ruslet.webnode.cz/technika/ruska-technika/bezpilotni-prostredky/a-n-tupolev/tu-143-vr-3-rejs-dr-3-/>
- [52] Comoons Wikimedia. *Sojka III '102' (UAV)*, CC BY-SA 2.0, 2017, [cit. 2018-04-15] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26900623>
- [53] Stránky výrobce. *Flydeo Y6*. 2018, [cit. 2018-04-30] Dostupné z: <http://flydeo.com/y6/>
- [54] Příbramský deník. *Policisté dostanou dva drony*. 2016, [cit. 2018-04-30] Dostupné z: https://pribramsky.denik.cz/zpravy_region/policiste-dostanou-dva-drony-poslouzi-predevsim-v-brdech-20160617.html
- [55] Kuzdas. *Sojka III*. 2012, [cit. 2018-04-30] Dostupné z: http://lu.fme.vutbr.cz/cuav/index_soubory/prispevky/kuzdas.pdf
- [56] Berka, Tomáš. *Válka.cz. VR-3-Rejs*. 2004, [cit. 2018-04-30] <https://www.valka.cz/10610-Tupolev-Tu-143-neboli-VR-3-Rejs>
- [57] Wikipedia. *Sojka III*. 2017, [cit. 2018-04-30] https://cs.wikipedia.org/wiki/Sojka_III
- [58] Youtube.com. *Start systému Skylark*, 2014, [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=4UrQYhTwg6I>
- [59] Militaryfactory. *Raven*. Databáze foto. 2012, [cit. 2018-05-01] Dostupné z: https://www.militaryfactory.com/aircraft/imgs/aerovironment-rq11-raven-suav_2.jpg
- [60] Insutu. Stránky výrobce. *Scan Eagle*. 2017, [cit. 2018-05-01] Dostupné z: https://www.insutu.com/images/uploads/pdfs/ScanEagle_SubFolder_Digital_DU032817.pdf

- [61] Dotazníkové šetření. Letecká služba PČR. Duben 2018.
- [62] PČR. *Letecká služba PČR*. 2018, [cit. 2018-05-10] Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/policie-ceske-republiky-letecka-sluzba-824129.aspx>
- [63] HZS. *Výroční zpráva*. 2016, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/vyrocní-zprava2015-sekce2-pdf.aspx
- [64] Flydeo. Stránky Výrobce. *X8*. 2018, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: <http://flydeo.com/x8/>
- [65] Socimage.net. Fotobanka. *Flydeo X8*. 2018, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: http://www.socimage.net/media/1365346930775291891_1913280472
- [66] Kromer. *Zpráva o situaci v oblasti vnitřní bezpečnosti a veřejného pořádku na území ČR v roce 2016*. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/zprava-o-situaci-v-oblasti-vnitri-bezpecnosti-a-verejneho-poradku-na-uzemi-ceske-republiky-v-roce-2016.aspx>
- [67] Letectví a kosmonautika, *Bezpilotní systémy v AČR*. Bratislava: Magnet Press, Slovakia s.r.o., 2018, roč. 91, č. 2. ISSN 0024-1156.
- [68] *Koncepce rozvoje Policie České republiky do roku 2020* (aktualizace 2017), Dostupné z: <http://www.ceska-justice.cz/wp-content/uploads/2017/04/Koncepce-rozvoje-Policie.pdf>
- [69] Česko. *Bezpečnostní strategie České republiky*. 2015, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/dokumenty/bezpecnostni-strategie-2015.pdf>
- [70] Dotazníkové šetření. Oddělení IZS GŘ HZS. Duben 2018.
- [71] Dotazníkové šetření. KŘ HZS Jihočeského kraje. Duben 2018.
- [72] Robodrone. Stránky výrobce. *Kingfisher*. 2018, [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://www.robodrone.com/images/pdf/Kingfisher-EN-all.pdf>
- [73] Jíleznický, Miroslav. *Hasiči zkoušely drony nad Nymburkem*. Deník.cz. 2017, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: <https://www.denik.cz/regiony/hasici-zkouseli-drony-nad-nymburkem-20170406.html>
- [74] Střelec, Jiří. *Modelování procesů*. 2012, Vlastní cesta. [cit. 2018-05-04] Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/modelovani-procesu/>
- [75] Krommer a kol., *Analýza hrozeb pro Českou republiku*. HZS ČR. [cit. 2018-05-04] Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/analyza-hrozeb-zprava-pdf.aspx

[76] TZBinfo. Firemní článek. *Česká firma jako první na světě vytvořila*. 2018, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/merici-a-regulacni-technika/16961-ceska-firma-jako-prvni-na-svete-vyvinula-system-na-presne-mereni-radiace-pomoci-dronu>

[77] U.S. *Customs and Border Protection*. Stránky o ochraně hranic USA. 2018, [cit. 2018-05-10] Dostupné z: <https://www.cbp.gov/>

[78] Wikipedia. *General Atomics MQ-9Reaper*. 2012, [cit. 2018-04-15] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AČR	Armáda České republiky
ATTI	Režim letu dronu bez využití satelitní navigace
AUVSI	Mezinárodní asociace pro bezpilotní systémy
CCD	Elektronické snímání obrazové informace
DARPA	Americký výzkumný obranný ústav
DDL	Digitální datalink - digitální přenos signálu
EASA	Evropská agentura pro bezpečnost v letectví
EU	Evropská unie
FLIR	Noční kamera
FPV	Ovládání z pohledu dronu
GPS	Globální navigační systém
GŘ	Generální ředitelství
HZS	Hasičský záchranný sbor
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IZS	Integrovaný záchranný systém
JARUS	Sdružení leteckých úřadů pro tvorbu leteckých předpisů
KŘ	Krajské ředitelství
LIDAR	Speciální druh laserového senzoru
LS PČR	Letecká služba Policie České republiky
MO	Ministerstvo obrany
MU	Mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
NASA	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku Spojených států
OVL SDK MO	Odbor vojenského letectví, Sekce dozoru a kontroly MO
PČR	Policie České republiky

PVO	Protivzdušná obrana
RPA	Dálkově řízený letoun
RPAS	Dálkově řízené letecké systémy
TÚPO	Technický ústav požární ochrany
U.S. CBP	Celní a pohraniční ochrana Spojených států
UAS	Bezpilotní letecké systémy
UAV	Bezpilotní letecké prostředky
UCAV	Bezpilotní bojový letecký prostředek
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
ÚO	Územní odbor
ÚRN	Útvar rychlého nasazení
ÚZČ	Útvar zvláštních činností
VTOL	Vertikální vzlet a přistání
VZ	Velitel zásahu

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1. PROCESNÍ MODEL ŘEŠENÉHO PROBLÉMU [AUTOR].....	36
OBR. 2. BLOKOVÉ SCHÉMA INFORMAČNÍCH ZDROJŮ POUŽITÝCH PRO ANALÝZU SOUČASNÉHO STAVU VYUŽITÍ UAS U AČR, PČR A HZS [AUTOR].....	37
OBR. 3. TUPOLEV TU-143/VR-3 REJS [51].....	40
OBR. 4. SOJKA III [52].....	42
OBR. 5. RQ-11B RAVEN [59].....	44
OBR. 6. RQ-11B DDL [28].....	45
OBR. 7. ELBIT SKYLARK [39].....	47
OBR. 8. ELBIT SKYLARK [38].....	48
OBR. 9. ELBIT SYSTEMS SKYLARK [38].....	49
OBR. 10. DENNÍ A NOČNÍ VERZE TAKTICKÉHO BEZPILOTNÍHO LETOUNU SCAN EAGLE [33].....	51
OBR. 11. START SCAN EAGLE POMOCÍ KATAPULTU [33].....	52
OBR. 12. UA WASP III AV [32].....	54
OBR. 13. UA WASP III AV [30].....	55
OBR. 14. FLYDEO X8 [65].....	60
OBR. 15. FLYABILITY ELIOS [46].....	62
OBR. 16. PRINCIP VYUŽITÍ RADIOEXTENDERU PROSTŘEDKU ELIOS V NEPŘÍZNIVÝCH PODMÍNKÁCH ŠÍŘENÍ SIGNÁLU MEZI UAV A GCS [46].....	63
OBR. 17. DJI MAVIC PRO [50].....	64
OBR. 18. DJI MAVIC PRO VE SLOŽENÉM STAVU [50].....	65
OBR. 19. DJI MAVIC PRO – DÁLKOVÝ OVLADAČ S UCHYCENÍM PRO MOBILNÍ TELEFON S APLIKACÍ ROZŠÍŘUJÍCÍ MOŽNOSTI OVLÁDÁNÍ [50].....	65
OBR. 20. DJI PHANTOM 3 [41].....	66
OBR. 21. BRUS - BEZPILOTNÍ ROTOROVÝ UNIVERZÁLNÍ SYSTÉM [17].....	68
OBR. 22. UAS PČR BRUS JE VYBAVEN ŠESTI TICHÝMI ROTORY A KAMEROVÝM SYSTÉMEM S NOČNÍM VIDĚNÍM A TERMOVIZÍ [44].....	69
OBR. 23. FLYDEO Y6 [53].....	71
OBR. 24. DJI F450 [24].....	76
OBR. 25. MULTIKOPTÉRA KINGFISHER [72].....	78
OBR. 26. UAS AEROVISION [42].....	79
OBR. 27. UAS AEROVISION PŘI ZKOUŠKÁCH V ROCE 2017 [73].....	80
OBR. 28. NÁVRH MODELU ODPOVÍDAJÍCÍHO UAS V OBLASTI VNITŘNÍ BEZPEČNOSTI [AUTOR].....	95
OBR. 29. GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ MODELOVÁNÍ POŽADAVKŮ S VAZBOU NA KONSTRUKČNÍ PRVKY UAS [AUTOR]	96
OBR. 30. ODPOVÍDAJÍCÍ MODEL S VYJÁDŘENÝMI OPTIMÁLNÍMI FUNKCEMI UAS [AUTOR].....	97
OBR. 31. GENERAL ATOMICS MQ-9 REAPER [78].....	98

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY VR-3 REJS. ZPRACOVÁNO Z [51], [54]	41
TABULKA 2 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY SOJKA III. ZPRACOVÁNO Z [55]	43
TABULKA 3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY RQ – 11B RAVEN. ZPRACOVÁNO Z [26], [27], [28], [29], [67].	46
TABULKA 4 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY ELBIT SKYLARK. ZPRACOVÁNO Z [36], [38], [39].	49
TABULKA 5 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY BOENING INSITU SCAN EAGLE. ZPRACOVÁNO Z [33].	53
TABULKA 6 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY UA WWASP III AV. ZPRACOVÁNO Z [29], [30], [31].....	55
TABULKA 7 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY FLADEO X8. ZPRACOVÁNO Z [64].	60
TABULKA 8 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY FLYABILITY ELIOS. ZPRACOVÁNO Z [46].....	63
TABULKA 9 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY DJI MAVIC PRO. ZPRACOVÁNO Z [50].....	64
TABULKA 10 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY DJI PHANTOM 3. ZPRACOVÁNO Z [41].....	66
TABULKA 11 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY BRUS. ZPRACOVÁNO Z [17].....	69
TABULKA 12. ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY FLYDEO Y6. ZPRACOVÁNO Z [47].	72
TABULKA 13 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY DJI F450. ZPRACOVÁNO Z [24]	77
TABULKA 14 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY KINGFISHER. ZPRACOVÁNO Z [72].....	78
TABULKA 15 SWOT ANALÝZA VYUŽITELNOSTI UAS TYPU PEVNÉ FIXNÍ KŘÍDLO [AUTOR]	87
TABULKA 16 SWOT ANALÝZA VYUŽITELNOSTI UAS TYPU MULTIKOPTÉRA [AUTOR]	89
TABULKA 17 VYUŽITELNOST NASAZENÍ UAS PRO HROZBY IDENTIFIKOVANÉ V DOKUMENTU BEZPEČNOSTNÍ STRATEGIE ČR. ZPRACOVÁNO PODLE [69].....	90
TABULKA 18 VYUŽITELNOST NASAZENÍ UAS PRO TYPY NEBEZPEČÍ IDENTIFIKOVANÝCH V DOKUMENTU ANALÝZA HROZEB PRO ČESKOU REPUBLIKU – ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA. ZPRACOVÁNO Z [75].	91
TABULKA 19 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY MQ-9 REAPER. ZPRACOVÁNO Z [78].....	98