



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

Analýza možností použití bezpilotních letadel v krizovém řízení

**Analysis In Usage Of Unmanned Aerial Vehicles In Emergency
Management**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací
Vedoucí práce: mjr. Ing. Dušan Uhlík

Jiří Hansík

Kladno, květen 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hansík** Jméno: **Jiří** Osobní číslo: **433711**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýza možností použití bezpilotních letadel v krizovém řízení

Název bakalářské práce anglicky:

Analysis In Usage Of Unmanned Aerial Vehicles In Emergency Management

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude analyzovat možné využití bezpilotních letadel (BL) v krizovém řízení. V teoretické části budou vymezeny základní pojmy týkající se krizového řízení a BL, bude popsána legislativa pro létání s BL a možné přínosy použití BL v krizovém řízení a ochraně obyvatelstva. Zároveň bude uveden konkrétní výběr technických specifikací použití BL pro různé mimořádné události. V praktické části budou porovnány zásahy složek IZS s obdobným scénářem při použití BL se zásahy, kde nebyly použity. V závěru budou doporučená opatření a postupy pro nasazení BL při řešení konkrétních mimořádných událostí, či krizových situací.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KOCDOUREK, Jaroslav, ŘEŠÁTKO, Jaroslav, Drony: praktická příručka pro majitele dronů, ed. 1., Praha: TELINK, 2017, ISBN 978-80-73462-28-4
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ, Ochrana obyvatelstva a krizové řízení, ed. 2., Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2015, ISBN 978-80-86466-62-0
- [3] BARNHART, Richard K., Introduction to unmanned aircraft systems, ed. 1., FL: CRC Press, 2012, ISBN 978-1-4398-3520-3

Jméno a příjmení vedouc(ho) bakalářské práce:

mjr. Ing. Dušan Uhlík

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **18.02.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2020**


prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedouc(ho) katedry


prof.-MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

5.3.2019

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem **Analýza možností použití bezpilotních letadel v krizovém řízení** vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 16.05.2019

.....
Jiří Hansík

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce mjr. Ing. Dušanovi Uhlíkovi, za cenné rady, zkušenosti, poskytnuté materiály a trpělivost při vypracovávání bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje problematice užívání bezpilotních letadel (dále jen UAV) a s jejich využití v rámci krizového řízení a složek integrovaného záchranného systému (dále jen IZS), a to především vzhledem k současné legislativě.

Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části byla popsána historie letectví a základní pojmy týkající se UAV. Byla popsána současná i výhledová legislativa, která ovlivňuje užívání UAV u IZS. Dále byl popsán cyklus rozhodovacích procesů.

V praktické části bakalářské práce bylo pomocí SWOT analýzy určeno, pro které složky IZS je užívání UAV vhodné. Dále byly porovnány zásahy Hasičského záchranného sboru (dále jen HZS) při lesním požáru a bylo poukázáno na výhody poskytované UAV.

Na závěr bylo stanoveno metodické doporučení, které má usnadnit rozhodovací proces, pro které mimořádné události mají UAV přínos.

Klíčová slova

Integrovaný záchranný systém; bezpilotní letadlo; dron; krizové řízení; hasičský záchranný sbor; letový provoz; legislativa

Abstract

This bachelor thesis deals with the issues in usage of unmanned aircrafts, their usage in emergency management and integrated rescue system components, especially regards to current legislation.

Thesis consists of two parts, theoretical and practical. History of aviation and basic concepts of unmanned aircrafts were described in theoretical part. Current and future legislation, which influences usage of unmanned aerials in integrated rescue system was reported. Furthermore, a cycle of decision-making process was explained.

In practical part of this bachelor thesis, it was determined by SWOT analysis, for which components of integrated rescue system the use of unmanned aircrafts is suitable. Furthermore, forest fire interventions were compared and the benefits of unmanned vehicles use were shown.

In conclusion, to facilitate the decision-making process, a methodological recommendation was established for which emergency situation unmanned vehicles have advantages.

Keywords

Integrated rescue system; unmanned aircraft; drone; emergency management; the fire brigade; air traffic; legislation

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Současný stav	13
2.1	Historie letectví.....	13
2.2	Dron.....	14
2.2.1	Bezpilotní letadlo	15
2.2.2	Volba bezpilotního letadla podle parametrů	16
2.2.3	Multikoptéra.....	16
2.2.4	Dron s pevnými křídly.....	17
2.2.5	Autonomní letadlo	18
2.2.6	Bezpilotní systém.....	18
2.3	Úřad pro civilní letectví, ÚCL	19
2.4	Provoz UAV, právní legislativa.....	19
2.4.1	Mezinárodní dohody týkající se bezpilotního provozu	19
2.5	Výhledy do budoucna v rámci předpisů a legislativy	21
2.6	Legislativa a předpisy v ČR	23
2.6.1	Předpis L2-Doplněk X, Pravidla létání.....	23
2.7	Meteorologické podmínky	26
2.7.1	Rychlost větru	26
2.7.2	Vlhkost vzduchu.....	27
2.7.3	Teplota.....	27
2.7.4	Kp index.....	28
2.7.5	Viditelnost.....	28
2.7.6	Srážky	29

2.7.7	Oblačnost.....	29
2.7.8	Nadmořská výška.....	29
2.8	Integrovaný záchranný systém, Krizový management.....	30
2.8.1	Integrovaný záchranný systém	30
2.8.2	Krizový management	31
3	Cíl práce	34
4	Metodika.....	35
5	Výsledky	36
5.1	Analýza použití UAV u složek IZS.....	36
5.2	SWOT analýza užití UAV u složek IZS.....	38
5.3	Porovnání zásahů HZS.....	42
5.3.1	Aplikace UAV při lesním požáru	42
5.3.2	Nevýhody helikoptér	43
5.3.3	Volba techniky pro UAV.....	45
5.3.4	Monitoring místa požáru	46
5.3.5	Prevence dalšího vzniku požáru	48
5.3.6	Rozdíly mezi zásahy HZS.....	49
5.4	Koncepce provozu bezpilotních systémů v rámci HZS ČR	51
5.4.1	Plošné pokrytí	52
5.5	Vlastní návrh mobilní jednotky UAV	55
5.6	Metodické doporučení	57
5.7	Algoritmus výběru MU.....	57
5.8	Koncepce	58
5.9	Edukace a výcvik	59

6	Diskuze	60
7	Závěr	65
8	Seznam použitých zkratk	66
9	Seznam použité literatury	67
10	Seznam použitých obrázků	74
11	Seznamu použitých tabulek	75

1 ÚVOD

Moderní technologie se postupem času dostávají do všech sektorů lidské činnosti, s cílem ulehčení práce, zrychlení procesů a šetřením lidské síly. Mezi trendy posledních let se řadí bezpilotní letadla (dále jen UAV), která se těší popularitě nejen u dětí v podobě hraček, ale zejména u video produkcí. Tato technologie, zezáčátku užívaná pouze armádou ke špionáži, v posledních letech extrémně zlevnila, a proto se stala dostupná pro širokou veřejnost. Každá nová technologie najde své uplatnění a je jen otázkou času, kdy se stane dostupnou. Pokud se použití bezpilotních letadel ve vojenských misích považuje za přínosné, u složek Integrovaného záchranného systému (dále jen IZS) mohou bezpilotní letadla také najít své místo. Kromě filmové produkce se bezpilotní letadla začala používat v zemědělství, stavitelství, ale také našla svou úlohu v rámci pojišťoven při šetření pojistných událostí pro analýzu škod na majetku způsobených živelními pohromami, jako jsou povodně, požáry nebo zničené střechy průmyslových hal a areálů vlivem větru. Jedná se tedy o monitoring místa mimořádné události, což není scénář vzdálený od použití bezpilotních letadel v rámci Integrovaného záchranného systému.

Musíme však stanovit kritéria, aby použití mělo taktický přínos a smysl a nejednalo se pouze o přítěž a ztrátu času a zároveň, aby použití bezpilotních letadel nezpůsobilo vznik nepřijatelných rizik spojených s leteckým provozem. Použití bezpilotních letadel upravuje předpis L2 a jeho doplněk X, který povoluje lety na určitém území pouze v dohledových vzdálenostech. Pokud chce pilot uskutečnit let na větším území, musí se obrátit na Úřad pro civilní letectví a požádat o povolení. Toto prodlení je v krizovém řízení nežádoucí, je tedy nutné stanovit případy, kdy je použití bezpilotních letadel přínosné.

Tato bakalářská práce se zabývá použitím bezpilotních letadel v rámci složek Integrovaného záchranného systému a krizového řízení. Stanovuje základní pojmy týkající se krizového řízení a bezpilotních letadel. Zmiňuje právní předpisy pro použití bezpilotních letadel a rizika spojená s jejich použitím. V praktické části budou porovnány zásahy složek využívající bezpilotní letadla se zásahy, kde UAV

nebyly použity, a bude poukázáno na přínosy. Na závěr bude stanoveno metodické doporučení pro použití bezpilotních letadel při zásahu složek Integrovaného záchranného systému.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Historie letectví

Létání bylo odjakživa člověkem obdivováno. První myšlenky o létání, pomineme-li výstřední osoby a jejich ptačí myšlenky, které končily nevyhnutelně sebe zabitím, byly v naší historii zaznamenány už dávno před Kristem, kdy kolovaly různé legendy o pohybu člověka ve vzduchu, však co je na nich pravda, nám zůstane skryto. Neopomenutelným zástupcem s vizemi v letectví je Leonardo da Vinci. Tento italský vynálezce a umělec vytvořil přes 100 nákresů leteckých strojů. Domníval se, že k letu stačí pouze lidské úsilí, však nikdy se k reálným testům svým strojů nedostal.

Celá historie letectví byla započata právě bezpilotními letadly. První bezpilotní letadla byla použita přibližně v druhém století po Kristu čínským generálem Zhuge Liangem, který používal papírové balóny s olejovou lampou. Tato lampa měla plnit balón horkým vzduchem. Balóny vypouštěl v noci nad své nepříteli, aby je zmátl a mohl použít taktické lsti. [1]

První reálné lety byly uskutečněny až na konci 19. století. Vynalezení motoru s vnitřním spalováním umožnilo poskytnutí dostatečného výkonu pro let. Mezi velké průkopníky patřili bratři Wrightové. Sestavili několik letu schopných modelů. První let nenabyl úspěchu, následující lety však byly úspěšné a prototypy letadla byly schopné letět několik minut.

Masivní rozmach zaznamenalo letectví v období první a druhé světové války. Nutnost získat výhodu nad protivníkem nutil vývojáře k obrovskému pokroku. Během necelých čtyřiceti let se lidstvo dostalo od směšných letů až k letadlům dosahujících rychlostí až 700 kilometrů v hodině. Tato rychlost byla limitem vrtulových letounů, v této rychlosti rotor ztrácel tah a účinnost. Bylo zapotřebí vymyslet nový způsob jak pohybovat letounem vyšší rychlostí. Vynález proudového motoru a jeho implementace do bojového letectví nastínil novou éru technologií v boji. [2]

Další vlnu inovací ve válečném průmyslu zaznamenalo období po 80. letech 20. století, kdy došlo k vylepšování komunikačních technologií, prvním aplikacím internetových spojení a jiných datových toků. Otevřely se nové možnosti v ovládání zařízení a zadávání pokynů. Možnost zlepšeného přenosu dat na větší vzdálenost, umožnily přenést do reality myšlenky o spolehlivém ovládání strojů na dálku, tedy reálném využití bezpilotní techniky.

Konflikty na přelomu milénia v oblasti Iráku ukázaly, že bezpilotní technika je už na velmi vyspělé úrovni. Letadla bez pilota, zprvu schopná špionáže, později po připojení zbraňových systémů, schopná ničit cíle na velké vzdálenosti bez rizika ztráty života, znamenala revoluci ve válečném průmyslu.

Výpočetní technika, moderní software, GPS lokátory a bezdrátové datové toky znamenaly v posledních dvou dekadách extrémní rozmach, vylepšení mikrotechnologií a rapidní pokles cen těchto dříve velmi nákladných technologií umožnily rozšíření do civilní populace. Většina vynálezů, určena primárně pro válečný průmysl si později nachází své místo na světě pro použití v běžném životě. Dobrým příkladem je internet, kde je zcela běžné využití bezdrátového připojení. Stejně je to i s bezpilotními letouny, které dnes známe jako drony. [1,2]

2.2 Dron

„Toto označení se za poslední roky vžilo, přestože vůbec nevystihuje, o co se vlastně jedná. Dnes si pod slovem dron automaticky představíme menší těleso, které se ve vzduchu drží pomocí několika vrtulí na koncích ramen. Vydává charakteristický zvuk a automaticky předpokládáme, že nese kameru. Z pohledu letecké terminologie se ale jedná o letadlo, úplně správně letadlo bez pilota na palubě.“ [3]

V běžném užívání by slovo dron mohlo být chápáno jako jakýkoli dálkově řízený prostředek, ať už pozemní v podobě automobilů, nebo dokonce i dálkově řízených ponorných zařízení, nejčastěji se setkáváme právě s leteckými prostředky, u kterých se slovo dron podvědomě zakotvilo.

2.2.1 Bezpilotní letadlo

Bezpilotní letadlo je:

„Letadlo určené k provozu bez pilota na palubě.

Poznámka: V mezinárodním kontextu se jedná i nadřazenou kategorii dálkově řízených letadel, autonomních letadel i modelů letadel; pro účely tohoto doplňku se bezpilotním letadlem rozumí všechna bezpilotní letadla kromě modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 20kg. „ [4]

Z první věty je patrné, že se jedná o veškeré prostředky schopné letu bez pilota na palubě. Kromě vztažnosti doplňku X na vzletovou hmotnost, se bezpilotním letadlem rozumí veškeré modely letadel schopné letu, od nejmenších modelů, až po velká bojová letadla. UAV můžeme dále dělit podle účelu jeho použití:



- Průzkumné – shromáždění informací o sledovaném území
- Bojové – vyzbrojené útočnými systémy
- Logistické – pro přepravu předmětů
- Výzkumné – pro následný vývoj
- Civilní – využíváné v soukromém sektoru.

Drony, nebo také bezpilotní letadla mohou být multikoptéry, tedy stroje podobné vrtulníkům s obdobnými vlastnostmi, nebo drony s pevnými křídly, které se podobají letadlům. Každý z těchto dronů má své výhody i nevýhody. Záleží tedy na konkrétní situaci a podle námi zvolených prioritních kritérií budeme volit i model dronu. Typy jsou následující:

- Multikoptéra
- Dron s pevnými křídly.

2.2.2 Volba bezpilotního letadla podle parametrů

Primárním kritériem pro volbu bezpilotních letadel jsou priority pro fyzikální parametry. Bavíme-li se o použití UAV v rámci krizového řízení a ne vojenských akcí, použití dronů spadá pod legislativní úpravu předpisu L2 a jeho doplňku X, a tudíž je bez patřičného povolení z ÚCL nelegální provádět lety do větší než dohledové vzdálenosti. Teoreticky je využití dronů s pevnými křídly nemožné, nebo v lepším případě značně omezené. [4,5]

	 MULTIROTOR	 FIXED-WING
POWER SOURCE	Electric	Electric / Combustion
ENDURANCE	10' to 50'	45' to 10+ h
PAYLOAD	up to 15 Kg	0,5 Kg to 50+ Kg
GROUND SPEED	0 (hovering) to 75 km/h	45 km/h to 200+ km/h
ALTITUDE (ceiling)	Up to 3000 m	Up to 5000+ m
SIZE	6 cm to 1,6 m (frame diameter)	1 m to 20+ m (wingspan)

Obrázek 1 Porovnání vlastností typů bezpilotních letadel [5]

2.2.3 Multikoptéra

Multikoptéra je bezpilotní letadlo, které každý spojí, když se řekne slovo dron. Svoji charakteristickou konstrukcí se dostal do podvědomí většiny lidí. Multikoptéra je hromadné označení pro více vrtulové letadlo s počtem rotorů od 4 až do libovolného počtu. Kvadroptéra, hexakoptéra, octakoptéra atd. jsou názvy odvozené od počtu rotorů v nejběžnějším počtu 4 až 8.

Větší množství rotorů má za následek lepší ovladatelnost, stabilitu při letu a při zhoršených povětrnostních podmínkách, ale také zvyšují bezpečnost. Při poruše jednoho z rotorů u kvadrokoptéry je porucha fatální a nevyhnutelně následuje pád. Kdežto u technicky dokonalejších strojů s více rotory, je možné tuto poruchu kompenzovat a následně se bezpečně dostat zpět na místo přistání.



Obrázek 2 Hexakoptéra Robodrone Kingfisher využívaný HZS ČR [6]

2.2.4 Dron s pevnými křídly

Tento stroj podobný klasickému letadlu má i stejné charakteristické vlastnosti. Tou nejvýznamnější podobností je závislost dronu na pohybu kvůli nezbytnému vztlaku. Dron se tedy musí neustále pohybovat určitou minimální rychlostí, jinak hrozí jeho havárie. Výhodou oproti tomu je, že dron má mnohem lepší výdrž a dokáže vyvinout i vyšší rychlost. Kombinace těchto dvou vlastností přináší i další výhody jako je pokrytí mnohem větší prozkoumávané plochy v kratším čase nebo na jeden let. Vzletová i užitečná hmotnost může být velmi vysoká.

Například bezpilotní letadla používaná armádou jsou schopna dlouhých letů ve vysokých nadmořských výškách a zároveň jsou schopna nést zbraňové systémy pro ničení cílů. [5]



Obrázek 3 Dron s pevnými křídly – neznámý výrobce[7]

2.2.5 Autonomní letadlo

Takové letadlo je schopno letu samo bez zásahu lidské osoby – pilota. Letadlo je samo schopno vyhodnotit situaci a případně zasahovat do leteckého kurzu, případně se vyhýbat překážkám nebo útoku.

Z dnešního prostředí známe obecně platných 6 úrovní autonomie. Nejčastěji je autonomní řízení spojeno s moderními automobily. Poslední, tedy 5. úroveň autonomního řízení představuje samostatné řízení vozidla, kdy je třeba zadat pouze cílové místo. Za spolehlivou úroveň na rychlostních komunikacích můžeme považovat úroveň 2. Tato úroveň udržuje vozidlo v bezpečné vzdálenosti a ve svém jízdním pruhu. Tyto úrovně se dají aplikovat i v leteckém provozu, kdy letadlo pomocí senzorů a telemetrie dokáže udržovat letový kurz a v případě nutnosti si vyžádat zásah pilota do řízení.

Nesmíme však autonomní řízení zaměnit s umělou inteligencí. Autonomní systém je schopen jednat na vyvolané podněty podle předem nastavených algoritmů, kdežto umělá inteligence je schopna si tyto algoritmy vytvořit a v případě potřeby je měnit. [3,4]

2.2.6 Bezpilotní systém

Bezpilotní systém (UAS) je:

„Systém skládající se z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného umožnění letu, jako například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění a návrat. Bepilotních letadel, stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního systému více.“[4]

Bezpilotní systém může být například bezpilotní letadlo s přidaným kamerovým systémem, senzory nebo jinými funkčními komponenty ovládaný z více míst nebo více piloty.

2.3 Úřad pro civilní letectví, ÚCL

ÚCL je státní orgán podřízen Ministerstvu dopravy a je pověřen dozorem nad provozováním leteckých prací a užíváním UAV. ÚCL vydává povolení k létání (tzv. pilotní průkazy), školí a zkouší nové piloty, vytváří nebo spolupracuje na tvorbě právních norem a předpisů. Pokutuje neoprávněné užívání UAV, a řeší také případné havárie UAV. [3,4]

2.4 Provoz UAV, právní legislativa

Provoz UAV můžeme řešit jak na úrovni národní, tak mezinárodní. Veškeré civilní užívání vzdušného prostoru v České republice podléhá zákonu č.49/1997 Sb. o civilním letectví. V případě užívání vzdušného prostoru UAV je upraveno Doplňkem X Předpisu L-2. [4,8]

„Doplňek X od svého vzniku v roce 2012 prošel několika novelizacemi. Za zmínku stojí postupná změna náhledu na modelářské aktivity, jejíž příčinou byly rostoucí počty incidentů sblížení s dopravními letadly v blízkosti LKPR. První dokument prakticky vyčleňoval modely mimo svou závaznost. Novelizací v roce 2014 se Doplňek X stává doporučeným postupem pro provoz modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 20 kg (nyní po novele leteckého zákona 25 kg)“. [9]

2.4.1 Mezinárodní dohody týkající se bezpilotního provozu

V posledních letech, díky zvyšujícím se počtům UAV jak mezi civilisty tak v profesionálních službách, se snaží Evropská unie (dále jen EU) zavést jednotná

pravidla pro použití UAV na území EU. Hlavním cílem je zvýšení bezpečnosti, snížení rizik spojených s používáním UAV, ochranou životního prostředí a také ochranou soukromí osob. V současném stavu legislativy, upravující provoz UAV v jednotlivých zemích EU, jsou značné rozdíly. Může za to fakt, že každá země řeší tuto záležitost rozdílně a klade jí rozdílnou úroveň priority. Evropa se v současné chvíli pomocí úmluv a dohod snaží stanovit jednotná pravidla. Důležitými milníky v provozu UAS byly tyto následující události:

- Riga Declaration
- High Level Drone Conference
- Drones Helsinki Declaration.

2.4.1.1 Riga Declaration

Tento dokument sepsaný v březnu 2015 stanovil pět základních principů náhledu na UAS:

- Drony je potřeba brát jako nový typ letadel a vytvořit pro ně přiměřená pravidla založená na riziku každé letové operace
- Kvůli bezpečnosti musí být pravidla EU pro provoz UAS vytvořena co nejdříve
- Technologie a standardy musí být vytvořeny v plné integraci s EU
- Zapojení veřejnosti je klíčem k rozvoji bezpečného provozu UAS
- Za let UAS je zodpovědný pilot. [10]

2.4.1.2 High Level Drone Conference

Konference konaná v listopadu 2016 v polské Varšavě navázala na výše zmíněný dokument. Cíl byl stanovit výhled do budoucna, konkrétně do roku 2019, jak by měly vypadat služby poskytované UAS v EU. [11]

2.4.1.3 Drones Helsinki Declaration

„Evropská komise, národní letecké úřady a zástupci průmyslu přijali 22. listopadu 2017 v Helsinkách úmluvu, která si klade za cíl přinést pokrok v komerčním létání s drony a zvýšení bezpečnosti provozu bezpilotních systémů v Evropě. Úmluva

identifikuje tři základní priority bezpečného provozu, které by měly být realizovány do roku 2019. Těmito prioritami jsou zejména:

- *Právní požadavky pro UAS a provoz UAS, bezpečné a efektivní využívání vzdušného prostoru a zavedení funkčního U-space systému. Prvním a zásadním krokem je požadavek na urgentní ustanovení jednotného právního rámce pro provoz dronů v EU.*
- *Podpora investic a dlouhodobých projektů výzkumu a rozvoje autonomních systémů. EU v současnosti vyhláší sérii výběrových řízení k urychlení zavedení U-Space. Další grantové pobídky budou následovat v roce 2018.*
- *Nastavení efektivních standardů, které budou přizpůsobeny rychle rostoucímu odvětví digitálních technologií UAS a funkčnímu U-Space trhu.“ [9,12,13]*

2.4.1.4 U-Space

Tento výraz byl poprvé použit ve Varšavské deklaraci v roce 2016 a má za cíl stanovit řízení letového provozu UAV v nízkých letových výškách. Jiný výraz pro U-Space je UTM neboli „Unmanned Traffic Management“, což v překladu znamená řízení provozu UAV. [12]

2.5 Výhledy do budoucna v rámci předpisů a legislativy

Dalším připravovaným legislativním krokem je zavedení registračního systému, tak, jak ho známe ze silničního provozu, tedy že každé vozidlo má přidělené své unikátní registrační číslo nebo kód. Tento plán by měl vejít v platnost napříč EU do roku 2021. Registrace se ze začátku bude týkat zejména strojů, které jsou schopny vyvinout dopadovou energii vyšší než 80 joulů, ačkoli v původním návrhu zazněla vzletová hmotnost do 250g. Pro představu, za použití vzorce pro kinetickou energii, se například může jednat o dron vážící 800g pohybující se rychlostí 36km/h. Tato hodnota je pouze orientační.

Dále budou UAV kategorizovány do tří skupin, které budou zároveň určovat působnost i možnosti využití. Skupiny jsou následující:

- Otevřená (Open)
- Zvláštní (Specific)
- Certifikovaná (Certified).

Kategorie Open, tedy otevřená je určena pro drony s nízkým provozním rizikem, tedy takové drony, které nepřesahují výše zmíněnou dopadovou kinetickou energii. Dále bude tato skupina rozdělena na další 4 podskupiny a současně bude stanoven minimální věk pilota pro určité podskupiny. Další záležitostí bude příbalový leták u dronu popisující povolené provozní limity pro daný stroj.

Zvláštní kategorie se bude týkat provozovatelů komerčních služeb s drony. V této kategorii je nutné mít povolení od ÚCL, provedenou analýzu rizik SORA (Specific Operations Risk Assessment) nebo jednat v rámci scénáře agentury EASA (European Union Aerial Safety Agency), které budou zveřejněny ve 4. čtvrtletí 2019. Klíčová pro tuto kategorii bude e-identifikace, což je systém monitoringu výšky a polohy v kooperaci s UTM. Toto umožní nové možnosti pilotování se souhlasem autorit mimo vizuální dosah.

SORA je analýza rizik hodnotící kritéria v podobě charakteristiky letounu, provozu ve vzduchu i na zemi. Na základě číselného výsledku je stanoveno riziko. V případě vysokého rizika nespadá let do kategorie Specific ale spadal by do kategorie Certified.

„Tato nejvyšší kategorie dronů je nyní nejméně specifikovaná i vzhledem k tomu, že v tuto chvíli by do ní spadaly především vojenské drony nebo v budoucnu drony určené na transport osob. Tato kategorie je hodnocena vysokou mírou rizika provozu, kde bude potřeba certifikace techniky i personálu na úrovni letadel s posádkou.“

V rámci krizového řízení by bylo žádoucí certifikovat veškerý potřebný personál a techniku na úrovni Certified. Technika spadající do úrovně Specific by na základě analýzy rizik SORA nemusela být vyhovující a let by nebylo možné uskutečnit. [14,15,16]

2.6 Legislativa a předpisy v ČR

Vzhledem k požadavkům EU je Česká Republika poměrně napřed vzhledem k ostatním státům. Naplnění požadavků leteckých úřadu a Evropské komise o zvýšení bezpečnosti provozu UAS, které zaznělo v Helsinkách při sepisování dokumentu Drones Helsinki Declaration, se díky uvedení v platnost Doplněk X stihla ČR stihla realizovat dříve, než bylo stanoveno, tedy do roku 2019.

2.6.1 Předpis L2-Doplněk X, Pravidla létání

Letecký předpis L2 a zejména jeho Doplněk X je stěžejním dokumentem pro uživatele UAV. Obsahem Doplněk X jsou především pravidla pro piloty UAV týkající se bezpečnosti, odpovědnosti za provoz UAV. Mimo jiné také stanovuje základní pojmy, podmínky pro let, legislativu a všechny patřičné kroky spojené s provozem UAV a žádáním o letová povolení. Doplněk X se skládá z následujících sedmnácti podkapitol:

1. Definice bezpilotních letadel
2. Rozsah působnosti
3. Bezpečnost
4. Dohled pilota
5. Odpovědnost
6. Ukončení letu
7. Prostory
8. Ochranná pásma
9. Meteorologická minima
10. Nebezpečný náklad
11. Shazování nákladu
12. Pohyb pilota
13. Letecká veřejná vystoupení
14. Ostatní legislativa
15. Pohon
16. Další podmínky pro provoz bezpilotního letadla
17. Hlášení události.

Zvláště důležité části pro použití UAV u IZS jsou tyto (převzato z Doplnku X):

- *„3.1 Let bezpilotního letadla smí být prováděn jen takovým způsobem, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti létání ve vzdušném prostoru, osob a majetku na zemi a životního prostředí.*
- *4. Dohled pilota. S výjimkou, kdy ÚCL povolí jinak, musí být bezpilotní letadlo provozováno v přímém dohledu pilota, tj. takovým způsobem a do takové vzdálenosti, aby:*
 - *a) pilot během pojíždění a letu mohl udržovat trvalý vizuální kontakt s bezpilotním letadlem i bez vizuálních pomůcek jiných než brýle a kontaktní čočky na lékařský předpis*
 - *b) pilot, nebo kromě pilota i poučená osoba, mohl sledovat a vyhodnocovat dohlednost, překážky a okolní letový provoz.*
- *5.4 Pilot musí zaznamenávat informace o letu do deníku letadla nebo rovnocenného dokumentu. Informace musí obsahovat datum letu, jméno pilota, označení letadla, místa vzletu a přistání, dobu letu a celkovou dobu letu, druh letové činnosti a potenciální události související s bezpečností letu.*
- *8. Ochranná pásma. S výjimkou, kdy tak povolí ÚCL na základě předchozího souhlasu příslušného správního orgánu či oprávněné osoby, se let bezpilotního letadla nesmí provádět v ochranných pásmech stanovených příslušnými právními předpisy podél nadzemních dopravních staveb, tras nadzemních inženýrských sítí, tras nadzemních telekomunikačních sítí, uvnitř zvláště chráněných území, v okolí vodních zdrojů a objektů důležitých pro obranu státu. Nad těmito ochrannými pásmy smí být let prováděn pouze způsobem vylučujícím jejich narušení za běžných i mimořádných okolností.*
- *12. Pohyb pilota. Bzpilotní letadlo nesmí být bez povolení ÚCL provozováno při současném pohybu pilota pomocí technického zařízení.*

- *14. Ostatní legislativa. Provoz bezpilotního letadla musí být v souladu s platnými právními předpisy jako např.: Zákon o nakládání s bezpečnostním materiálem č. 310/2006 Sb., Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb., Zákon o chemických látkách a chemických přípravcích č. 356/2003 Sb., Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., Zákon o požární ochraně č. 133/1985 Sb., Zákon o vodách č. 245/2001 Sb., Zákon o životním prostředí č. 17/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů a v souladu se stanoviskem Úřadu pro ochranu osobních údajů č. 1/2013.“[4]*

Donedávna byl jediný platný dokument upravující použití UAV doplněk X předpisu L2. Využití UAV bylo tedy problematické vzhledem ke značným omezením, zejména oblastí působnosti a prodlením při vyřizování letových povolení s ÚCL. Na rozdíl od podnikajících osob, nebo firem, které využívají UAV při práci, není možné let UAV při mimořádné události předem nahlásit zcela z jasného důvodu, přesný čas mimořádné události není předem známý. Firmy a podnikající osoby ví přesně, kde bude let proveden a závčas je možné jej oznámit na ÚCL.

Tento stav změnila nařízení evropského parlamentu a rady ze dne 8. července 2018, která vytvořila výjimku pro složky IZS a jejich zásahy. Tím, že toto nařízení vešlo v platnost a je nyní možné provádět lety na místě zásahu bez předchozího nahlášení příslušným úřadům. [4]

Konkrétně jde o článek 2 o oblasti působnosti bod 3 A.

„3. Toto nařízení se nevztahuje na:

- a) letadla a jejich motory, vrtule, letadlové části, nezastavěné vybavení a vybavení pro řízení letadel na dálku, provádějící vojenské, celní, policejní, pátrací, záchranné a hasičské akce, ochranu hranic, akce pobřežní stráže nebo podobné činnosti či služby pod kontrolou a na odpovědnost členského státu, uskutečňované ve veřejném zájmu subjektem nebo jménem subjektu,*

jemuž byly svěřeny pravomoci orgánu veřejné moci, a na personál a organizace zapojené do činností a služeb prováděných těmito letadly.“ [17]

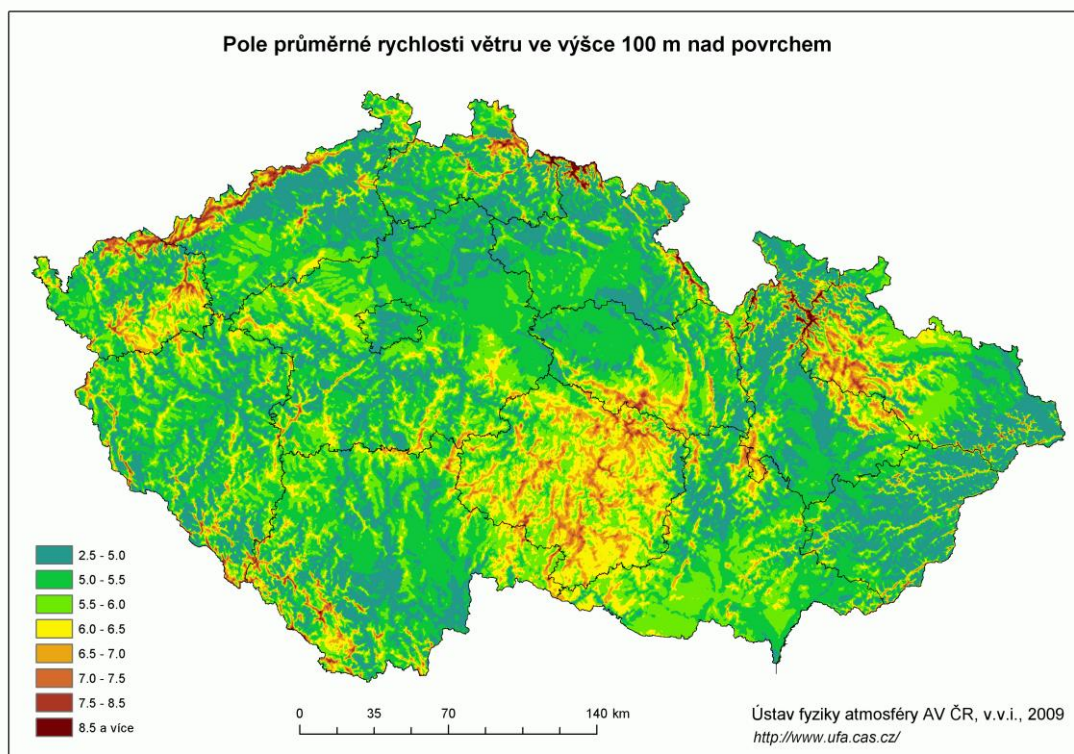
2.7 Meteorologické podmínky

Podmínky pro použití UAV nejsou mnohdy ideální a je proto nutné určit jejich rozsah nebo možnosti. Z doplňku X je pouze určeno, jak daleko od mraků se smí létat. A to v horizontální i vertikální vzdálenosti. Důležitých faktorů pro bezpečný let je ale více. Mezi faktory ovlivňující bezpečnost létání patří:

- Rychlost větru
- Vlhkost vzduchu
- Teplota
- Kp index
- Viditelnost
- Srážky
- Oblačnost
- Nadmořská výška.

2.7.1 Rychlost větru

Jako každý objekt ve vzduchu je ovlivněn větrnými podmínkami, rychlostí větru a nárazy větru. Jelikož jsou drony poměrně lehká zařízení, je ovlivnění větrem značné i když výrobci tvrdí, že jejich výrobky jsou schopné odolávat i vysokým rychlostem větru. Z koncepce provozu bezpilotních systémů v rámci HZS se udává jako maximální povolená rychlost větru 12 m/s, tedy přibližně 43 km/h. Na druhé straně je stanovena minimální rychlost, kterou je schopno UAV vyvinout, konkrétně 50 km/h. [18]



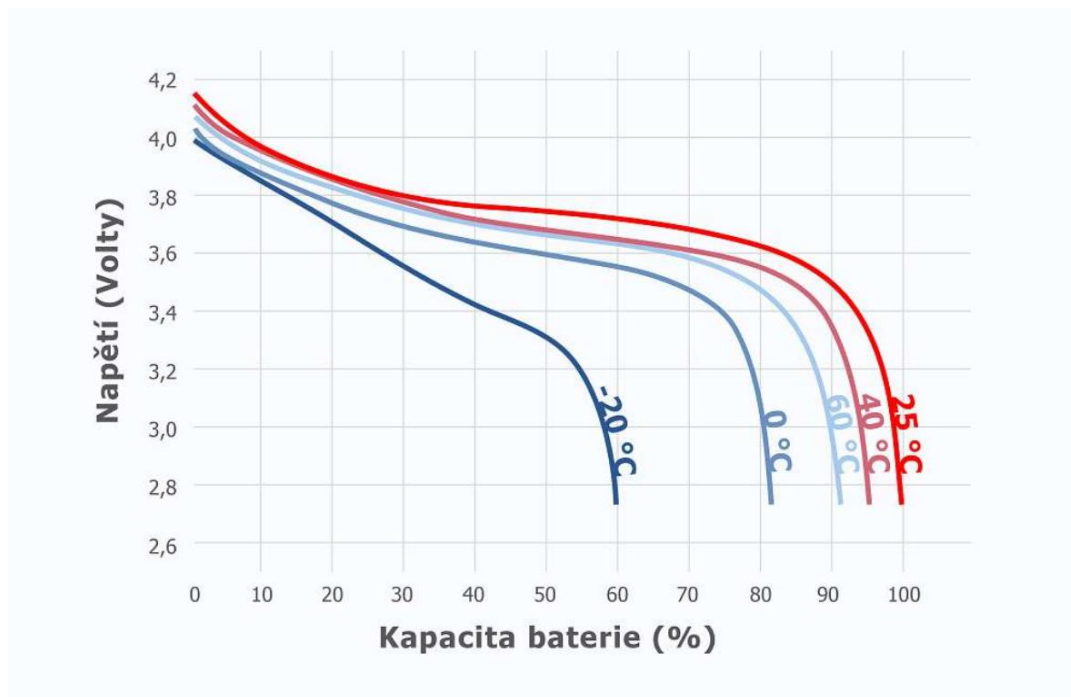
Obrázek 4 Průměrná rychlost větru ve výšce 1000m nad povrchem [19]

2.7.2 Vlhkost vzduchu

Srážení vodních kapek na rotorech při nízkých teplotách a následné zamrznutí může snižovat výkonnost. Mimo jiné jsou UAV většinou elektrické a elektronika ve vlhkých podmínkách nepracuje správně a může dojít i ke zkratu.

2.7.3 Teplota

Další problém pro elektroniku jsou extrémní teploty. Demonstrativním příkladem je neschopnost motorových vozidel startovat při nízkých teplotách. Při poklesu teploty dochází i ke snižování napětí v baterii a ke snižování kapacity. V úvahu přichází situace extrémního mrazu - 30°C, v těchto teplotách můžeme předpokládat, že kapacita baterie bude téměř poloviční. Podobně, na druhé straně, extrémní horka nesnižují kapacitu baterie, ale může dojít k přehřátí baterie a jejímu zničení. Každý akumulátor má jiné provozní teploty, záleží tedy na výrobní technologii baterie. Stejně tak jako u větru je v koncepci pro použití UAV v HZS stanoven teplotní rozsah, kdy je možné drony používat. Konkrétně jde o rozsah od - 20°C do 40°C. [18]



Obrázek 5 Vliv teploty na kapacitu baterie [20]

2.7.4 Kp index

Tento index měří geomagnetické výkyvy způsobené solární aktivitou. Využívá stupnici 0 až 9, kde 0 znamená žádné narušení a 9 značí silnou geomagnetickou bouři, tedy pokud je Kp index vyšší, tím větší je pravděpodobnost problémů. Geomagnetické bouře narušují signály satelitů a mění je na šum. Tento problém způsobí výpadky GPS lokátorů a tím mohou způsobit problémy s bezpečností letu. Fail-Safe system a automatický návrat, který je pro bezpilotní systémy pro modely s vyšší hmotností součástí povinné výbavy, pracuje právě na GPS, která v případě vysokého Kp indexu nemusí fungovat. Geomagnetické bouře se klasifikují od Kp 5, od hodnoty indexu Kp 7 se doporučuje nelétat. [21,22]

2.7.5 Viditelnost

Viditelnost je poměrně klíčová, nejen pro vizuální kontakt, který je předepsán pro let UAV, ale také pro možnosti zásahu.

2.7.6 Srážky

Stejně jako vlhkost vzduchu, srážky mohou ovlivnit fungování elektronických součástek a motorů UAV. Uvažujme, že jsme schopni dron vybavit kryty elektroniky a dalších důležitých částí. S tím ale vzniká problém zvyšování hmotnosti, která kromě setrvačnosti při poryvu větru, nemá žádná pozitiva.

2.7.7 Oblačnost

Jak je řečeno v doplňku X, UAV se na stanovené vzdálenosti nesmí přibližovat mrakům.

„Let bezpilotního letadla smí být ve vzdušném prostoru třídy G prováděn jen vně oblaků a ve vzdušném prostoru jiné třídy jen v minimální vzdálenosti od oblaků 1 500 m horizontálně a 300 m vertikálně. Ustanovení 2.2.12, doplňku O tohoto předpisu se v případě bezpilotních letadel neuplatňuje.“ [4]

2.7.8 Nadmořská výška

Stejně jako vrtulníky, UAV v podobě multikoptér mohou létat pouze do omezené nadmořské výšky. Se stoupající nadmořskou výškou klesá i hustota vzduchu a tím i schopnost ovládat UAV. Pro zásahy v České republice nemá nadmořská výška větší význam, díky nízké nadmořské výšce a to i v horských oblastech.

Pro rychlejší orientaci ve všech faktorech jsou dostupné tabulky na serverech s předpovědí důležitých faktorů zabývajících se problematikou UAV a jejich provozu.

Tabulka 1 Faktory ovlivňující bezpečnost letu UAV [23]

Čas	Vítr	Teplota	Srážky	Oblačnost	Viditelnost	Dostupnost staliců	Kp	Bezpečné?
11:00	7 km/h	11°C	4%	28%	1 km	15	3	NE
12:00	6 km/h	11°C	4%	70%	4 km	18	3	NE
13:00	6 km/h	10°C	3%	87%	12 km	16	3	NE
14:00	15 km/h	9°C	0%	73%	16 km	15	3	ANO
15:00	21 km/h	11°C	0%	60%	16 km	13	6	NE
16:00	29 km/h	14°C	0%	66%	16 km	18	2	ANO
17:00	37 km/h	12°C	0%	63%	16 km	14	2	NE

Tabulka je pouze orientační a bezpečný charakter faktorů je přednastaven. Mimo jiné, server UAV-forecast ukáže, zdali jsou ve vámi zadané lokalitě letištní plochy, které mohou omezovat použití UAV. [23]

2.8 Integrovaný záchranný systém, Krizový management

2.8.1 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém není instituce nebo osoba či orgán, jak se populace mnohdy domnívá. Integrovaným záchranným systémem se dle zákona 239/2000 Sb. rozumí [24]:

„Integrovaným záchranným systémem se rozumí koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací.“ [25]

IZS působí v přípravě na vznik mimořádné události a při potřebě provádět současně záchranné a likvidační práce dvěma anebo více složkami integrovaného záchranného systému. Jedná se o systém vazeb, spolupráce a koordinace složek IZS, orgánů státní správy a samosprávy i fyzických i právnických osob podílejících se na krizovém řízení. Základy byly vymezeny v roce 1993 a vznikl jako potřeba každodenní spolupráce složek IZS při řešení mimořádných událostí. Problematika koordinace zásahů vznikla s cílem usměrnění složek a přiřazením úkolů příslušným složkám kvůli vyšší efektivitě zásahu. IZS stává ze čtyř základních složek:

- Hasičský záchranný sbor České republiky
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany
- Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby
- Policie České republiky.

Mimo tyto hlavní složky jsou při krizovém řízení využívány i jiné složky, pokud je potřeba pro řešení mimořádné události. Základní složky integrovaného záchranného systému zajišťují nepřetržitou pohotovost pro příjem ohlášení vzniku mimořádné události, její vyhodnocení a neodkladný zásah v místě mimořádné události. Za tímto účelem rozmísťují své síly a prostředky po celém území České republiky. [24,26]

2.8.2 Krizový management

Management nebo řízení je proces systematického plánování, organizování, vedení lidí a kontrolování, který vede k dosažení cílů. Smyslem managementu je dosáhnout produktivní a přínosné práce pověřených osob. V rámci složek IZS je efektivita založena na aktuální analýze problémů, ale také na předem zpracovaných plánech, které zrychlují průběh zásahu. Ne však každá mimořádná událost má stejný charakter, je třeba tyto plány brát jako orientační a vždy ho přizpůsobit na míru konkrétní události. Krizové řízení jako takové je systém využívání nástrojů ke zvládnutí krizí a zmírňování jejich dopadu. Nástrojem krizového řízení mohou být například zákony, které mají charakter preventivních opatření.

Management se dá rozdělit do pěti kroků. Každý z těchto kroků má svoji významnou roli v efektivním krizovém řízení při plánování nebo i při řešení krizí nebo katastrof v reálném čase. Těchto pět kroků postupuje za pevně stanoveným cílem, který byl na začátku určen. Cíle mohou být různé, však podstata cílů bývá stejná, a to zlepšení aktuální krizové situace. Budeme-li postupovat podle pěti schematických bodů, prvním bodem je analýza. [24]

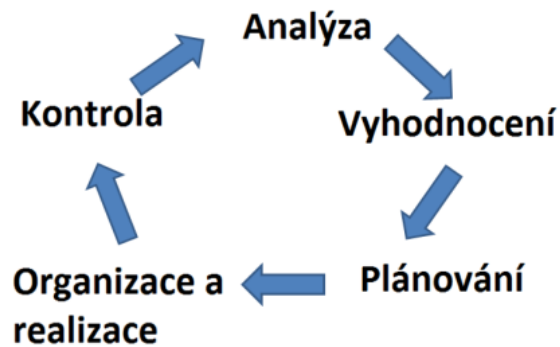
Analýza znamená rozbor, shromažďování informací a metodu zkoumání složitějších skutečností rozkladem na jednodušší. Používá se, pokud chceme dospět k jistým výsledkům na základě detailního poznání podrobností. UAV by v tomto případě mohly být použity pro analýzu prostředí a monitoring v rámci preventivního sledování.

Druhým bodem v postupovém schématu je vyhodnocení shromážděných informací a utvoření uceleného závěru problematiky. Když se nám podařilo klasifikovat problematiku a víme dostatečné informace, postoupíme k třetímu bodu.

Třetím bodem je plánování postupu odstranění nebo řešení problému, je-li to nutné. V této fázi ustanovíme cíle. U plánování musíme určit postup, ale také prognózu daného postupu. Tato prognóza by měla být v souladu s co největším prospěchem společnosti nebo s vizí co nejmenších škod na majetku nebo zdraví. Velmi vhodné je určit si také alternativní plán, který zastoupí primární plán v případě selhání nebo neuspokojujícího postupu. Součástí plánování by měla být též matematické vyjádření a dokumentace. V tomto kroku je důležitá i volba prvků a nástrojů, které použijeme k řešení krize nebo mimořádné události. Použití techniky pro každou mimořádnou událost je rozdílná, proto by zde mohlo dojít k úvaze použití UAV jakožto prvku pro zlepšení orientace na místě mimořádné události, k detekci nebezpečných látek nebo k vizuální kontrole míst, kam není bezpečné poslat zasahující osobu.

Čtvrtým bodem je reakce na mimořádnou událost nebo také realizace a organizace. Zde záleží už jen na volbě velitele zásahu nebo předem stanoveném postupu, zda-li je UAV v této situaci přínosné.

Pátý bod je kontrola provedené práce nebo kontrola provedeného zásahu. V tomto případě je to obdobné jako u bodu jedna. UAV se může využít jako prvek monitoringu požáříště a podzemních ložisek nebo doutnajících částí pomocí termovize. [27,28]



Obrázek 6 Cyklus managementu dle Henry Fayola [29]

Použití UAV v procesu krizového řízení a plánování je založeno na konkrétních složkách. Musí se stanovit jasné požadavky a přínosy, které UAV mohou mít.

3 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části bakalářské práce bylo poskytnout čtenáři ucelený pohled na problematiku spojenou s provozováním UAV. Dílčími cíli bylo: A) poukázat na současnou legislativu a nastítnit, jak se bude legislativní opatření vyvíjet v následujících letech; B) popsat výhledová bezpečnostní opatření, která mají zvýšit bezpečnost provozu ve vzdušném prostoru, a navázal na tyto změny možnými přínosy pro Integrovaný záchranný systém; C) rozebrat obecný cyklus rozhodovacích procesu a určit pro které jednotlivé kroky má použití UAV význam.

Cílem praktické části bylo stanovit přínosy UAV v rámci krizového řízení a navrhnout metodické doporučení, které má ulehčit implementaci UAV pro jednotlivé složky a ulehčit rozhodovací proces, jestli budou UAV použity pro konkrétní druh mimořádné události. Dílčími cíli praktické části bylo: A) pomocí SWOT analýzy poukázat na složky, u kterých je použití UAV do budoucna vysoce pravděpodobné; B) na základě vybrané modelové situace rozebrat scénář mimořádné události a poukázat na výhody užití UAV v rozhodovacím procesu; C) navrhnout metodické doporučení a popsat jednotlivé prvky, jako jsou algoritmus selekce mimořádných událostí, koncepce zavedení nebo nezbytná edukace příslušníků složek IZS

4 METODIKA

V praktické části jsem využil vybrané metody pro vyhotovení praktické části. První metodou byla **SWOT analýza**, díky které jsme mohli snáze určit vhodnou složku, pro kterou bude využití UAV stěžejní záležitostí v blízké budoucnosti. Vzhledem ke sledovaným faktorům a získaným znalostem se jako nejvhodnější kandidát jevil Hasičský záchranný sbor.

Po výběru vhodné složky jsem na základě **analogie** ze získaných informací určil scénář mimořádné události, u které jsem provedl podrobný rozbor. Mimořádnou událost jsem zvolil na základě zkušeností příslušníku HZS a na množství dostupné dokumentace. Mimořádná událost lesního požáru byla použita z důvodu nejlepší demonstrace poskytovaných výhod při pohledu ze vzduchu a rychlého průzkumu velkého území v kombinaci s použitím termokamer.

U vybraného scénáře mimořádné události jsem **provedl komparaci**, kdy jsem se soustředil na taktické výhody poskytované UAV. Na druhé straně jsem poukázal na případy kdy je použití UAV zbytečné a komentoval problematiku s jejím užíváním.

5 VÝSLEDKY

5.1 Analýza použití UAV u složek IZS

Jedna z posledních událostí, kde byly použity UAV je požár katedrály Notre-Dame, kde drony francouzské policie sledovaly vývoj požáru a pomáhaly se směřováním proudů vody z žebříků, které neměly dostatečnou výšku, a tím postrádali dostatečný výhled na požářiště. [30]

Kromě požárů, jednotky HZS našly využití pro UAV v rámci chemických havárií a úniku nebezpečných látek. Je možné okamžité vyhodnocení rozsahu úniku nebezpečných látek, detekce látek a analýze jiných hodnot nebo informací.

Použití UAV u zdravotnické záchranné služby je čistě teoretické vzhledem k platné legislativě. Hlavní myšlenka AED dronu vznikla z předpokladu poskytnutí okamžité pomoci. Příjezd záchranářů nemusí být vždy nejrychlejší a díky hektickému provozu ve špičce, může dojít k extrémnímu zpoždění nebo v horším případě k havárii vozu. V Praze je pokrytí a dojezdový čas 20 minut daný zákonem. I když se sanitní vůz může v obci pohybovat rychlostí až 80 kilometrů v hodině, neznamená to, že vozidlo pojede rychle celou cestu, nebo že na trase nebudou žádné zatáčky nebo provoz, který sníží průměrnou rychlost.

Dron není vůbec limitován dopravou ani rozmanitostí ulic. V případě pohybu dronu uvažujeme pouze přímku, tedy ideální trasu, což umožní extrémně krátké transportní časy.

Oproti sanitce má dron výhodu, že mu v cestě nestojí téměř nic a může celou cestu letět maximální rychlostí. Teoretická doletová vzdálenost při rychlosti 54km/h je 4500m do 3 minut. Provedení ale není možné hned z několika důvodů. Prvním důvodem je automatizovaný let mimo dohled pilota, který je v rozporu s bodem 4. Doplněk X o dohledu pilota. Nápad týkající se UAV s AED byl založen na plošném pokrytí, tedy každý dron by měl svojí startovací pozici s akčním rádiem a v případě použití by dron vzletěl a podle nastaveného kurzu doletěl na místo

potřeby. Dalším důvodem je rozpor s bodem 3.1 doplňku X o bezpečnosti letu, kdy není možné letem vytvářet riziko nebo jinak ohrožovat osoby a majetek na zemi.

Policie zatím nemá v používání vybudovanou tradici. První zmínky o použití UAV jsou z Příbramska, kdy policie používá UAV s video technikou k odhalování drobných přestupků v silničním provozu, jako je nedodržování příkázaného směru jízdy, zákaz předjíždění nebo odhalování nepoužitých bezpečnostních pásů. [31]

Díky letecké službě PČR je využití UAV jednodušší díky vybudované tradici v leteckém provozu. Jelikož zdravotnická záchranná služba a HZS nemají vlastní leteckou službu, je pro tyto složky použití leteckých prostředků zcela nové a je potřeba vytvořit příslušné instituce, pověřit osoby a vymezit působnost. [32]

“Letecká služba je provozovatelem vrtulníkové techniky se speciálním policejním, zásahovým, záchranným a sanitním vybavením. Letecká podpora se stala neodmyslitelnou součástí policejní praxe a integrovaného záchranného systému. Díky svým vlastnostem jsou vrtulníky předurčeny především k zásahům, kde hrozí nebezpečí z prodlení a v místech jinak těžko přístupných jinými dopravními prostředky. Letecká služba poskytuje leteckou podporu:

- *útvarem Policie České republiky, útvarem Hasičského záchranného sboru České republiky a útvarem Ministerstva vnitra a jeho organizačním složkám,*
- *složkám integrovaného záchranného systému,*
- *za krizových situací orgánům krizového řízení v případě, že koordinují provádění záchranných a likvidačních prací složkami integrovaného záchranného systému,*
- *jiným ozbrojeným bezpečnostním sborům a ozbrojeným silám pokud ve spolupráci s policií vykonávají činnosti k zajištění vnitřního pořádku a bezpečnosti,*
- *jiným subjektů a to na základě zákona, dohody, nebo pokud policejní prezident rozhodne, že poskytnutí letecké podpory je ve veřejném zájmu.“* [33]

„Bezpilotní rotorový universální systém (BRUS) vyrobil Vojenský technický ústav letectva a protivzdušné obrany. Pořízen byl z finančních zdrojů poskytnutých Krajským úřadem Středočeského kraje. Cena zakázky činila dva milióny korun a zahrnovala dva drony včetně optických senzorů, výcvik sedmi pilotů, šest pohonných akumulátorů, pozemní řídicí a zobrazovací stanici, základní náhradní díly.

Jde o moderní bezpilotní prostředek s kolmým startem a přistáním. Používá se v náročných podmínkách, kdy nelze ve výjimečných případech použít klasickou leteckou techniku, nebo je to ekonomicky nevýhodné. Prověří velké plochy území. Létání se řídí předpisy pro civilní letectví.

Prostředek je prioritně určen k nasazení v prostoru chráněné krajinné oblasti Brdy, kde bude 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 bude nápomocen při pátracích akcích. Nepočítá se s jeho nasazením v obydlených oblastech.“ [34]

Další složkou s potenciálním využitím UAV je Horská služba. S předpokladem nasazení v horských oblastech nebo v otevřeném terénu je možné provádět lety bez ohrožení osob či majetku. S přídatnými lokátory je možné s UAV pokrýt velkou oblast při patracích akcích v lavinových sesuvech a urychlit tak záchrannou akci. Pokud je osoba lokalizována je možné okamžitě zahájit výkop zavalených osob a během této chvíle se UAV přesune na další pozici.

5.2 SWOT analýza užití UAV u složek IZS

Použití u složek IZS se v současné chvíli musí zakládat na platné legislativě a reálných přínosech. Pomocí SWOT analýzy konkretizují použití a provedu selekci složek IZS na základě vlastností a současných možností.

Tabulka 2 SWOT analýza užívání UAV v krizovém řízení [29]

Silné stránky	Slabé stránky
Levný, dostupná technologie, rychlý pohyb, obratnost, široká možnost úprav, pohledy z ptačí perspektivy, lepší vizuální kontrola, ochrana zdraví, modularita, zkrácený řetězec informačního toku, další nástroj složek, letecká termovize, tradice (PČR)	Ztráta kontroly, sabotáž, statistická jistota havárie, Wifi šum, mráz, teplo, déšť, porucha, nutno ovládat posádkou, nutnost výcviku, další nástroj, žádná tradice
Příležitosti	Hrozby
Vývoj, zlepšení legislativy, poskytnutí klíčových informací, průběžná rychlá kontrola, možné přínosy, zavedení bezpečnostních opatření, výcvik, prevence	Vznik rizika, lety nad obydlím, lety nad osobami, ptactvo, letecký provoz, zranění osob, poškození majetku, nehoda, dopadová energie

Jako první rozebereme slabé stránky, tedy záležitosti, které mohou způsobit ztrátu kontroly nad strojem. Pomineme-li povětrnostní podmínky, které jsou popsány i v metodice pro použití, zbývají poruchy na zařízení nebo ztráta signálu. Ztráta signálu může být způsobena buď právě poruchou zařízení, rušením signálu v obydlených oblastech hustotou Wi-Fi sítí v domácnostech (vyspělejší UAV nabízejí více frekvenčních možností pro připojení ovladače, nejběžněji však 2,4GHz a 5,8GHz) a mohlo by dojít i k sabotáži, tedy převzetí kontroly nad UAV z jiného ovladače. Podstatná nevýhoda pro složky IZS je nutnost výcviku a certifikace pilotů i techniky. Certifikace může být zdlouhavá a výcvik nákladný, nepředpokládáme, že výcvikem projde každý příslušník bezpečnostních sborů, ale jednalo by se pouze o nastavbu, jako je to v případě potápěčů nebo lezců. [32,35]

Se slabými stránkami úzce souvisí i hrozby, které vychází právě z nich. Výše popsané události mohou vytvořit nechtěné hrozby a snížit tak efektivitu zásahu, nebo zásah úplně zmařit. Uvažujeme místo zásahu, kde byl zakázán přístup osobám nebo došlo k evakuaci. V takovém případě nám klesá riziko zranění osob. Poškození majetku může být v případě nerespektování leteckého provozu, i když v takových, již šesti zdokumentovaných případech na pražské Ruzyni, kdy UAV porušily bezpečnou letovou vzdálenost od letištních prostor, bylo vyřešeno přesměrováním letového provozu na jinou ranvej. Největší ztráty způsobené UAV narušující vzdušný prostor zaznamenává letiště Gatwick ve Velké Británii. Při lednovém narušení letošního roku byl letecký provoz odstaven na 36 hodin a bylo odkloněno přibližně tisíc letů. Tato událost způsobila ztrátu leteckým společnostem v řádech milionů liber. Použití UAV v rámci ZZS je znemožněno z prostého důvodu, a to že není předem známo místo zásahu, uvažujeme-li čistě zásah zdravotnické služby. Z mezinárodních konferencí a nejrůznějších konceptů nebo vizí se uvažuje o zařazení UAV jakožto transportního zařízení AED, tedy automatizovaného externího defibrilátoru. Chceme-li rizika potlačovat nebo snižovat jejich dopady, neměli bychom další vytvářet. Bohužel v případě letecké techniky jsou rizika vysoká. V našem případě, kdy se jedná o plně autonomní provoz transportu AED z místa startu k postižené osobě, jsou rizika ještě vyšší. Existuje mnoho případů, kdy dron ublížil osobě, která se připletla do letové dráhy. [36,37,38]

Nejvyšší rizikem jsou vrtule dronu, které se točí velmi rychle a mohou osobě způsobit vážná sečná zranění. Dalším značným rizikem je kinetická energie a hmotnost dronu samotného. Se statistickou jistotou, dron dříve nebo později spadne. Pokud se zřítí zařízení vážící přes 10 kilogramů, při pádu z velké výšky disponuje extrémní kinetickou energií a může vážně zranit nebo usmrtit osoby, které se vyskytnou v dopadovém místě, nebo může pád způsobit dopravní nehody. V neposlední řadě se jedná o elektrické zařízení, které se může při havárii vznítit a založit požár. Pokud by se jednalo o zásah IZS, použití by pravděpodobně spadalo pod jinou složku, nemá tedy význam se zdravotnickou záchrannou službou zabývat.

Výhody UAV při používání při zásahu jsou nesporné. Při mimořádných událostech velkých rozsahů bývá zvykem nasazení vrtulníků pro lepší přehled a díky leteckým záběrům je možné lépe sledovat vývoj mimořádné události. Letová hodina vrtulníku vychází draž než let UAV, i v případě výcviku pilota. Zmíníme-li modulární možnosti a široké spektrum vybavení, které jde připevnit na UAV, můžeme poskytovat stejné služby jako vrtulník, pomineme-li možnost transportu osob. Mezi tyto možnosti patří transport videotechniky a tím poskytování obrazu z těžce dostupných nebo i takticky výhodnějších pozic. Pokud velitel zásahu potřebuje zkontrolovat konkrétní akci na velkém místě zásahu, může nahlédnout do video přenosu a nařídít pilotovi UAV ať obletí požadovanou oblast nebo kontinuálně hlídá určený bod. Díky tomuto se velitel zásahu nemusí domáhat odpovědí od svých kolegů a tím je zdržovat, nebo od nich dostávat nepřesné nebo ne zcela kompletní informace a složitě popisovat co potřebuje zjistit. V současné chvíli je legislativa přizpůsobena a je umožněno složkám IZS při zásahu UAV používat. Hasičský záchranný sbor i Policie České republiky může těžit nejen z tradičních kamerových záznamů, ale také z možnosti upevnit na UAV termo kameru pro vyhledávání ohnisek podzemního hoření nebo při hledání osob. Při vybavení UAV detekčním zařízením, lze díky lokátoru Recco vyhledávat osoby v lavinových závalech.[39]

„Je to ochranný lavinový systém založený na radarové technologii, který napomáhá při hledání obětí v lavinách. Systém se skládá ze dvou částí: detektoru a reflektoru. Detektory disponují mnohá větší lyžařská střediska v Alpách a používají ho například pátrací vrtulníky a záchranné čety.

V Česku podle dostupných informací žádné středisko nic takového nemá, protože nikde nehrozí akutní lavinový stav.

Jako reflektoru k odrazu vyslaných radiových vln se používají malé destičky ze speciálního kovu, které se zašívají do oblečení nebo přilepují na lyžařské či snowboardové boty. Nejčastěji je výrobci všívají na vnější strany rukávů bund, ke kolenům na kalhotách, anebo je umísťují na vnější strany speciálních modelů bot. Jestli je v oblečení Recco destička, poznáte jednoduše, protože každý výrovce se tím chlubí a tiskne nebo vyšívá na ně nápis Recco.“ [40]

Dá se tedy předpokládat, že svou roli při pátracích akcích mohou UAV najít své místo i Horské služby České republiky.

Příležitosti při používání UAV v rámci krizového řízení přináší nové možnosti ve vzdělávání a certifikaci příslušníků bezpečnostních sborů. Nemalý benefit se promítl i v legislativě nejen v rámci republiky ale také v rámci Evropské unie. Za poslední roky, kdy byly kladeny nároky na změny a výjimky pro složky IZS, se povedlo docílit změn v evropské legislativě, a tím bylo umožněno složkám provozování UAV s menšími potížemi týkajícími se ohlašování letové oblasti příslušným úřadům.

5.3 Porovnání zásahů HZS

V této kapitole porovnáme zásahy složky HZS, která se ze SWOT analýzy jeví jako vhodný kandidát. Předmětem porovnání bude mimořádná událost lesního požáru velkého rozsahu. Poukážeme na problém implementace dalšího, zcela nového nástroje v podobě UAV a naproti tomu, jaké výhody přináší.

5.3.1 Aplikace UAV při lesním požáru

Lesní požáry jsou charakteristické svými ložisky v těžce dostupných oblastech. Těžká hasičská technika vytvořená pro použití na zpevněných cestách nemá potenciál pro postup lesními porosty a mnohdy není možné, aby se hasiči dostali na potřebné místo k zahájení zásahu. Například požár v roce 2000 ve Slovenském ráji byl naprosto nedostupný a hašení probíhalo zejména pomocí vrtulníků, které pomocí vaků s vodou a pravidelnými nálety postupně zlepšovaly situaci. Vrtulníky byly zapůjčeny jak z České republiky, tak z Polska.

Vzhledem k omezené dostupnosti, nebylo možné kvalitně kontrolovat zásah ze země, jediná možnost tedy byla koordinace vrtulníků pouze vlastním vizuálním kontaktem. Situaci ztěžoval fakt, že v blízkosti nebyla vhodná vodní nádrž, kterou by bylo možné využít k nabírání vody. Bylo tedy nutné vybudovat plnicí stanoviště, díky kterému bylo možné naplnit vaky za několik desítek sekund.

Požár trval přibližně 8 dní a velitel zásahu konstatoval, že nebýt vrtulníků, požár by vyřešila až významnější změna počasí. Důležité byly dva faktory, a to kontinuální hašení a perspektivní pohled, díky kterému bylo možné vizuálně kontrolovat šíření ohně. [41]

V dnešní době je možné provádět letecký dohled nejen z vrtulníků ale také z bezpilotních letadel - UAV. Vzhledem k charakteru lesních požárů rozsah těchto událostí bývá na velkém území, proto není zcela možné kontrolovat území mimořádné události ze země. Na leteckou podporu v podobě vrtulníků není možné spoléhat. HZS nedisponuje vlastními vrtulníky, nýbrž si je pronajímá od soukromých firem, nebo od armády ČR. Hodina letového provozu se pohybuje od 100-200 tisíc korun českých. [42]

Budeme-li se diskutovat možnost monitoringu místa zásahu ze vzduchu při mimořádné události menšího rozsahu, kdy by povolání vrtulníku bylo zbytečné a možná i poněkud zdlouhavé, a zároveň by monitoring ze vzduchu mohl pomoci, v takovém případě jsou drony poměrně vhodným nástrojem.

5.3.2 Nevýhody helikoptér

Značné výhody helikoptér a jejich všestranné využití je samozřejmě vyváženo určitými nevýhodami. Vizuální kontakt a kontrola je velmi důležitá. Díky sledování a monitoringu je možné odhadnout následný vývoj mimořádné události. Pokud je požár velmi rozsáhlý, lze předpokládat, že bude místo požáru zahaleno velkými mračny dýmu. Znatelné snížení viditelnosti může mít za následek, že lety vrtulníků nebudou možné a to hned z několika důvodů:

- Ztráta výkonu
- Špatná viditelnost
- Víření
- Nebezpeční intoxikace pilota

5.3.2.1 Ztráta výkonu

Helikoptéry jsou poháněny ve většině případů turbohřídelovými motory. Jako spalovací motor je tedy závislý na kvalitě spalované směsi, kombinaci vzduchu s kyslíkem a leteckého kerosinu. Je známo, že s nadmořskou výškou klesá výkon spalovacích motorů v automobilech, ačkoli je princip motoru jiný, fakt, že je to způsobeno nedostatkem kyslíku zasahuje i helikoptéry. Dalšími faktory jsou teplota nasávaného vzduchu, která při požáru bude vyšší než optimální a dále mechanická čistota vzduchu.

V případě kouře, který je plný sazí a mikro částic se nejedná o vhodnou směs pro spalovací motor. V případě letu v mračnech kouře z lesního požáru, kouř nemá tak bohatý podíl kyslíku, může ovlivnit výkonnost motoru, může dojít k vysazení motoru a tím ohrožení pilota a posádky. [43]

5.3.2.2 Špatná viditelnost

Pokud se pilot nemůže orientovat v prostoru, opět se zvyšuje riziko havárie. V případě náletů s hasícími vaky je viditelnost klíčová. Nevidí-li pilot pod sebe, kam má shazovat vodu, může se stát, že s vakem zavadí o překážku, strom nebo svah a tím ohrozit bezpečnost. Mimo zhoršení orientace, nelze za zhoršené viditelnosti efektivně provést hasební nálet. [41]

5.3.2.3 Víření

Se sníženou viditelností a se zhoršenými povětrnostními podmínkami souvisí i nepříznivé víření. V případě horší viditelnosti nebo horšího počasí je nutné snížit rychlost náletu a také jeho letovou výšku. Pokud je helikoptéra blízko ložiska ohně, kromě hasebního efektu se může na druhou stranu oheň rozvířít silným vírem z rotorů helikoptér.

5.3.2.4 Nebezpečí intoxikace

Intoxikace kouřem při požárů bývá nejčastější příčinou úmrtí při požárech. Běžná koncentrace kyslíku ve vzduchu je 21% ve vzduchu, však již při koncentraci kyslíku nižší než 18% člověk pociťuje kyslíkovou insuficienci. V kombinaci

s teplotou vdechovaného vzduchu může dojít k poškození sliznic dýchacích cest a tím zhoršení funkce dýchacího aparátu, v kombinaci s vodní parou a mikročásticemi, sazí a dalšími částicemi je poškození plic ještě znatelnější. [44]

Navzdory výše zmíněným nevýhodám, jsou helikoptéry nezbytnou součástí hasebních zásahů v těžce přístupných oblastech a lesním porostu.

5.3.3 Volba techniky pro UAV

Drony jsou v dnešní době používány zejména k leteckým pracím. Leteckou prací se rozumí pořizování leteckých snímků a natáčení a jiné pořizování záběrů. Z tohoto poznatku je patrné, že jsou drony využívány zejména k nesení video techniky, kterou lze využít i v krizovém řízení.

„Vnímáme, že se pomocí dronů dají pořizovat nádherné fotografie a video záběry, tušíme, že uplatnění může být mnohem širší, například v průmyslu či v zemědělství, ale drony, mohou také pomáhat Policii, hasičům a dávno již našly uplatnění ve vojenství.“ [45]

Technika volená v našem případě bude kamera a termo-kamera. Pomocí kamery získáme optickou kontrolu nad místem požáru nebo místem zásahu, budeme schopni určit rozsah, ohrožené infrastruktury nebo obydlí, která pohledem ze země nemusíme vidět skrze lesní porost nebo přes zplodiny požárů. Další výhodou je vizuální kontrola míst, kam není možné poslat zasahující osoby, jelikož existuje riziko otravy nebo jiné nebezpečí spojené s vývojem mimořádné události.

Termo-kamery mají mnohá využití. V tomto případě se jedná o hlubší získávání informací o místě požáru, jako jsou teploty hoření, vyhořelá místa nebo také podzemní ložiska ohně, která nejsou běžně viditelná, ale díky vyzařování tepla je můžeme s předstihem objevit a patřičně zasáhnout proti jeho šíření. Další neopomenutelnou vlastností termo-kamer je schopnost detekovat lidské osoby.

„Termokamera, infrakamera nebo někdy nazývaná termovize je přístroj pro zobrazování rozložení teploty na povrchu předmětů a jejího bezkontaktní měření. „ [46]



Obrázek 7 Termo-kamera Zenmuse XT2 na dronu Matrice[46]

Dalším možným vybavením, které lze připevnit na UAV jsou nejrůznější senzory na emise jedovatých zplodin nebo chemikálií. Předběžným průzkumem lze eliminovat riziko otrav spojených s inhalací toxických látek. Toto předběžné zjištění může pomoci při rychlejší volbě filtrů do masek. [32]

5.3.4 Monitoring místa požáru

Kontrolování průběhu mimořádné události je klíčovým faktorem k úspěšnému řešení. Analytické nástroje a průběžné zjišťování vývoje mimořádné události mohou odhalit nečekaný vývoj události a za včasné odezvy minimalizovat možné škody. V případě rozsáhlých událostí, jako havárie v průmyslových oblastech, rozsáhle úniky chemikálií a toxických látek nebo právě v případě rozsáhlých požárů v lesním porostu, je nejlepší variantou monitoring a sledování vývoje z ptáčích perspektivy, tedy ze vzduchu. Jak již bylo zmíněno, helikoptéra může způsobit nepříznivé víry a tím zhoršit nebo proměnit průběh mimořádné události na méně příznivý.

Drony díky svým kompaktním rozměrům a nízkým vzletovým hmotnostem nepotřebují takové množství vztlaku a víření je v tomto případě zanedbatelné.

Další výhodou kompaktních rozměrů je možnost letu v nízkých výškách nebo mezi překážkami jako jsou elektrické vedení, sloupy a komíny. Díky těmto možnostem můžeme využít vizuální kontroly z mnohem bližších vzdáleností a s větší přesností. [32]

V případě použití helikoptér při hašení lesních požárů je nutné stanovit plnicí body. Jako plnicí body pro vaky se používají blízká jezírka, rybníky nebo uměle vytvořené nádrže. V alpách se běžně nachází takovéto vodní díla v blízkosti lyžařských středisek, která slouží jako zásobárna vody pro vodní děla a zároveň se dají použít jako plnicí body. Málo kdy se však stane, že je plnicí bod v blízkosti, proto se vytvářejí umělé plnicí body, kde se do vaků voda napouští pomocí trubek, což trvá o zanedbatelné vteřiny déle než při plnění ve vodním díle, složitější je jen manipulace. K navigaci k ložiskům požáru se používají dýmovnice nebo přímý vizuální kontakt. [41]

Pomocí dronu bychom mohli nepřetržitě kontrolovat situaci i za nepřítomnosti vrtulníků, nebo drony použít k průběžným analýzám vývoje hoření pomocí termokamer. Případné změny nebo šíření podzemního hoření nejsou běžně viditelné, proto by tento případ mohl pomoci v prevenci vzniku dalších ložisek nebo dalšího šíření mimořádné události. Nadále by bylo možné upravovat hasební pokyny v reálném čase.

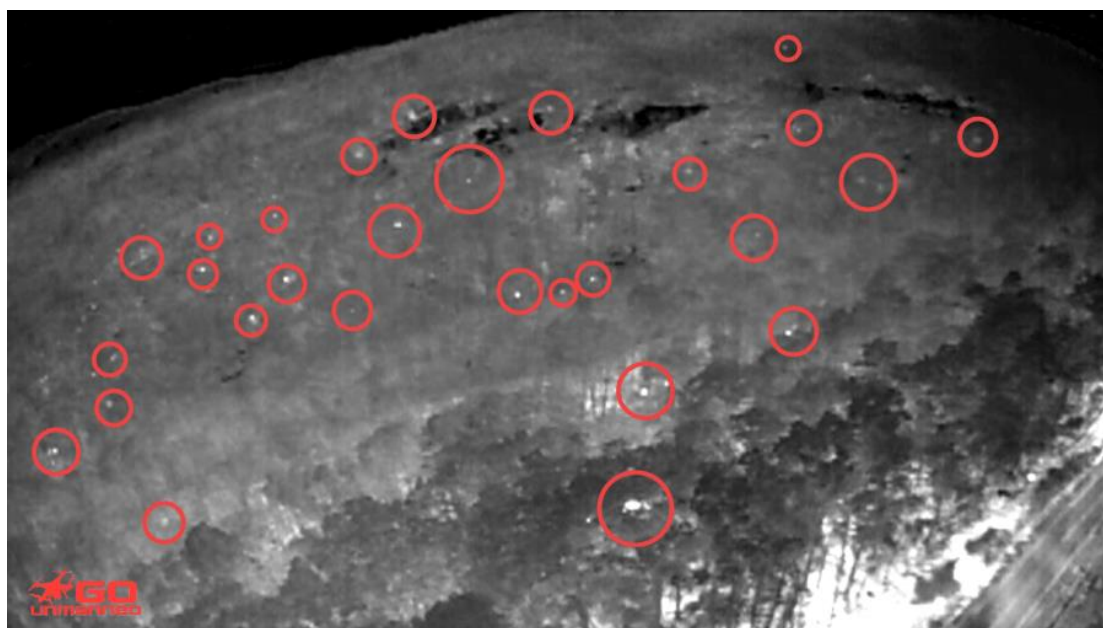


Obrázek 8 Využití dronu při monitoringu lesního požáru, Kanada [48]

5.3.5 Prevence dalšího vzniku požáru

Pokud se podařilo dostat místo požáru pod kontrolu a veškerá ložiska plamenů byla uhašená, stále existuje riziko vzniku dalšího požáru díky podzemnímu hoření nebo doutnání. Při kontrole průzkumem by prohledání velké lesní plochy mohlo zabrat několik hodin. Překontrolování oblasti požáru dronem v kombinaci s infračervenou kamerou, může odhalit spoustu doutnajících míst a tedy i potenciálních příčin požáru. Infračervená kamera na dronu poskytuje pohled na tepelné emise z doutnajících trosek z ptačí perspektivy a díky interaktivnímu vedení od pilota umožňuje hasičům na zemi lokalizovat a odkrýt podzemní místa požáru a tím ušetřit drahocenný čas.

„Použití zobrazení tepelných bodů pomohlo zjistit, že povrch půdy měl teplotu 30°C, zatímco půda 15cm pod povrchem měla 55°. Běžně by místo procházel tým hasičů několik dní, a přesto by nemuseli tato místa odhalit. Díky termo-kameře a ptačí perspektivě je možné pokrýt obrovské území v řádu minut.“ [49]



Obrázek 9 Snímek z termo-kamery, odhalující doutnající místa pod zemí [49]

5.3.6 Rozdíly mezi zásahy HZS

Hlavním důvodem k nasazení UAV je důraz na analýzu situace. Na základě potřeby shromažďovat informace pro ulehčení rozhodovacího procesu. V případě tradičního scénáře je způsob získávání informací omezen na vizuální prohlídku velitelem nebo pověřenými osobami konvenčními způsoby, tedy průzkumem. Další údaje se dají získat studiem obdobných zásahů, analytickými metodami nebo modelací. Tyto způsoby jsou čistě teoretické a nelze přesně stanovit charakter konkrétní situace.

„Bezpilotní prostředky (dále jen „drony“), vnáší do procesu zjišťování informací o situaci 3 rozměr, kterým je výška. Možnost monitoringu zájmového prostoru z účinného nadhledu, je pro zorientování se v situaci, zásadní nástroj významného urychlení rozhodovacích procesů – a tedy zrychlení provedení účinného zásahu. Drony jsou tedy nástrojem rychlého zjišťování relevantních údajů, jejichž výsledkem je pak rychlý a efektivní zásah. Hlavními obecnými charakteristikami nasazení dronů jsou:

- *poskytnutí optického nadhledu nad situací (celkový obraz situace),*
- *vizualizace nedostupných míst,*
- *vizualizace potřebných procesů (dějů) z bezpečné vzdálenosti,*
- *měření (termovizní i další),*
- *dokumentace sledovaných dějů. „[50]*

UAV může být použit jako další nástroj při zásahu. Přínos UAV spočívá v informační dostupnosti, kdy při pohledu ze vzduchu může velitel jednodušeji určit místa útoku a zkontrolovat správné postavení jednotek požární ochrany jestli jsou rozmístěny správně. Nadále vizuální kontakt umožní veliteli zásahu zjistit potřebné informace na začátku zásahu o rozsahu mimořádné události a v průběžných intervalech provádět kontrolní lety a informovat velitele a piloty vrtulníků pro lepší organizaci hasebních náletů s bambi vaky.

V situaci, kdy byl požár zdánlivě uhašen, je potřeba místo požáru překontrolovat jestli se zde nevyskytují doutnající předměty, místa nebo podzemní ložiska požáru. Tato akce je běžně provedena správcem lesa. Při kontrole mnoho hektarového požáru může tento úkon být urychlen nasazením UAV s termokamerou.[32]

Existují již podložené případy přínosu UAV při zásahu lesního požáru. Použitím UAV se dosáhlo efektivnějšího zásahu v několika případech:

- Vyhledávání ohnisek požáru na rozsáhlých plochách
- Získání komplexního přehledu o nasazení a pohybu sil a prostředků v prostoru nasazení
- Teplotní průzkum
- Výškový průzkum dopadů a projevů události (výška 100 m).
- Získání přehledu o situaci při hromadné nehodě na dálnici
- Nasazení při haváriích a únicích nebezpečných látek bezpečné vzdálenosti
- Možnost přenosu informací na více míst
- Mapování území v perimetru cca 7 km
- Sledování zdravotního stavu osob v nedostupných prostorách [50]

V prvních dvou zmíněných bodech se jednalo o požár vysokého porostu u jezera Medard založený žhářem, který založil požár hned na několika místech. Díky UAV byly ložiska vyhledány v okamžité a snáze se organizoval zásah s cíleným posláním posádek na předem nalezené místo. V případě absence výškového nadhledu mohlo dojít k rozšíření požáru z nezjištěných míst a škody na majetku mohly být vyšší než v případě nasazení UAV. [51]

Značnou nevýhodou je stav současných scénářů pro práci jednotek při nasazení u typových situací. Každý z posádky, která přijede na místo zásahu, má u specifického zásahu svou roli. Ať už se jedná o dopravní nehody nebo požáry, každý člen posádky má svou roli a vzniká problém, kdo by UAV pilotoval. V současných koncepcích řešení mimořádných událostí není pro UAV místo v podobě nedostatku personálních sil. Odpovědí na tento vzešlý problém je zavedení

mobilních jednotek UAV, proškolení a vznik nové specializované jednotky. V takovém případě je nutné počítat s investicemi a efektivní zavedení bude zdlouhavé a nákladné.[52]

5.4 Koncepte provozu bezpilotních systémů v rámci HZS ČR

Tento dokument měl stanovit vývoj přístupu a zavedení UAV do provozu a taktických možnosti v rámci HZS. Dokument obsahuje nezbytné části jako je vymezení základních pojmů týkajících se bezpilotních letadel a legislativních norem a mimo tyto části se dokument zabývá analýzou současného stavu jak legislativy, tak samotného využití UAV. Poslední částí v tomto dokumentu je koncepce a plánování pro implementaci UAV při zásahu HZS. Stanovuje základní požadavky na úpravu legislativy, a vytváří prostředí, prostředky a opěrné body pro základní plošné pokrytí jednotkami v podobě výjezdových skupin povolanych do akce při vzneseném požadavku. [18,32]

Dokument také stanovuje základní cíle těchto jednotek a přínosy na taktické úrovni. Tento bod nazvaný Hlavní úkoly a činnosti BS (bepilotní systém) zní:

„Hlavním úkolem BS 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, ale i při povodních a dalších MU), kde lze využít výhod leteckého průzkumu a výrazně tak zpřesnit směry nasazení jednotek PO. Mezi hlavní činnosti, které BS plní, patří zejména:

1. *činnosti aktivní podpory jednotek v prostoru zásahu s on-line přenosem obrazu na PŘS, tj. zejména 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, havárie na dálnicích, železniční havárie,*
2. *ostatní podpůrné činnosti, tj.:*
 - a. *pořízení videozáznamu o průběhu zásahu nebo cvičení – BS dokumentuje situaci na místě zásahu a činnost zasahujících složek.*

Záznam přispívá k dokonalejšímu vyhodnocení a poskytuje doplňující informace VZ.

- b. přenos hlasu při varování obyvatelstva nebo jako uklidňujícího prvku při záchraně osob na těžko přístupných místech,*
- c. sledování a monitoring nedostupných a špatně přístupných oblastí postižených živelnou pohromou „ [18]*

Z tohoto popisu je patrné, že proběhla okrajová elekce mimořádných událostí, u kterých by UAV mohlo mít přínos. Zejména se jedná o mimořádné události s dopadem na větší území a v delším časovém úseku, nebo při událostech kde hrozí nebezpečí újmy na zdraví zasahujících v případech nutné vizuální kontroly, například úniky NL.

5.4.1 Plošné pokrytí

Pokrytí vycházející z této koncepce se opírá o čtyři krajská velitelství HZS:

- HZS Jihočeského kraje
- HZS Libereckého kraje
- HZS Jihomoravského kraje
- HZS Moravskoslezského kraje



Obrázek 10 Výjezdové body BS HZS [18]

Z mapy je patrné, že západní Čechy jsou vzdálené od výjezdových stanovišť. Dojezdový čas podle navigace do oblasti karlovarského kraje v závislosti na provozu činí 2,5-3 hodiny, což může být v případě potřeby okamžitého sběru informací nežádoucí.

Neméně důležitou částí jsou specifikace na technické požadavky UAV pro použití. Tyto požadavky stanovují parametry, jako jsou rychlost, hmotnost, video výbava nebo doba letu v závislosti na určeném úkolu.

Tabulka 3 Technické požadavky na UAV [18]

Rozpětí požadovaných Takticko-technických dat bezpilotních systémů					
Parametry	Sled	volby	Varianty		
			Průzkum	Detekce/přeprava	Věda, výzkum
Základní parametry					
Maximální rozměr UAV (cm)		-	104 x 104 x 104	104 x 104 x 104	104 x 104 x 104
Maximální rozměr při přepravě (cm)		-	81 x 81 x 50	81 x 81 x 50	81 x 81 x 50
Čas potřebný pro přípravu (minuty)		-	5 minut	10 minut	dle potřeby
Maximální váha UAV včetně příslušenství v kg	X	<0,9 kg 0,9 - 7 kg 7 - 20 kg >20 kg	0,9 - 7 kg	0,9 - 7 kg	0,9 - 7 kg
Ovládací frekvence (GHz)	x	0,9 2,4 5,8 není důležitá	není důležitá	není důležitá	není důležitá
Složení do přepravní polohy		ANO / NE	NE	NE	NE
Minimální dosah UAV od pilota (v km)	X	-	1	1	0,5
Meteorologické parametry					
Teplotní rozsah v °C		-	-20° až +40°	-20° až +40°	-15° až +30°
Maximální nárazový vítr (m/s a km/s)	X	-	min. 12 m/s = 43,2 km/h	12 m/s = 43,2 km/h	8 m/s = 28,8 km/h
Provoz v prostředí mlhy/deště/sněžení	X	ANO / NE	ANO	ANO	NE
Letové parametry					
Minimální rychlost (km/h)		-	50 km/h	50 km/h	40 km/h
Doba letu v minutách	X	-	40	40	10
Minimální počet rotorů		4 6 8	4	6	4
Fall-Safe režim		ANO / NE	ANO	ANO	ANO
Vertikální vzlet a přistání (VTOL)	X	ANO / NE	ANO	ANO	ANO
Stabilizace letu uvnitř budov	X	ANO / NE	NE	NE	NE
GPS	X	ANO / NE	ANO	ANO	ANO
Odchylka pozice v rámci GPS souřadnic		0,5 - 5 metrů	+/- 1 metr	+/- 1 metr	+/- 1 metr
Mapové podklady + souřadnicové lety	X	ANO / NE			
Typ baterie		Li-Pol Ni-Mh	Li-Pol	Li-Pol	Li-Pol
Zobrazení telemetrických dat v obraze nebo na RC vysílači	X	ANO / NE	ANO	ANO	ANO
Obrazové záznamové zařízení					
Použití snímáčního zařízení	x	ANO / NE	ANO	NE	ANO i NE
Zaznamenávání na médium	X	ANO / NE	ANO	-	ANO
Typ snímáčního zařízení		Fotoaparát Kamera Obojí	Obojí	-	Obojí
Přenos obrazu na zem (FPV)	X	ANO / NE	ANO		NE
Full HD záznam	X	ANO / NE	ANO	NE	NE
Technologie FLIR					
Použití FLIR technologie		ANO / NE	ANO i NE	ANO i NE	ANO i NE
Minimální rozlišení obrazu		60 x 60 100 x 100 140 x 140 320 x 240 640 x 480 640 x 512	320 x 240	320 x 240	640 x 480
Snímání při teplotním rozsahu (°C)			0 °C až 200 °C	0 °C až 200 °C	0 °C až 200 °C
Další technologie					
Servisní požadavky					
Doba dodání náhradních dílů do (počet hodin)	X				
Servisní oprava (požadovaná doba hodin)	X				
Výcvik pilota	X				

5.5 Vlastní návrh mobilní jednotky UAV

Mobilní jednotka UAV HZS se bude skládat z několika částí.

- Automobil
- BS - Bezpilotní systém
- Vycvičení specialisté
- Další technické vybavení

Automobil musí splňovat několik parametrů. Prvním parametrem je objemný ložný prostor a možnost přestavby na pojízdné informační centrum s obrazovkami, kam bude možné přenášet letová data, video přenosy a zároveň bude fungovat jako velící stanoviště či komunikační uzel. Další přínosnou vlastností by mohl být pohon všech kol, díky kterému by v kombinaci s terénními pneumatikami byl usnadněn průjezd mimo komunikaci nebo ve zhoršeném terénu. S předpokladem využití na mimořádné události povodní, sesuvů půdy nebo lesních požárů se počítá se zhoršeným přístupem. Záleží na preferencích krajských požadavků a na výběrovém řízení, který dodavatel poskytne nejlepší poměr cena/výkon.

Při výběru UAV jsou již v koncepci kladeny požadavky na výbavu. Těmito požadavky se výběr velmi zužuje. Největší překážkou při výběru je letová doba, která bývá na úkor kompaktnosti. V našem případě je rozměr UAV zanedbatelný, jelikož bude transportován speciálním automobilem. Pro případ technické poruchy nebo vybití, by bylo příhodné pořídit ještě záložní UAV s mírnějšími požadavky kvůli finanční úspoře.

Vycvičeným specialistou se rozumí příslušník HZS, který byl proškolen v používání UAV a získal licenci pilota. Pro neustálé pokrytí a stav pohotovosti je nezbytné, aby výcvikem prošlo několik jedinců z každé stanice. Jednalo by se o další specializaci, jak jí známe z jiných oborů, jako jsou potápěči nebo lezci, tímto by vznikla nová specializace – pilot UAV. Poplatky za získání licence jsou přibližně 14 tisíc korun českých.

Dalším technickým vybavením může být jakákoli technika dle požadavku provozovatele. Podstatná část v rámci dalšího vybavení, mohou být speciální kamery, termo kamery nebo senzory pro modelovou rekonstrukci terénu. Do dalšího vybavení spadá i elektronika nutná k provozu UAV a vytvoření taktického zázemí pro velitele zásahu.

Tabulka 4 Odhadovaná pořizovací cena Mobilní jednotky UAV HZS [29,53,54,55,56]

VW Transporter 4motion	764 907,-*
Přestavba vozu	100 000,-
<hr/>	
DJI Inspire 2 (licence)	136 355,-*
Termokamera Zenmuse XT 2	330 570,-*
Mavic2 Enterprise - záložní	62 801,-*
<hr/>	
Další technické vybavení	100 000,-
Licence pilota	14 400,-
	1 509 033,-

*ceny bez DPH

Odhadovaná cena jedné Mobilní jednotky UAV je přibližně 1,5 milionu korun.

Způsob pokrytí České republiky dle koncepce počítá se čtyřmi výjezdovými stanovišti. Předpokládejme, že každá mimořádná událost je řešena na základě sběru informací o aktuální situaci, rozsahu a možném vývoji. Prvotním úkolem je tedy shromáždění největšího množství informací ihned po příjezdu posádek na místo zásahu. V takovou chvíli, kdy by UAV mohl poskytnout taktickou výhodu, nebude mobilní jednotka UAV přítomna. Po příjezdu do několika hodin, by UAV mohlo provádět kontrolní lety v rámci průběžného sběru informací.

Pro snížení dojezdových časů a možnost tak využít UAV pro primární sběr informací o místě zásahu je žádoucí zavedení hustšího plošného pokrytí. Navázáním na koncepci je možné uvažovat zavedení těchto mobilních jednotek do krajských měst, nebo na základě metodiky a výběrového algoritmu pro selekci užití UAV v krizových situacích stanovit oblasti s nejvyššími pravděpodobnostmi vzniku mimořádných událostí, kde mohou být UAV nasazeny, jako jsou:

- Lesní požáry
- Sesuvy půdy
- Povodně
- Požáry a havárie petrochemických areálů.

5.6 Metodické doporučení

Pro vytvoření metodického doporučení pro užití UAV, je nejprve nutné definovat, jakou roli a postavení u složek IZS má.

UAV nebo dron je chápán jako dalším taktickým nástrojem pro prevenci a řešení mimořádných událostí. Stejně jako jiné nástroje, má své místo pouze v určitém spektru mimořádných událostí. Každá složka, která se chystá investovat do BS, musí určit zásady použití na základě analýzy hrozeb.

Pro implementaci UAV do krizového řízení je žádoucí vytvořit typové plány se scénáři, ve kterých má UAV jasně definovanou úlohu. Každý typový plán definuje charakter mimořádné události, typové postupy, zásady a opatření pro odezvu na konkrétní druh mimořádné události. Dále stanoví příslušné orgány, úkoly složek IZS a určí nároky na použitou techniku a nástroje pro vyřešení.

5.7 Algoritmus výběru MU

Selekce scénářů bude mít klíčovou roli při tvorbě typových plánů. Na základě analytických metod, nástrojů a předem definovaných kritérií bude určeno, u jakých scénářů bude UAV nasazeno. Těmito kritérii mohou být například:

- Charakteristika MU
- Územní rozsah
- Časový rozsah
- Predikce sekundárních událostí
- Pravděpodobnost vzniku

Charakteristikou rozumíme hrubou definici, kdy bude mimořádná událost popsána včetně svých charakteristických vlastností.

Územní rozsah stanoví plošný dopad a určí, jestli je možné mimořádnou událost kontrolovat konvenčními prostředky.

Časový údaj o mimořádné události předurčí nutnost nasazení mobilních jednotek UAV. Pokud předpokládáme, že zásah bude vyřešen rychleji než by mobilní jednotka UAV dorazila na místo a poskytla nezbytné informace potřebné ke stanovení postupu nebo vyřešení mimořádné události, stanovíme takové nasazení UAV jako zbytečné. Obecně uvažujeme mimořádné události, které trvají několik hodin a déle. V případě může být UAV nasazen jako nástroj pro kontrolu místa zásahu nebo jako preventivní nástroj pro kontrolu a predikci vzniku dalších nepříznivých vlivů. Takto můžeme chápat i bod o predikci sekundárních událostí.

Pravděpodobnost vzniku souvisí zejména s územním pokrytím. Pokud se nepředpokládá v oblasti vznik událostí, které ve své koncepci řešení mají zahrnut i nástroj UAV, je zbytečné takový nástroj pořizovat do vybavení kraje HZS.

5.8 Koncepce

Tento jednotný dokument pro každou složku IZS by měl obsahovat vymezení základních pojmů, popis platné legislativy a souvislosti s provozem UAV v krizovém řízení. Podstatnou část tvoří nákup BS a časový rámec jejich zavedení do provozu. Stejně tak jak je tomu v Koncepci provozu bezpilotních systémů v rámci HZS ČR. Vzhledem k tomu, že tento dokument byl výhledový od roku 2016 do letošního roku, je třeba jej poupravit v souladu s platnou legislativou, a také se připravit na možné dopady úprav kategorizace dle plánů EU s předpokládaným naplněním do roku 2021. Nezbytné je i definovat nové pojmy jako je SORA, UTM, U-space a vymezení kategorií a potřebných oprávnění pro užívání UAV a příprava na speciální kategorie Specific a Certified. Díky předběžné přípravě na tyto opatření by se krizovému řízení dostalo výhod, jako jsou lety v nevyhovujícím prostředí nebo mimo dohled pilota.

5.9 Edukace a výcvik

V současné koncepci jsou stanoveny pouze administrativní kroky k výcviku pilotů. Do edukačního systému spadá nejen výcvik pilotů, ale je třeba také stanovit výcvik velitelských funkcí během zásahu. Velitel musí chápat účel a možné přínosy UAV při zásahu. Pokud velitel nebude umět implementovat UAV do rozhodovacího procesu, je zbytečné, aby se takovéto jednotky zřizovaly. Stanovení edukačních forem pro velitelské i pilotní funkce je žádoucí. Výcvik pilotů během cvičení a zpětná vazba od celého týmu může přinést jasnější náhled na využití UAV.

6 DISKUZE

Použití UAV se stalo v posledních letech velmi populárním a to zejména u fyzických osob díky možnosti pořizování leteckých záběrů, které byly do nedávna otázkou pouze letadel a vrtulníků. Postupem času se UAV začaly spojovat s nejrůznějšími pracovními činnostmi za účelem ulehčení práce, urychlení práce ale také byly spojované s úsporou lidské síly a v neposlední řadě s ochranou zdraví. Mluvíme zde o výškových pracích, při kterých je velké riziko újmy na zdraví a životě. Kontrolní činnosti ve výškách je tedy možné díky UAV provádět bez těchto rizik, díky modulárním možnostem a připevněním nejrůznější video techniky a senzorových zařízení.

Dostupnost této technologie na druhé straně přinesla jisté nevýhody a úskalí. Zásadním problémem u UAV je pořizovací cena. Díky rapidním poklesům cen těchto dříve velmi nákladných technologií, se z této záležitosti stala dostupná „hračka“, nejen pro dospělé ale také pro adolescenty. Možnost pro každého, pořídit si svého drona, se proměnila v problém při velkém odbytu a nezodpovědném používání ve vzdušném prostoru. Každý, kdo si pořídí bezpilotní letadlo, vytváří prostor pro vznik rizik a stává se pro své okolí potenciálně nebezpečným.

Pořádek a kázeň ve vzdušném prostoru měl zřídit předpis L2 a jeho doplněk X. V tomto legislativním dokumentu se stanovují základní pojmy a řád a možnosti pro létání s BL. Ačkoli tento dokument stanovuje poměrně přísná pravidla pro létání, nestanovuje postihy a sankce při nedodržení předpisů a tím se pravidla stávají těžko vymahatelnými. Existují případy, kdy byl dron zadržen a pilot kontaktován k podání vysvětlení. Problémem však zůstává skutečnost, že neexistuje žádná formální konektivita mezi pilotem a UAV, tj. nelze pilotovi dokázat, že zrovna pilotoval zadržené letadlo a tím porušil předpisy, nebo způsobil škodu.

Konec tomuto jednání by měl učinit ustanovený, Evropskou unií schválený registrační systém jak je tomu v silničním provozu. Každý UAV by dostal své unikátní číslo, které by fungovalo jako pojítka mezi pilotem a konkrétním kusem techniky. V případě havárie by odpovědnost šla za pilotem / provozovatelem.

V rámci odpovědnosti za vykonaný skutek (ohrožení provozu nebo osob, způsobení škody na majetku nebo újmy na zdraví) se můžeme potýkat s přenesením odpovědnosti nezletilých na odpovědnou osobu. Pro takové případy má být kromě registračního systému zavedeno i ustanovení kategorizaci bezpilotních letadel pro konkrétní věkové kategorie. Tím rozumíme, že osoba, která nedovršila věku osmnácti let, bude moci například pilotovat stroj do omezené hmotnosti s elektronicky omezenou letovou vzdáleností. Věk nebude jediným omezujícím faktorem, nýbrž i samotná kvalifikace a vzdělání pilota bude hrát roli v možnostech, jaké stroje a jak daleko je může pilotovat.

Systém, který Evropská unie schválila, má vytvořit tři kategorie pro UAV. Těmito kategoriemi jsou Open, Specific a Certified. Kategorie Open bude pro stroje s nízkým provozním rizikem a dále budou stanoveny podskupiny s věkovými omezeními pro dané kategorie. Kategorie Specific se týká provozovatelů komerčních služeb. Je zde nutné mít certifikaci techniky a povolení od ÚCL a zároveň bude spadat pod analýzu SORA a v případě nutnosti letu i za nevyhovujících podmínek by let byl přesunut do kategorie Certified s přísnějšími požadavky. Výhodou je, že po povolení příslušnými autoritami, vzniká možnost letu mimo vizuální kontakt pilota.

Doposud platí obecný pokyn, že dron nesmí být pilotován mimo vizuální kontakt pilota. Kromě čipu omezujícího letovou vzdálenost se počítá i se zavedením povinné výbavy UAV v podobě GPS lokátorů, na kterých se bude stavět systém UTM a bezpečnost letového provozu.

Do budoucna se předpokládá, že počet dronů poroste. Zavedení UTM neboli řízení letového provozu bezpilotních systémů bude letová databáze shromažďující informace o provedených i stávajících letech UAV. V návaznosti na analytický software SORA nám budou díky aplikaci poskytnuty aktuální informace týkající se naší polohy, zdali je let bezpečný nebo nikoli.

Použití UAV v krizovém řízení v rámci složek IZS nemá vybudovanou tradici. V současné době došlo k drobnému posunu a implementace UAV do taktického

prostředí začíná objevovat své příznivce, ačkoli se dřívější předpoklad jevil spíše skepticky. Kritický přístup je ale velmi důležitý. Díky neustálým spekulacím se povedlo UAV blíže specifikovat jako další nástroj pro řešení mimořádných událostí. UAV můžeme tedy chápat jako nástroj pro sběr informací, průzkum nebo kontinuální monitoring. Získání informací se tedy díky UAV posouvá do nové roviny. Kombinace vybavení a možnosti „pověsit“ dron do vzduchu a získávat tak nepřetržitou kontrolu nad místem zásahu s přenosem do příslušných orgánů krizového řízení, operačního střediska nebo ke všem odpovědným osobám krizového řízení urychluje proces získávání klíčových informací o místě zásahu. Mezi tyto klíčové a ze země těžce zjistitelné informace může patřit:

- Rozsah mimořádné události
- Podzemní ložiska požáru
- Doutnající předměty
- Počet zasažených osob
- Získání přehledu o hromadné nehodě na dálnici
- Selekcce osob potřebujících neodkladnou první pomoc
- Predikce přemístění požáru na základě teplotní stopy
- Sledování zdravotního stavu v těžce dostupných místech
- Mapování perimetru
- Sledování práce těžké techniky mimo dohled operátora stroje

Získávání informací je důležité a pro správné a úspěšné vyřešení krizové situace klíčové. Jsou však složky, pro které by vzhledem k platné a budoucí legislativě nebylo použití možné.

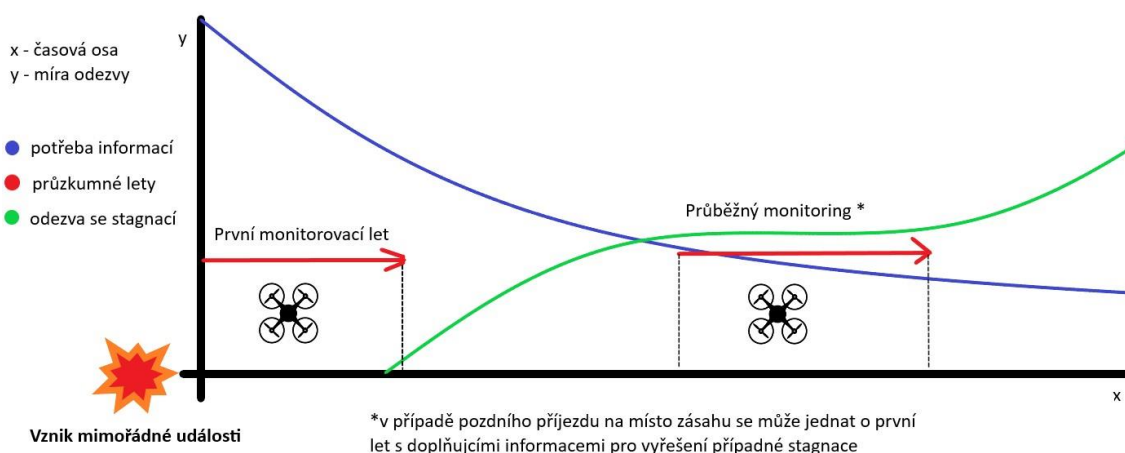
Zdravotnická záchranná služba nemá pro UAV reálné využití. Jedním konceptem bylo pokrytí oblasti UAV v kombinaci s AED. Tento koncept je však nemožný vzhledem k tomu, že toto pokrytí by fungovalo na základě autonomních letů, na které právní ani bezpečnostní systém není připraven. Pokud by byla situace, u které by bylo možné využít UAV pro ZZS, předpokládáme, že by se jednalo o zásah IZS, v takovém případě by řízení UAV spadalo pod jinou složku.

Vhodnými kandidáty pro zavedení UAV do svých taktik jsou PČR, HZS i HS. Policie České republiky má již vybudovanou tradici v leteckém provozu díky své letecké službě. Využití pro tuto složku spočívá v pátracích akcích na velkém území nebo při hledání pohřešovaných osob.

Horská služba může využít UAV ke stejným účelům jako PČR, tedy k hledání osob. Jejich specialitou bude vyhledávání osob při lavinovém závalu, díky možnosti vybavit UAV detekčním zařízením a tím prozkoumat postiženou oblast mnohem rychleji a lépe se soustředit na vytipovaná místa.

Nejlepším kandidátem na využití UAV je HZS. V jejich koncepčních dokumentech se aktivně zasazují o využití UAV v budoucnosti a s každým provedeným zásahem se zvětšuje i spektrum zkušeností a tím se zlepšuje efektivita využití UAV.

Hlavní předností UAV je tedy poskytování výhody v podobě získávání informací na místě mimořádné události. Nejvyšší požadavek na získání informací je ihned po vzniku MU, aby prvotní reakce složek IZS zabránila dalšímu vývoji nebo zhoršení situace a dostali ji tak pod kontrolu. Je však otázkou, jestli budou mobilní jednotky UAV na místě zásahu včas, v případě současné koncepce pokrytí se nedá předpokládat, že by proběhl prvotní monitorovací let. Uvažujme tedy, že by jednotky UAV prováděly kontrolní a průběžné monitorovací lety.



Obrázek 11 Příklad získávání informací při zásahu pomocí UAV[29]

Důležité je si uvědomit fakt, že pilotování není jediný faktor ovlivňující průběh rozhodovacích procesů. Je nezbytné, aby se do problematiky UAV zapojil veškerý personál a zejména pak velitelé. Aby byl tento nástroj funkční a efektivní, je třeba, aby každá z komponent plnila své úkoly efektivně. Tyto komponenty jsou dle mého názoru:

- UAV a technika
- Pilot UAV
- Schopnosti velitele ve využití výhod

Pokud máme dobrý dron s kvalitní technikou pilotovaný zkušeným pilotem, neznamena, že výsledné použití tohoto nástroje bude pozitivní a přínosné. Rozhodovací proces a schopnost velitele těžít z pořízených záběrů cenné informace je poslední a zcela zásadní komponentou v kvalitním začlenění UAV do taktických plánů.

Dále je nutné stanovit algoritmy pro selekci mimořádných událostí, u kterých je přínos UAV znatelný.

7 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval implementací bezpilotních letadel u složek IZS. Díky posledním úpravám v legislativě je možné UAV užívat k záchranným úkonům bez předchozího vyjednávání s Úřadem pro civilní letectví. Vývoj technologií a nároky na zkvalitnění služeb se týkají i krizového řízení, proto je použití moderních technologií v podobě UAV namístě.

Jedná se o nový nástroj pro řešení mimořádné události, není však nezbytný či revoluční. Poskytuje taktické a informační výhody pro specifické mimořádné události, na druhé straně u jiných se jeví jako zcela zbytečný. Zavádění do provozu je zatím stále na začátku, ale složky se intenzivně zajímají o tuto problematiku, a je jen otázkou času kdy bude jejich užívání zcela běžné. Pro úplné zavedení do procesu je podstatné vytvořit jak technické tak intelektuální zázemí, tedy naučit se s bezpilotní technikou zacházet a objevit veškeré výhody které poskytuje a účelně je využít.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

UAV – Unmanned Aerial Vehicle (bezpilotní letecký prostředek)

BS – Bepilotní systém

BL – Bepilotní letadlo

IZS – Integrovaný záchranný systém

MU – Mimořádná událost

HZS – Hasičský záchranný sbor

PČR – Policie české republiky

ZZS – Zdravotnická záchranná služba

HS – Horská služba

UTM – Unmanned Traffic Management (řízení provozu bezpilotních prostředků)

U-Space – Urban Space (obydlená oblast)

EASA – European Union Aerial Safety Agency (Evropská agentura pro bezpečnost letectví)

ÚCL – Úřad pro civilní letectví

AED – Automatizovaný externí defibrilátor

SORA – Specific Operations Risk Assessment

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1]. BARNHART, Richard, Stephen HOTTMAN, Douglas MARSHALL a Eric SHAPPEE. *INTRODUCTION TO UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS*. London: CRC Press, 2012. ISBN 978-1-4398-3521-0

[2] CORTRIGHT, David, Rachel FAIRHURST a Kristen WALL. *Drones and the future of armed conflict: ethical, legal, and strategic implications*. Chicago: The University of Chicago Press, 2015. ISBN 978-02-2625-805-8.

[3]. KOCOUREK, Jaroslav a Jaroslav ŘEŠÁTKO. *Drony: Praktická příručka pro majitelé dronů DJI*. Praha: Agentura Rubico s.r.o, 2017. ISBN 978-80-7346-228-4. Str.10

[4]. ČESKÁ REPUBLIKA. *Předpis L2: Doplněk X*. In: . 2018. Dostupné také z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>

[5]. ABRAHAMSEN, Håkon BJORHEIM, Alfonso ZAMARRO a Marc VALLS. *Remote Piloted Airborne Systems (RPAS) and the Emergency Services* [online]. In: . EENA, 2015, 20.11.2015, s. 39 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://eena.org/drones-public-safety-summit/>

[6]. Kingfisher Robodrone. In: *Pinterest* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/robodrone/robodrone-kingfisher/?lp=true>

[7]. Fixed wing drone. In: *Ali-express* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.aliexpress.com/item/Large-professional-drones-DIY-MQ-9-Predator-Drone-reconnaissance-aircraft-fixed-wing-FPV-fiberglass-fuselage-only/32599898940.html>

[8]. Zákon č. 49/1977 Sb. Zákon o civilním letectví

[9]. SEKYROVÁ, Bc. Kateřina. *BEZPEČNOSTNÍ ASPEKTY PROVOZU UAV V OKOLÍ ŘÍZENÝCH LETIŠŤ*. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT. Vedoucí práce Doc.Ing. Daniel Hanus, CSc.Str. 22-23

[10]. Riga declaration on remotely piloted aircraft (drones): Framing the future of aviation. In: *European Commission* [online]. 10.5.2015. [cit. 23.1.2018]. Dostupné z:

<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/news/doc/2015-03-06-drones/2015-03-06-riga-declaration-drones.pdf>

[11]. Warsaw declaration: Drones as a leverage for jobs and new business opportunities. In: *EASA* [online]. 24.11.2016. [cit. 23.1.2018]. Dostupné z:

<https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Warsaw%20Declaration%20on%20Drones%2024%20Nov%202016%20final%20EN.PDF>

[12]. Drones Helsinki Declaration. In: *European Commission* [online]. 22.11.2017. [cit. 25.1.2018]. Dostupné z:

<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2017-drones-declaration-helsinki.pdf>

[13]. SEKYROVÁ, Bc. Kateřina. *BEZPEČNOSTNÍ ASPEKTY PROVOZU UAV V OKOLÍ ŘÍZENÝCH LETIŠŤ*. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT. Vedoucí práce Doc.Ing. Daniel Hanus, CSc.

[14]. Reforma bezpečnosti letectví v EU si posvítí na drony. *Podnikatel* [online]. 2018 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.podnikatel.cz/clanky/reforma-bezpecnosti-letectvi-v-eu-si-posviti-na-drony/>

[15]. Není třeba panikařit aneb Co přinese celounijní evropská legislativa pro drony. *Lupa.cz* [online]. 2018, 1.8.2018 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/clanky/neni-treba-panikarit-aneb-co-prinese-celounijni-evropska-legislativa-pro-drony/>

[16]. Příprava společných evropských pravidel. *Úřad pro civilní letectví* [online]. 2019, 14.3.2019 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/letadla-bez-pilota-na-palube/priprava-spolecnych-evropskych-pravidel>

[17]. *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/1139 ze dne 4. července 2018 o společných pravidlech v oblasti civilního letectví a o zřízení Agentury Evropské unie pro bezpečnost letectví, kterým se mění nařízení (ES) č. 2111/2005, (ES) č. 1008/2008, (EU) č. 996/2010, (EU) č. 376/2014 a směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU a 2014/53/EU a kterým se zrušuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 552/2004 a (ES) č. 216/2008 a nařízení Rady (EHS) č. 3922/91. In: . 2018.*

[18] *KONCEPCE PROVOZU BEZPILOTNÍCH SYSTÉMŮ V RÁMCI HZS ČR: PRO OBDOBÍ 2016 AŽ 2019, Č.j. MV-171862-1/PO-IZS-2015.* Ministerstvo vnitra-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2016.

[19]. *Ústav fyziky atmosféry: rychlost větru* [online]. 2009 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <http://www.ufa.cas.cz/index.php?act=search&opt=5&search=rychlost+v%C4%9Btru>

[20]. *Mobilmania: Chráníte své baterie před mrazem? Z kapacity ukousne víc než letní vedro*[online]. 1.2.2018 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.mobilmania.cz/clanky/chranite-sve-baterie-pred-mrazem-z-kapacity-ukousne-vic-nez-letni-vedro/sc-3-a-1340868/default.aspx#part=1>

[21]. *Aurora Europe: All about Kp index* [online]. [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <http://www.aurora-service.eu/aurora-school/all-about-the-kp-index/>

[22]. *SPACE WEATHER PREDICTION CENTER: Planetary K index* [online]. [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.swpc.noaa.gov/products/planetary-k-index>

[23]. *UAV forecast* [online]. [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.uavforecast.com/#/>

[24]. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.

[25]. Zákon č. 239/2000 Sb. O integrovaném záchranném systému

[26]. ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. *Integrovaný záchranný systém*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-007-4.

[27]. DONNELLY, James H., Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. *Management*. 2. vyd. Praha: Grada, 1997. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7169-422-9.

[28]. BLAŽEK, Ladislav. *Management: organizování, rozhodování, ovlivňování*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4429-2.

[29]. Vlastní zdroj

[30]. Se záchranou a obnovou pařížské katedrály Notre-Dame pomohly drony. *IHned* [online]. 18.4.2019 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://tech.ihned.cz/c1-66557470-se-zachranou-a-obnovou-parisske-katedraly-notre-dame-pomohly-drony-prispet-mohou-i-videohry>

[31]. Dopravní policie využívá drony. *Aktuálně* [online]. 1.3.2019 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/policie-vyuzije-drony-ve-strednich-cechach-budou-chytat-pira/r~85d57ff03c2611e9b38a0cc47ab5f122/?redirected=1555756810>

[32]. Ing. Dušan Uhlík - ústní sdělení (velitel stanice HZS Karlovarského kraje, Sokolovská 108A) dne 1.května 2019

[33]. Policie České republiky: Letecké služba PČR. *Policie České republiky* [online]. 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/policie-ceske-republiky-letecka-sluzba-824129.aspx>

[34]. Policejní drony. *Policie.cz* [online]. 18.5.2017 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/policejni-drony.aspx>

[35]. *Droneweb: Jak (ne)létat daleko?* [online]. 2018, 16.3.2018 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/konstrukce/item/218-drony-ovladani-dosah>

[36]. *Lidovky.cz: Drony třikrát narušily provoz pražského letiště. Jejich monitorování bude posíleno* [online]. 15.4.2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/domov/drony-trikrat-zasahly-do-provozu-prazskeho-letiste-nova-detekce-dronu-posili-jejich-monitorovani.A190415_180118_ln_domov_ele

[37]. *Eurozprávy: Drony zaútočily na letiště Gatwick 67krát. Jeden spadl, policie ho zkoumá* Zdroj: <https://eurozpravy.cz/zahranicni/eu/244057-drony-zautocily-na-letiste-gatwick-67krat-jeden-spادل-policie-ho-zkouma> [online]. 24.12.2018 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://eurozpravy.cz/zahranicni/eu/244057-drony-zautocily-na-letiste-gatwick-67krat-jeden-spادل-policie-ho-zkouma/>

[38]. *IDnes: Přelet dronu obral britské letiště o čtvrtinu loňského růstu* [online]. 16.1.2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/doprava/dron-gatwick-incident-skody-letiste-velka-britanie.A190116_144929_eko-doprava_fih

[39]. Marek Fryš – telefonický hovor (Horská služba České republiky, Krkonoše) 16. Ledna 2019

[40]. *Horydoly: Recco nezachrání, ale pomůže* [online]. 2003 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.horydoly.cz/lyzari/recco-neochrani-ale-pomuze.html>

[41]. USAR.CZ - .. / Slovenská republika - srpen 2000. Object moved [online]. Copyright © 2006 Created by [cit. 27.03.2019]. Dostupné z: <http://www.usar.cz/webmagazine/articles.asp?ida=147&idk=315>

[42]. Soukromý vs. státní vrtulník: Podle armády jsou náklady srovnatelné — ČT24 — Česká televize. ČT24 — Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR — Česká televize [online]. Copyright © [cit. 27.03.2019]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/1097597-soukromy-vs-statni-vrtulnik-podle-armady-jsou-naklady-srovnatelne>

[43]. BĚLÁNEK, Lukáš. *Vliv teploty, tlaku a vlhkosti spalovacího vzduchu na výkonové parametry motoru*. Brno, 2010. Diplomová práce. Mendelova univerzita. Vedoucí práce Jiří Čupera.

[44]. Požár. *Požár: Nebezpečí zplodin hoření* [online]. 25.5.2006 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/5202-nebezpeci-zplodin-horeni/>

[45]. [Drony - Praktická příručka pro majitelé dronů DJI. Praha: Agentura Rubico s.r.o, 2017. ISBN 978-80-7346-228-4. Str.10

[46]. Blue Panther s.r.o. je přímý zástupce pro termokamery Fluke a Flir do ČR a SR. Blue Panther s.r.o. - Přímý zástupce firem Fluke, Kyoritsu, Teledyne Lecroy, Schleich, Chauvin Arnoux a dalších pro ČR [online]. Copyright © 2019 Blue Panther s.r.o. [cit. 28.03.2019]. Dostupné z: <https://www.blue-panther.cz/termokamery>

[47]. *DJI Zenmuse XT 2 by FLIR* [online]. In: . [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://commercialdrones.co.za/products/dji-zenmuse-xt-2-by-flir>

[48]. *Government of Canada Awards Drone Airspace Management System Contract to Kongsberg Geospatial* [online]. In: . [cit. 2019-05-12].

[49]. *FIRE SAFETY WITH DRONES: HOW TO USE A DRONE TO FIND AND EXTINGUISH HOT SPOTS* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://thedronegirl.com/2016/12/24/fire-safety-drones-extinguish-hot-spots/>

[50]. *Koncepce požární ochrany Karlovarského kraje do roku 2029: Operačně taktická podpora řízení mimořádných událostí bezpilotními prostředky*. 2018.

[51]. : Požár u jezera Medard má na svědomí žhář, hrozí mu až tři roky vězení. *Sokolovský deník* [online]. 4.5.2017 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://sokolovsky.denik.cz/pozary/pozar-u-jezera-medard-ma-na-svedomi-zhar-hrozi-mu-az-tri-roky-vezeni-20170504.html>

[52]. PAŠKOVÁ, Miroslava. *Drony pro hasiče - reakce: A kdo by s dronem při zásahu létal?* [online]. 2015, 19.2.2015 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/drony-pro-hasice-reakce-a-kdo-by-s-dronem-pri-zasahu-letal>

[53] *Volkswagen* [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://konfigurator.vw-uzitkove.cz/cc-cz/cs_CZ_LNF/L/detail/201/SGA1F500/B4B4/JG/\\$1L/@?GrossNetSwitch=NET](https://konfigurator.vw-uzitkove.cz/cc-cz/cs_CZ_LNF/L/detail/201/SGA1F500/B4B4/JG/$1L/@?GrossNetSwitch=NET)

[54]. *DJI Inspire 2 Combo X5S s licenci* [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://dronpro.cz/produkt/dji-inspire-2-combo-x5s-s-licenci/?utm_campaign=Heureka&utm_medium=product&utm_source=heureka.cz&utm_term=2035

[55]. *DJI Zenmuse XT 2 by FLIR* [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://commercialdrones.co.za/products/dji-zenmuse-xt-2-by-flir>

[56]. DJI Mavic 2 Enterprise (ZOOM) Universal Edition. *Dronpro* [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://dronpro.cz/produkt/dji-mavic-2-enterprise-zoom-universal-edition/?gclid=CjwKCAjwiN_mBRBBEiwA9N-e_isCnC_BomKV99aPAC_CvrsMo_9LzoAvaVVkmEjWHlpDpgKH3AWUxBoCv-gQAvD_Bw

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Porovnání vlastností typů bezpilotních letadel [5]	16
Obrázek 2 Hexakoptéra Robodrone Kingfisher využívaný HZS ČR [6]	17
Obrázek 3 Dron s pevnými křídly – neznámý výrobce[7]	18
Obrázek 4 Průměrná rychlost větru ve výšce 1000m nad povrchem [19]	27
Obrázek 5 Vliv teploty na kapacitu baterie [20]	28
Obrázek 6 Cyklus managementu dle Henry Fayola [29]	33
Obrázek 7 Termo-kamera Zenmuse XT2 na dronu Matrice[46]	46
Obrázek 8 Využití dronu při monitoringu lesního požáru, Kanada [48]	47
Obrázek 9 Snímek z termo-kamery, odhalující doutnající místa pod zemí [49] ..	48
Obrázek 10 Výjezdové body BS HZS [18].....	52
Obrázek 11 Příklad získávání informací při zásahu pomocí UAV[29]	63

11 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Faktory ovlivňující bezpečnost letu UAV [23].....	30
Tabulka 2 SWOT analýza užívání UAV v krizovém řízení [29].....	39
Tabulka 3 Technické požadavky na UAV [18]	54
Tabulka 4 Odhadovaná pořizovací cena Mobilní jednotky UAV HZS [29,53,54,55,56].....	56