



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Bc. Lukáš Hofman

**Koncepce integrace UAS do metodiky zásahu  
letištních hasičů**

Diplomová práce

**2020**



**K621** .....**Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Lukáš Hofman**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Koncepce integrace UAS do metodiky zásahu  
letištních hasičů**

Název tématu (anglicky): Concept of UAS Integration into ARFF Operation

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je vytvořit koncepci integrace UAS do současné struktury metodiky zásahu letištních hasičů v CTR
- Typologie a metodika zásahu letištních hasičů v CTR
- Návrh začlenění bezpilotních systémů při definovaných druzích zásahů letištních hasičů v CTR
- Koordinace letištních hasičů se službou řízení letového provozu v průběhu zásahu v CTR
- Vytvoření metodiky zásahu při využití bezpilotních systémů
- Začlenění koncepce do současné struktury fungování letištních hasičů



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: STČ 04/IZS Zásah složek IZS u mimořádné události  
Letecká nehoda  
ICAO doc 9137: ASM, part 1 - Rescue and firefighting  
Letecký předpis L14

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Šárka Hulínská**  
**Ing. Adam Kleczatský**

Datum zadání diplomové práce: **17. července 2019**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **18. května 2020**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Lukáš Hofman  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 17. července 2019

## Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady a cenné rady k vypracování této diplomové práce. Zvláště pak děkuji Ing. Šárce Hulínské za odborné vedení, konzultace a trpělivost při vedení diplomové práce. Rovněž bych chtěl poděkovat své rodině, kolegům, přátelům za morální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu mého studia.

## Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

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)

V Praze dne 10. srpna 2020



.....

podpis

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Diplomová práce

## **Koncepce integrace UAS do metodiky zásahu letištních hasičů**

Bc. Lukáš Hofman

Srpen 2020

### **Abstrakt**

Cílem diplomové práce Koncepce integrace UAS do metodiky zásahu letištních hasičů je vytvořit novou koncepci začlenění bezpilotních systémů při definovaných druzích zásahů letištních hasičů v CTR včetně implementace této koncepce do současné metodiky jednotek letištních hasičů. V této práci bylo využito poznatků z praxe jednotek HZS ČR se zaměřením na vybrané typy zásahů, kde je vhodná implementace UAS do metodiky zásahů letištních hasičů. První část této práce se zabývá současnou legislativou v oblasti bezpilotních systémů, včetně nově vzniklé legislativy, v další části jsou zmíněny vybrané zásahy profesionálních hasičů, při kterých bylo využito bezpilotního systému pro podpůrnou činnost velitele zásahu. V následujících kapitolách je řešena metodika vybraných typů zásahů a návrh nové metodiky pro využití UAS, k této metodice je dále popsána koordinace mezi stanovištěm ŘLP a letištními hasiči. Závěrečná část této práce obsahuje validaci koncepce, v které jsou využity poznatky z praktického záletu UAS v CTR. Stanovený cíl této práce byl splněn a navržená koncepce tak může napomoci k samotné realizaci pořízení UAS jednotkami letištních hasičů.

### **Klíčová slova**

UAS, bezpilotní letadlo, řízení letového provozu, legislativa, koncepce, hasičská a záchranná služba,

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Master's thesis

## **Concept of UAS integration into ARFF operation**

Bc. Lukáš Hofman

August 2020

### **Abstract**

The aim of the diploma thesis Conception of UAS integration into the methodology of airport firefighters is to create a new conception of integration of unmanned systems in defined types of airport firefighters in CTR, including the implementation of this conception in the current methodology of airport fire brigades. In this thesis, knowledge from the experience of units of the Fire and Rescue Service of the Czech Republic was used, focusing on selected types of interventions, where the implementation of UAS into the methodology of airport firefighters is appropriate. The first part of this work deals with current legislation in the field of unmanned systems, including new legislation, the next part mentions selected interventions of professional firefighters, which used an unmanned system for support activities of the intervention commander. The following chapters deal with the methodology of selected types of interventions and the design of a new methodology for the use of UAS, in addition to this methodology, the coordination between the ANS post and airport fire brigades is described. The final part of this thesis contains the validation of the conception, where the knowledge from the practical approach of UAS in CTR is used. The stated goal of this work was fulfilled and the proposed conception can help the actual implementation of the acquisition of UAS by airport fire brigades.

### **Key words**

UAS - unmanned aerial system, drone, air traffic control, legislation, conception, fire and rescue service

## Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Seznam použitých zkratk</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>Úvod</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>1 Legislativa v ČR</b> .....   | <b>9</b>  |
| 1.1 Doplněk X – předpis L2 .....  | 9         |
| 1.1.1 Provoz bezpilotních systému v prostorech CTR .....                        | 10        |
| 1.2 Harmonizovaná legislativa EU .....  | 12        |
| 1.2.1 Otevřená kategorie (Open) .....   | 12        |
| 1.2.2 Specifická kategorie .....  | 13        |
| 1.2.3 Certifikovaná kategorie .....   | 14        |
| 1.2.4. U-Space .....  | 15        |
| <b>2 Využití UAS u jednotek požární ochrany mimo CTR</b> .....                  | <b>17</b> |
| 2.1 Využití dronů u jednotek HZS podniků .....                                  | 17        |
| 2.1.1 Využití dronů v podniku FOSFA a.s. ....                                   | 18        |
| 2.1.1 Využití dronů v podniku Škoda auto a.s. ....                              | 19        |
| 2.2 Využití dronů u HZS České republiky .....                                   | 19        |
| 2.2.2 Využití dronů v Pardubickém kraji .....                                   | 20        |
| 2.2.3 Využití dronů v Karlovarském kraji .....                                  | 20        |
| 2.3.1 Vybrané zásahy a cvičení s použitím UAS .....                             | 21        |
| <b>3 Problematika dronů na letištích</b> .....                                  | <b>23</b> |
| 3.1 Nebezpečí incidentů .....   | 23        |
| 3.2 Nebezpečí střetu UAS s jiným letadlem .....                                 | 23        |
| <b>4 Využití UAS pro vybrané zásahy</b> .....                                   | <b>25</b> |
| 4.1 Zásah jednotek letištních hasičů u mimořádné události letecká nehoda .....  | 26        |
| 4.1.1. Cvičení AIRCRAFT EVAC 2019 .....   | 29        |
| 4.1.2 Shrnutí výhod a nevýhod UAS u letecké nehody .....                        | 30        |
| 4.2 Zásah JPO u hromadné dopravní nehody .....                                  | 30        |
| 4.2.1. Cvičení složek IZS u hromadné dopravní nehody .....                      | 31        |
| 4.2.2 Shrnutí výhod a nevýhod použití UAS při hromadné dopravní nehodě .....    | 32        |
| 4.3 Zásah jednotek PO u požárů budov .....                                      | 33        |
| 4.3.1 Zásah jednotek PO při požáru budovy .....                                 | 33        |
| 4.3.2 Shrnutí výhod a nevýhod použití UAS při požáru budov .....                | 34        |
| 4.4 Zásah jednotek PO při úniku nebezpečných látek .....                        | 35        |
| 4.4.1 Zásah jednotek PO při zásahu u nebezpečných látek .....                   | 37        |
| 4.4.2 Shrnutí výhod a nevýhod použití UAS při zásahu u nebezpečných látek ..... | 38        |
| <b>5 Začlenění techniky UAS do metodiky zásahu letištních hasičů</b> .....      | <b>39</b> |
| 5.1 Využití UAS u letecké nehody .....  | 39        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.1.1 Označení místa letecké nehody .....                                       | 40        |
| 5.1.2 Dálkový přenos informací do krizového štábu .....                         | 41        |
| 5.1.3 Využití UAS v rámci vyšetřování ÚZPLN.....                                | 41        |
| 5.2 Úpravy v STČ – 04/IZS.....  | 41        |
| 5.2.1 Průzkum .....   | 41        |
| 5.2.2 Síly a prostředky jednotek PO.....  | 42        |
| 5.3 Úpravy v Airport Service Manual .....                                       | 42        |
| 5.3.1 Hašení letadel a postupy záchrany .....                                   | 42        |
| 5.4 Využití UAS u hromadné dopravní nehody .....                                | 44        |
| 5.4.1 Úkoly a činnosti jednotek PO .....  | 44        |
| 5.4.2 Síly a prostředky k záchranným a likvidačním pracím .....                 | 44        |
| 5.5 Využití UAS u požárů budov.....   | 45        |
| 5.5.1 Úkoly a činnosti jednotek PO .....  | 45        |
| 5.6 Využití UAS při úniku nebezpečných látek.....                               | 46        |
| 5.6.1 Úkoly a činnosti jednotek PO .....  | 46        |
| <b>6 Koordinace mezi ŘLP a HZS letiště .....</b>                                | <b>47</b> |
| 6.1 Technické vybavení.....   | 48        |
| 6.1.1 Mobilní radiostanice .....  | 48        |
| 6.1.2 Ruční radiostanice .....  | 49        |
| 6.1.3 SQUID vysílač .....   | 49        |
| 6.2 Postupy spojení.....  | 51        |
| 6.3 Personální požadavky k obsluze UAS .....                                    | 52        |
| <b>7 Vhodné modelové řady UAS a technologie pro použití u HZSP Letiště.....</b> | <b>53</b> |
| 7.1 DJI Phantom 4.....  | 53        |
| 7.2 DJI Mavic .....   | 54        |
| 7.3 DJI Matrice .....   | 55        |
| 7.4 Speciální velitelské vozidlo vybavené UAS.....                              | 57        |
| <b>8 Validace koncepce.....</b>   | <b>59</b> |
| 8.1 Testovací let 1 .....   | 59        |
| 8.2 Testovací let 2.....  | 61        |
| <b>Závěr .....</b>  | <b>63</b> |
| <b>Seznam obrázků .....</b>   | <b>69</b> |
| <b>Seznam tabulek.....</b>  | <b>70</b> |
| <b>Seznam grafů .....</b>   | <b>70</b> |



## Seznam použitých zkratk

|         |  |   |
|---------|--|---|
| ADS-B   | Automatický závislý přehledový systém – vysílání     | Automatic dependent surveillane – broadcast |
| ARP     | Vztažný bod letiště                                  | Aerodrome reference point                   |
| AGL     | Nad úrovní země                                      | Above ground level                          |
| CTR     | Řízený okresek                                       | Control zone                                |
| ČSA     | České aerolinie                                      | Czech Airlines                              |
| EASA    | Evropská agentura pro bezpečnost letectví            | European Aviation Safety Agency             |
| GNSS    | Globální družicový polohový systém                   | Global Navigation Satellite System          |
| GPS     | Globální polohový systém                             | Global Positioning System                   |
| HZS     | Hasičský záchranný sbor                              |   |
| HZS ČR  | Hasičský záchranný sbor České republiky              |   |
| HZS KVK | Hasičský záchranný sbor Karlovarského kraje          |   |
| HZSP    | Hasičský záchranný sbor podniku                      |   |
| JPO     | Jednotka požární ochrany                             |   |
| LUC     | Osvědčení provozovatele lehkého bezpilotního systému | Light UAS Operator Certificate              |
| OPIS    | Operační a informační středisko                      |   |
| PNP     | Přednemocniční neodkladná péče                       |   |
| ŘLP     | Řízení letového provozu                              | Air Traffic Control                         |
| RWY     | Vzletová a přistávací dráha                          | Runway                                      |
| START   | Snadná terapie a rychlé třídění                      |   |
| TWR     | Řídící věž   | Tower                                       |
| UAS     | Bezpilotní letecké systémy                           | Unmanned Aerial Systems                     |
| ÚZPLN   | Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod  |   |
| VEA     | Velitelský automobil                                 |   |
| VHF     | Velmi krátké vlny                                    | Very High Frequency                         |

## Úvod

Bezpilotní systémy se v dnešní době stávají vynikajícím prostředkem pro různá odvětví, jakými mohou být například záchranné složky. Posledních řadu let se lze setkávat s pozvolným vzestupem využití bezpilotních systémů u jednotek profesionálních hasičů, kde se tyto bezpilotní systémy stávají součástí výjezdové techniky, napomáhají ke zvyšování úrovně poskytování služeb těmito složkami a urychlují celý průběh zásahu. Momentální technologický vývoj v oblasti bezpilotních systémů sebou přináší nové možnosti využití nových technologií v rámci různých záchranných operacích, řešení mimořádných událostí apod. Několik hasičských stanic Hasičského záchranného sboru České republiky (HZS ČR) již dnes disponuje nejmodernější technikou v oblasti bezpilotních systémů, tato technika je stále častěji využívána pro zlepšení přehledu o situaci na místě mimořádných událostí a dokazuje tak potenciál těchto bezpilotních systémů u záchranných sborů.

Volba tohoto tématu předcházela myšlence, proč by výše zmíněné výhody nemohli být využity i u jednotek letištních hasičů. Mnoho jednotek letištních hasičů má v dnešní době velice podobnou skladbu zásahů jako jiní profesionální hasiči, s ohledem na fakt, že vždy musí být zabezpečen i letový provoz. Nové technologie, jakými mohou být právě bezpilotní systémy mohou zvýšit úroveň poskytování pomoci při mimořádných událostech nejen v letovém provozu u jednotek letištních hasičů

Předložená diplomová práce má za cíl vytvořit především novou koncepci, která by napomohla ukotvit nové metody využití bezpilotních systémů v současné metodice, podle které se řídí jednotky letištních hasičů a přinést ucelený náhled na možnosti využití bezpilotních systémů u těchto jednotek. K tomu bude zapotřebí zjistit do jakých typů zásahů letištních hasičů je vhodné zakomponovat využití bezpilotního systému v rámci podpory velitele zásahu a zdali je vůbec reálné takovéto využití u letištních hasičů.

# 1 Legislativa v ČR

V České republice platí několik důležitých předpisů v souvislosti s provozováním bezpilotních systémů, mezi které patří především zákon č. 49/1997 sb., o civilním letectví, který stanovuje pravidla pro provoz letadel a využívání vzdušeného prostoru České republiky pro civilní provoz. V tomto zákonu nalezneme například § 2 odst. 2, kde se za model letadla nepovažuje letadlo, pokud maximální vzletová hmotnost převyšuje 25 kilogramů. Příkladem povolení od Úřadu pro civilního letectví (dále jen ÚCL) je povolení k provozování leteckých prací, které je nutné v případě, kdy chce uživatel využívat bezpilotní systém ke komerčním účelům, podnikatelskou činnost nebo pokud má bezpilotní letadlo maximální vzletovou hmotnost více jak 25 kilogramů. [1]

Letecký předpis L2 stanovuje pravidla pro létání s bezpilotními systémy, součástí tohoto předpisu je i Doplněk X, který je popsán dále v této práci. Pro provoz bezpilotních letadel je nutné být v souladu i s ostatními právními předpisy, jakými jsou například Zákon o požární ochraně č. 133/1985 Sb., Zákon o ochraně zdraví č. 258/2000 Sb., Zákon o nakládání s bezpečnostním materiálem č. 310/2006 Sb., a jiné. [2]

## 1.1 Doplněk X – předpis L2

Doplněk X vešel v platnosti dne 1. března roku 2012 z důvodu nutnosti úpravy stávající legislativy a také zavedení nových pojmů. V Doplněku X nalezneme pravidla pro užívání bezpilotních systémů ve vzdušném prostoru České republiky a je také pramenem několika důležitých bodů pro tuto diplomovou práci. Jako první je důležité zmínit, co zkratka UAS znamená. Pod zkratkou UAS nalezneme anglický název Unmanned Aircraft Systems, neboli bezpilotní letecké systémy, které se skládají z bezpilotního letadla, dále z řídicí stanice a také jakéhokoliv dalšího prvku, který umožňuje samotný let, například zařízení pro vypuštění nebo návrat. V rámci bezpilotního systému platí, že počet bezpilotních letadel, řídicích stanic a prvků pro vypuštění a návrat může být více. [1]

Bezpilotní systémy jsou dle Doplněku X rozděleny do 4 základních kategorií dle maximální vzletové hmotnosti stroje, do první kategorie bezpilotních leteckých prostředků patří stroje do maximální vzletové hmotnosti 0,91 kg, následuje další kategorie v rozmezí 0,91 až 7 kg, dále kategorie mezi 7 a 25 kg. Poslední kategorií tvoří bezpilotní prostředky, které mají maximální vzletovou hmotnost větší než 25 kg.

Každá kategorie má rozdílně stanovené bezpečné vzdálenosti od nezúčastněných osob na provozu, hustě osídlených prostor a také nemovitostí. V kategorii do 7 kg maximální vzletové hmotnosti je za takovou vzdálenost požadována tzv. bezpečná vzdálenost, stanovená dle uvážení pilota dronu. Bezpečná vzdálenost znamená, že horizontální vzdálenost mezi pilotem a bezpilotním prostředkem je bezpečná i v případě nouzové situace a je zde vyloučena možnost ohrožení. V této kategorii, do 7 kg, jsou nejvíce zastoupená taková bezpilotní letadla, která jsou běžně používána u profesionálních jednotek hasičů. U letadel, která mají maximální vzletovou hmotnost větší než 7 kg musí být minimální horizontální vzdálenost větší než 50 metrů v průběhu vzletu nebo přistání a 100 metrů během letu. Tyto hodnoty se vždy vztahují k nezúčastněným osobám na provozu, prostředkům a stavbám. Od hustě osídleného prostoru je požadována vzdálenost 150 metrů. [1] [2]

V Doplnku X taktéž nalezneme pojem bezpilotní letadlo, což je letadlo, které je určené pro provoz bez pilota na palubě. V této práci se pak taky často setkáme s pojmem „dron“. Tento pojem má mnoho významů, ale dron je hlavně bezpilotní letecký komplexní systém nebo bezpilotní letecký prostředek bez posádky na palubě, který je v dohledu pilota řízený na dálku [1]. Pro jednotky profesionálních hasičů platí stejná pravidla jako pro běžné uživatele bezpilotních systémů. To v praxi znamená, že pro provoz těchto letadel je zapotřebí získat povolení od ÚCL. [1] [2]

### **1.1.1 Provoz bezpilotních systému v prostorech CTR**

Pro provoz bezpilotních letadel v řízeném okrsku (CTR) jsou stanovena pravidla v Doplnku X. CTR představuje řízený prostor kolem letiště, kde veškeré pohyby letadel podléhají povolení pro zvýšení bezpečnosti v daném prostoru. Tento prostor podléhá většinou správě provozovatele letiště spolu se službou řízení letového provozu. Na obrázku č. 1 je pro názornost zobrazený prostor CTR pražského letiště v aplikaci DronView, která je využívána pro předletovou přípravu pilotům bezpilotních systémů.

Doplněk X rozlišuje pravidla pro provoz bezpilotních systémů v CTR do vzdálenosti 5,5 km od vztažného bodu letiště (ARP) a pravidla pro provoz od hranice 5,5 km dále.

Provoz uvnitř kružnice 5,5 km od ARP musí být bez ohledu na váhovou kategorii bezpilotního systému koordinován vždy s provozovatelem letiště a Řízením letového provozu (ŘLP). V tomto případě může ŘLP vyžadovat odpovídač sekundárního radaru a obousměrné spojení. Pokud pilot není držitelem platného povolení k provozování leteckých prací bezpilotním letadlem, musí se navíc koordinovat i s Úřadem pro civilní letectví (ÚCL). Let je možné uskutečnit, pouze pokud pilot získá povolení od všech výše uvedených institucí.

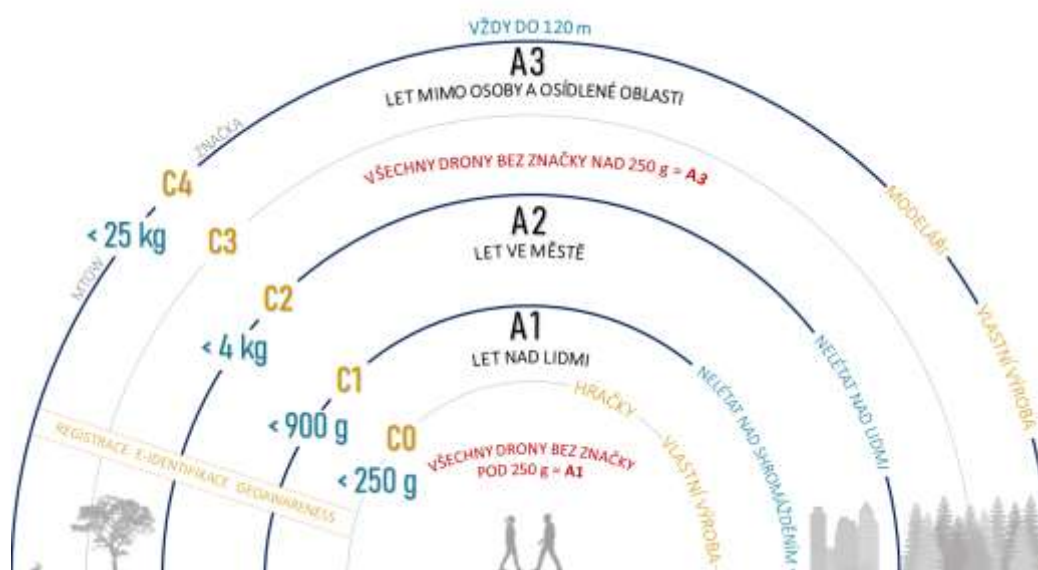


## 1.2 Harmonizovaná legislativa EU

Vysoký nárůst provozu bezpilotních systémů a rychlého vývoje technologií v Evropě zapříčinilo vzniku zcela nové legislativy, kterou vytvořila Evropská agentura pro bezpečnost v civilním letectví (EASA), jejímž výsledkem je Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/947 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. Nová legislativa měla vstoupit v platnost od 1. července 2020 avšak vzhledem k situaci ohledně COVID-19 se platnost nové legislativy odkládá až na termín 31.12.2020 a přináší i mnoho změn ke stávajícímu Doplnku X. Nová legislativa bude platit pro všechny členské státy Evropské unie a její zavedení bude postupné. Cílem nové legislativy je především zvýšit bezpečnost bezpilotních systémů a sjednotit pravidla pro všechny členy Evropské Unie. Hlavní zásadní změnou v nové legislativě je rozdělení bezpilotních systémů do tří níže popsanych kategorií. [5]

### 1.2.1 Otevřená kategorie (Open)

První kategorie je označená jako otevřená kategorie (open), tato kategorie se především zaměřuje na širokou veřejnost, protože jsou v ní zahrnuty bezpilotní systémy, které představují poměrně nízké provozní riziko. Bepilotní letadla v této kategorii mají maximální vzletovou hmotnost do 25 kilogramů a mohou vzlétnout pouze do výšky maximálně 120 metrů nad povrchem země. Pilot bezpilotního letadla musí dodržet bezpečnou vzdálenost od osob neboli nesmí létat na shromážděnými osobami. Dále se provoz bezpilotních systémů v této kategorii dělí do tří podkategorií označených A1, A2, A3, podkategorie lze vidět na obrázku č.3. [5]



Obrázek 3 – Grafické znázornění otevřené kategorie [6]

**A1** podkategorie zahrnuje bezpilotní letadla do maximální vzletové hmotnosti 250 gramů včetně užitečného zatížení a maximální provozní rychlost nesmí překročit více jak 19 m/s. V této podkategorii piloti bezpilotních letadel nesmějí přelétávat nad shromážděnými osobami. V případě, že se jedná o bezpilotní letadlo třídy C1, musí uživatel absolvovat výcvikový on-line kurz, který je zakončený zkouškou obsahující 40 otázek z přesně stanovených témat. Pro uživatele bezpilotních systémů v této kategorii je i nutnost vybavení bezpilotního letadla funkcí „geo-awareness“, což je funkce, která zjišťuje možné porušení daného vzdušného prostoru z údajů, které poskytly členské státy Evropské unie a upozorní dálkově řídicího pilota, tak aby mohl učinit opatření k nenarušení daného vzdušného prostoru. [5]

**A2** podkategorie nařizuje pilotům bezpilotních letadel, aby nepřelétali nad nezapojenými osobami a let bezpilotního systému probíhal minimálně 30 metrů od těchto osob ve vodorovné vzdálenosti. V případě, kdy dálkově řídicí pilot má aktivní funkci „low speed mode“ může snížit bezpečnou vzdálenost v horizontální rovině až na 5 metrů od nezapojených osob. Funkce „low speed mode“ znamená, že se bezpilotní letadlo pohybuje nízkou rychlostí. Pilot dálkově řídicího bezpilotního letadla musí být obeznámen s uživatelskou příručkou od výrobce a musí být držitelem osvědčení a způsobilosti dálkově řídicího pilota. Provoz v této kategorii může být provozován pouze bezpilotními letadly třídy 2. [5]

**A3** podkategorie zahrnuje provoz bezpilotních systémů v prostoru, kde dálkově řídicí pilot neohrožuje žádné nezapojené osoby v okruhu, kde je provozováno bezpilotní letadlo a let je prováděn ve vodorovné vzdálenosti minimálně 150 metrů od obytných prostor. Opět zde platí, že pilot bezpilotního letadla musí absolvovat online kurz, který je zakončený online testem ze stanovených teoretických znalostí. Váha bezpilotního letadla nesmí překročit 25 kilogramů maximální vzletové hmotnosti. [5] [7]

### **1.2.2 Specifická kategorie**

V této kategorii nalezneme pravidla létání s bezpilotními letadly podle daného plánovaného provozu s těmito letadly. V případě, že podmínky provozu bezpilotních systémů přesáhnou otevřenou kategorii a zároveň nespádají do kategorie certifikované, mluvíme tedy o kategorii specifické, kde je riziko provozování na úrovni střední. Riziko je dále snižováno podle pravidel technického vybavení a schopností pilota stanovených v této kategorii. Získání povolení v této kategorii je složitější než v předchozí „otevřené“ kategorii a představuje složení zkoušek na leteckém úřadu stanoveným státem (v ČR ÚCL), dále předložení několika dokumentů provozovatele bezpilotního systému obsahující informace ke stanovení rizika provozu daného bezpilotního letadla. [5] [7]

V této kategorii je možný provoz podle tzv. „standartního scénáře“, kdy provozovateli stačí vydat prohlášení, že daný provoz s bezpilotním systémem bude prováděn podle pravidel daného scénáře. Jednotlivé standartní scénáře budou publikovány prostřednictvím EASA. Všechny lety podle standartního scénáře mohou být prováděny do výšky 120 metrů nad úrovní země v neřízeném prostoru. V případě provozu v řízeném prostoru, je nutné schválení včetně koordinace od příslušného stanoviště řízení letového provozu. Tyto lety mohou být provedeny pouze s drony o rozměrech daných v tabulce č.1. [5] [7]

Tabulka 1 – Podmínky provozu bezpilotních letadel [7]

| Velikost dronu | Typ letu                  | Podmínky letu   |
|----------------|---------------------------|---|
| Do 1 m         | Za přímého dohledu pilota | Nelétat nad shromážděními osob  |
| Do 3 m         | Za přímého dohledu pilota | Se zajištěním, nebudou přelétávány nezapojené osoby, nelétat nad shromážděními osob |
| Do 1 m         | Mimo přímý dohled pilota  | Nad řídicí osídlenými oblastmi s využitím pozorovatele                              |
| Do 3 m         | Mimo přímý dohled pilota  | Se zajištěním, že nebudou přelétávány nezapojené osoby                              |

Pro profesionální uživatele bude možnost požádat o osvědčení provozovatele lehkého bezpilotního systému (Light UAS operator Certificate – LUC). Toto osvědčení umožní uživatelům bezpilotních systémů zhodnotit vlastní provozní rizika a následně si provoz schválit. Osvědčení provozovatele lehkého bezpilotního systému bude možné získat na ÚCL po splnění určitých podmínek. Pokud pro zamýšlený let nestačí omezení ve standartním scénáři nebo provozovatel není držitelem LUC, je nutné zažádat o Oprávnění k provozu vydané úřadem. [7]

### 1.2.3 Certifikovaná kategorie

V této kategorii mohou být bezpilotní systémy projektovány i pro přepravu nebezpečného nákladu nebo dokonce i lidí. Obecně sem budou patřit především bezpilotní letadla, jejichž rozměr bude činit více jak 3 metry a létání bude možné i nad shromážděními osob.



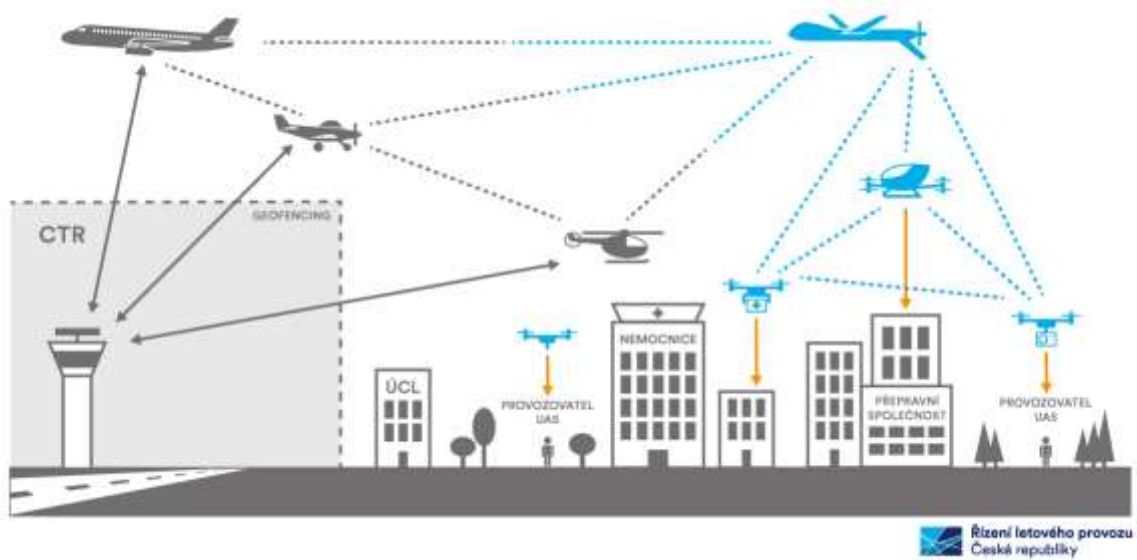
Pro provoz těchto bezpilotních systémů budou muset provozovatelé získat certifikaci od příslušného úřadu včetně certifikace personálu a techniky. Certifikaci bude podléhat i samotné letadlo. Provoz bezpilotních systémů v této kategorii bude z výše zmíněných nejvíce rizikový. Pravidla pro tento typ provozu se teprve vyvíjí. [5] [7]

#### **1.2.4. U-Space**

K nové evropské legislativě bude postupně přicházet i jednotná evropská platforma s názvem U-space, která bude představovat vytvoření a harmonizaci nových podmínek pro provoz bezpilotních systémů. Cílem této nové platformy je především zvýšit bezpečnost a efektivitu využití vzdušeného prostoru a legálně využít bezpilotní letadla s ohledem na technologický vývoj (Obrázek č.4). Tato platforma bude více zaměřená na komerční využití bezpilotních letadel pro provoz mimo vizuální dosah a jiných konkrétních scénářů. Pomocí mobilní aplikace bude prováděna autorizace pilota bezpilotního letadla a následného vydání letového povolení. Integrace této platformy bude pozvolná a je rozdělena na několik etap, plná integrace by měla nastat přibližně do roku 2030, přičemž také záleží na dostupnosti finančních prostředků včetně zajištění potřebného personálu pro zajištění potřebného zázemí a bezpečnosti. [8]

U-space je soubor nových služeb a specifických postupů vedoucích k úplné, bezpečné, a také efektivní integraci bezpilotních systémů do vzdušného prostoru. Pro naplnění požadavků na U-space je zapotřebí zajistit legislativní podmínky a stanovit role jednotlivých zainteresovaných subjektů. Dále je zapotřebí zdokonalit technologie a zaměřit se na vysokou míru digitalizace automatizace. U-space umožní do budoucna lety mimo dohled pilota a otevře dveře novým komerčním činnostem, jako je např. doručování drobných zásilek či v konečném důsledku přepravu osob. [9]

Dále bude díky U-Space umožněn kontrolovatelnější provoz, kdy pro státní zásahy bude umožněno zřízení bezletových zón a ostatní drony tudíž do tohoto prostoru nebudou moci bez souhlasu vlétnout. Takové služby by vyřešily řadu starostí, které doprovází v tuto chvíli zásahy nejen hasičů. Místa zásahů jsou mnohdy sledována medií nebo zvědavými lidmi, kteří chtějí zásah sledovat a neuvědomují si, kolik práce tím záchranářům přidělávají.



Obrázek 4 – Grafické znázornění budoucího využití vzdušného prostoru [8]

## 2 Využití UAS u jednotek požární ochrany mimo CTR

Bezpilotní systémy se postupně začínají využívat u JPO (jednotky požární ochrany), kde jsou v rámci zásahové činnosti velmi dobrou pomůckou pro řešení zásahu. Využití spočívá především v aktivní podpoře JPO na místě zásahu, kde je možné využít dron k průzkumu okolí zásahu, zpřehlednění místa zásahu a tím zefektivnit rozhodovací proces velitele. Zvýšení rychlosti průzkumu rozsáhlých ploch pomocí dronů lze využít například u lesních požárů nebo také povodní. Na dnešní bezpilotní systémy lze kromě klasické kamery umístit i termokameru, která umožňuje odhalit například skrytá ohniska požáru a tím celkově zefektivnit zásah. Tyto bezpilotní systémy jsou také vhodnou volbou u nebezpečných průzkumů, kde hrozí vysoké riziko zranění samotných hasičů u zásahu. Těmito riziky mohou být požáry petrochemických a chemických produktů, zásobníky plynů, pyrotechniky a jiných. Pokud se jedná o požáry chemických látek, lze na bezpilotní prostředky instalovat i vybavení pro detekci látek. [10]

Některá bezpilotní letadla se již stala nedílnou součástí výjezdové techniky profesionálních hasičů, hlavní výhody využití dronů lze shrnout do následujících bodů:

- *poskytnutí optického nadhledu nad situací (celkový obraz situace),*
- *vizualizace nedostupných míst,*
- *vizualizace potřebných procesů (dějů) z bezpečné vzdálenosti,*
- *měření (termovizní a další),*
- *dokumentace sledovaných dějů. [11]*

### 2.1 Využití dronů u jednotek HZS podniků

Jednotky profesionálních hasičů podniků (kategorie IV. JPO) mají specifickou zásahovou činnost, která bývá často pouze v areálech příslušných podniků. Tyto podniky se skládají především z rozsáhlých výrobních a skladovacích prostor, kde hrozí vysoké riziko požárního nebezpečí a často se zde objevuje větší množství druhů nebezpečných látek. V těchto areálech je využití dronů velmi vhodné z důvodu zlepšení přehledu velitele zásahu při případném zásahu. Mezi tyto jednotky HZSP (Hasičský záchranný sbor podniku) patří také jednotky tzv. letištních hasičů neboli HZS podniku daného letiště, kde je zásahová činnost zcela rozdílná než u běžných podnikových hasičů.

### 2.1.1 Využití dronů v podniku FOSFA a.s.

Jednotka profesionálních hasičů podniku FOSFA a.s. byla první podnikovou jednotkou profesionálních hasičů vybavenou bezpilotním letadlem určeným i k zásahové činnosti. Dron DJI Inspire 1 (obrázek č. 5), který byl dodán podniku již v roce 2015, se využívá pro monitoring areálu podniku v rámci ostrahy nebo při kontrole různých technologií, ale také i při zásazích, jakými mohou být například úniky nebezpečných látek. Hasiči v tomto podniku absolvovali školení pro využívání aplikace DJI GO. Dále bylo zapotřebí složení pilotních zkoušek na ÚCL nutných k provozování tohoto dronu v podniku. Dron byl následně zaregistrován v evidenci letadel a obdržel identifikační štítek s imatrikulací. [12]



Obrázek 5 – Dron DJI Inspire s identifikačním štítkem [12]

Tuto modelovou řadu lze využít i pro práci uvnitř budov, kdy dron nevyužívá signálu GPS (Global Positioning System) k řízení a stabilizaci, ale může využít takzvaný ATTI mód (Attitude), který pomocí inerciální řídicí jednotky stabilizuje horizontální polohu a výška je stabilizována pomocí barometrického výškoměru. Stále platí, že dron musí být v dohledu pilota. Vybavení tohoto modelu tvoří především otočná kamera Zenmuse X3, která dokáže pořizovat záznam až v rozlišení 4K. Celkem má jednotka hasičů k dronu 6 baterií, přičemž jedna baterie vystačí přibližně na 18 – 22 minut letu podle zatížení, okolní teploty vzduchu včetně dalších faktorů. [12]

### 2.1.1 Využití dronů v podniku Škoda auto a.s.

Další podnikovou jednotkou profesionálních hasičů, která využívá k zásahové činnosti bezpilotní letadlo je jednotka HZS podniku ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi. Podnikový areál je velice rozsáhlý a je zde také vysoké požární riziko, zakoupením bezpilotního letadla se tak zvýšila akceschopnost místní hasičské jednotky. Podnik zprvu disponoval bezpilotním systémem DJI P4 – 2016, na kterém se učili hasiči základní pilotáž dronu. Poté byl koupen jeden z nejmodernějších dronů DJI M600 – 2016 (Obrázek č.6). Tento dron může být provozován i v nepříznivých povětrnostních podmínkách, jakými mohou být například déšť, vítr, nízké nebo vysoké teploty okolního vzduchu. Konstrukce tohoto dronu umožňuje připojení dvou stabilizátorů, kdy na jeden lze připojit optickou kameru a na druhý termokameru. [13]



Obrázek 6 – DJI 600 pro [13]

### 2.2 Využití dronů u HZS České republiky

Využívání bezpilotních prostředků u profesionální jednotek HZS ČR je poměrně novinkou. Nejvíce zkušeností s ostrým provozem mají hasiči v Karlovarském a Pardubickém kraji. Důležité je také zmínit, že pro všechny jednotky hasičů platí zatím stejná pravidla jako pro běžné uživatele bezpilotní systémů. Proto k jejich provozování u HZS ČR musí jednotka získat povolení k létání bezpilotního letadla a povolení k provozování leteckých prací a musí dodržovat při provozu předpis L2 Doplněk X. Novinkou je vytvoření tzv. opěrných bodů ve čtyřech krajích, kde HZS ČR bude mít dislokovány bezpilotní prostředky včetně plně vyškoleného personálu. [10]

### 2.2.2 Využití dronů v Pardubickém kraji

V Pardubickém kraji využívají hasiči od roku 2019 model DJI Mavic 2 Enterprise (Obrázek č.7), který je vybaven kromě klasické kamery i termokamerou. Tento dron byl již několikrát využit při ostrých zásazích, například při požáru v areálu podniku Explosia z 1. 11. 2019. Výhody tohoto dronu jsou především malé rozměry a rychlost zprovoznění při ostrém zásahu. Stejně jako u jiných zásahů jde zde důležitý pohled z výšky, kdy dron pomocí termokamery dokáže zobrazit jednotlivá ohniska požáru a tím zefektivní rozhodovací proces velitele zásahu. [14]



Obrázek 7 – DJI Mavic 2 Enterprise [14]

### 2.2.3 Využití dronů v Karlovarském kraji

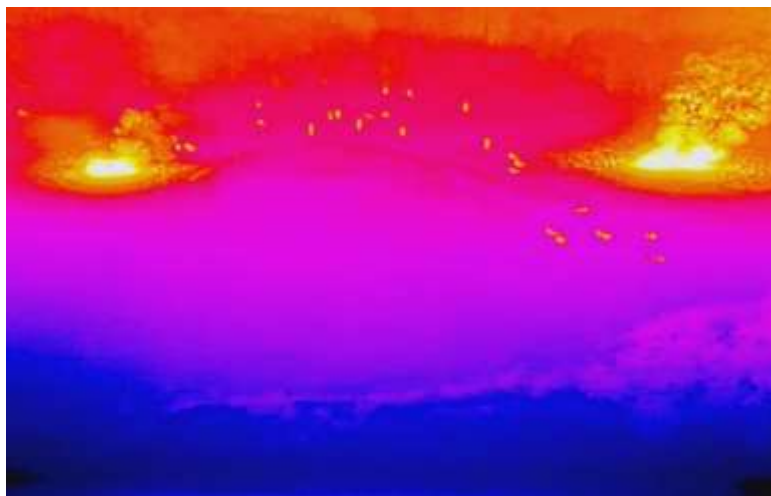
V Karlovarském kraji, konkrétně na centrální hasičské stanici v Karlových Varech jednotka hasičů taktéž disponuje nejmodernější technikou v oblasti bezpilotních systémů, jedná se konkrétně o dron DJI Matrice 210 (dále jen M210). Tento dron je vybaven kamerou, která má 30násobné optické přiblížení a termovizi s několika funkcemi. Jednotka obdržela tento dron v září roku 2019, na začátku roku 2020 byl pak jednotce dodán i speciální velitelsko-spojovací vůz, který je plně kompatibilní pro společné využití s tímto dronem a bude popsán v závěrečné části této práce. [15]



Obrázek 8 – DJI M210 V2 [15]

### 2.3.1 Vybrané zásahy a cvičení s použitím UAS

Příkladem využití UAS u HZS Karlovarského kraje je cvičení jednotek Integrovaného záchranného systému (IZS), které proběhlo 13. září 2019. Námětem cvičení byla letecká nehoda letounu s 61 osobami na palubě ve vojenském areálu Hradiště, které se celkem zúčastnilo 17 jednotek profesionálních a dobrovolných hasičů. V rámci cvičení bylo také použito bezpilotní letadlo DJI M210, které v té době sloužilo pro testování u HZS Karlovarského kraje. Výhodou UAS při tomto typu mimořádné události je především získání lepšího přehledu o situaci na velké ploše a urychlení pátrání po pohřešovaných osobách v okolí letecké nehody za použití termovize (obrázek č.9). [11] [16]



Obrázek 9 – Pohled z dronu DJI M210 při cvičení letecké nehody (foto HZS KVK)



Příkladem dalšího využití dronu u zásahu je požár haly na výrobku lepenky ze dne 18. dubna 2018, kde byl pro monitoring zásahu využit dron DJI P4 od jednotky HZS Karlovarského kraje. Jednalo se o poměrně rozsáhlý požár, při kterém zasahovalo celkem 13 jednotek hasičů, i zde bylo vhodné nasazení bezpilotního letadla vzhledem k rozsahu požáru a velkému množství zasahujících jednotek, kdy bezpilotní letadlo pomocí kamery přenášelo aktuální obraz o situaci na místě požářiště veliteli zásahu (obrázek č.10). [11] [17]



*Obrázek 10 – Pohled z dronu DJI P4 při požáru haly v Ostrově (foto HZS KVK)*



### **3 Problematika dronů na letištích**

Tato kapitola se bude zabývat problematikou dronů na letištích, především tedy nebezpečí srážky dronu s jiným provozem a budou zde i popsány některé incidenty, které souvisí s touto problematikou. Většina rizik související s provozem dronů na letištích pochází především z neúmyslného, ale i úmyslného narušení ochranných pásem těchto letišť. Schválený kontrolovatelný provoz dronů na letištích představuje pouze malé riziko, avšak pro cíl této práce je nutné si tuto problematiku zmínit.

#### **3.1 Nebezpečí incidentů**

Počty incidentů, kdy se bezpilotní prostředky nebezpečně přiblížily provozu na letištích, v posledních letech znatelně stoupají. Důvodem těchto incidentů je především vzrůst počtu bezpilotních systémů na celosvětovém trhu, neznalost zákonů a snadná dostupnost v obchodech. Příkladem této problematiky mohou být incidenty z roku 2018 na mezinárodním letišti Gatwick v Londýně, kde při jednom incidentu došlo ke zrušení všech letů po dobu 36 hodin, a tím bylo zasaženo více jak 140 000 cestujících. Důvodem bylo spatření neznámých bezpilotních letadel v areálu letiště, tento incident spustil mnohá nová opatření, která předchází vzniku dalších takovýchto událostí. Mezi tyto opatření patří například zavedení speciálních letištních složek pro detekci neznámých bezpilotních systémů, které využívají mimo jiné i speciální kamery zaměřené na vyhledávání dronů. Výrobci bezpilotních letadel instalují do softwaru dronů funkci geo-awareness (vysvětleno v legislativní části této práce), tato funkce je nejvíce aplikována výrobcem bezpilotních systémů DJI. [18]

#### **3.2 Nebezpečí střetu UAS s jiným letadlem**

Stejně jako střet s ptákem tak i střet bezpilotního letadla s jiným letadlem může mít fatální následky pro bezpečnost cestujících a posádky. Letadla jsou ohrožena neznámými bezpilotními prostředky v nejrizikovějších fázích letu, tedy ve fázi přistání a při vzletu, přičemž riziko závisí i na dalších faktorech. Těmito faktory mohou být například váha bezpilotního prostředku a rychlost při střetu s jiným letadlem. Čím je váha a rychlost střetu větší, tím se zvyšuje riziko poškození nebo dokonce havárie letadla. Dalším důležitým faktorem při střetu s bezpilotním prostředkem je i s jakou částí letadel se bezpilotní letadlo střetne, nejvíce nebezpečné jsou střety s motory, čelním sklem a pohyblivými plochami na letadle. Lithium-iontové akumulátory tvoří značnou část hmotnosti dronu, přičemž vzniká další riziko v podobě požáru po destrukci akumulátoru. [19]

Na obrázku č. 11 je možné vidět, jakou škodu může způsobit střet dronu DJI Phantom II s pístovým letounem typu Mooney M20 při rychlosti 383 km/h. Tento model dronu váží 1 kilogram, proto je střet při takovéto rychlosti velmi nebezpečný. Při střetu dronu s křídlem letounu Mooney došlo k fatální destrukci dronu a k poškození náběžné hrany křídla, včetně poškození hlavního nosníku křídla. Nutno podotknout, že rychlost při střetu odpovídala téměř maximální rychlosti tohoto typu letounu v cestovní hladině, kde je velmi nepravděpodobně, že by tento dron dosáhl takovýchto výšek nad terénem. [20]



Obrázek 11 – Střet dronu DJI Phantom II s křídlem letounu Mooney [20]

## 4 Využití UAS pro vybrané zásahy

Tato kapitola se zabývá typologií a metodikou HZS daného letiště u vybraných typů zásahu, kde by bylo vhodné použití bezpilotního letadla pro podporu řešení daného typu zásahu. Z vlastní zkušenosti velitele družstva letištních hasičů jsem rozhodl vybrat 4 hlavní typy zásahů, při kterých by bylo nasazení bezpilotního letadla nejvhodnější. Vzhledem k tomu, že se tato práce zabývá využitím UAS u letištních hasičů, prvním příkladem vybraného typu zásahu bude zásah jednotek PO u mimořádné události letecká nehoda, kde bude krátce popsán postup jednotek hasičů u této události. Vzhledem k tomu, že se jednotky letištních hasičů na některých letištích mohou zabývat i dopravními nehodami, následujícím typem zásahu bude zásah jednotek PO u dopravní nehody s větším počtem zraněných osob, kde je též velice vhodné nasazení bezpilotního letadla. Další mimořádnou událostí, kterou mohou řešit jednotky letištních hasičů jsou i požáry budov, v této práci bude krátce popsán především postup hasičských jednotek u požárů výškových budov. Posledním typem vybraného zásahu je zásah jednotek PO při úniku nebezpečných látek. U všech čtyřech výše zmíněných mimořádných událostí bude krátce popsán postup jednotek PO při řešení těchto mimořádných událostí, důvodem popsání těchto postupů jednotek PO je návaznost na následující kapitolu, kde bude do těchto postupů implementován návrh řešení mimořádných událostí s využitím bezpilotního letadla u jednotek letištních hasičů.

4 zmíněné typy mimořádných událostí jsou pečlivě vybrány z desítek různých typů mimořádných událostí, které vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. Důvodem výběrů následujících typů mimořádných událostí je především zhodnocení přínosu bezpilotního letadla v rámci řešení zásahu, přičemž u jiných typů mimořádných událostí není vždy zcela výhodné využití bezpilotních letadla v rámci řešení zásahu. Nutno také podotknout, že začlenění bezpilotního letadla do výjezdové techniky letištních hasičů představuje zátěž v podobě personálních a finančních aspektů, které budou popsány v závěru této diplomové práce. Dále je v tabulce č.2 je znázorněná jednoduchá SWOT analýza využití UAS při zásahu.

Tabulka 2 – SWOT analýza využití UAS při zásahu [autor]

| <b>Silné stránky</b>  | <b>Slabé stránky</b>   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podpora VZ na místě zásahu</li> <li>• Prostředek pro průzkum</li> <li>• Měření pomocí termovize</li> <li>• Dokumentace zásahu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potřebný personál</li> <li>• Prvotní investice</li> <li>• Potřebná povolení</li> <li>• Výdrž baterií</li> </ul> |
| <b>Příležitosti</b>   | <b>Hrozby</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Využití nových technologií</li> <li>• Záchrana více životů</li> <li>• Ušetřený majetek</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Možný střet s jiným letadlem</li> <li>• Ztráta signálu/kontroly</li> </ul>                                      |

#### 4.1 Zásah jednotek letištních hasičů u mimořádné události letecká nehoda

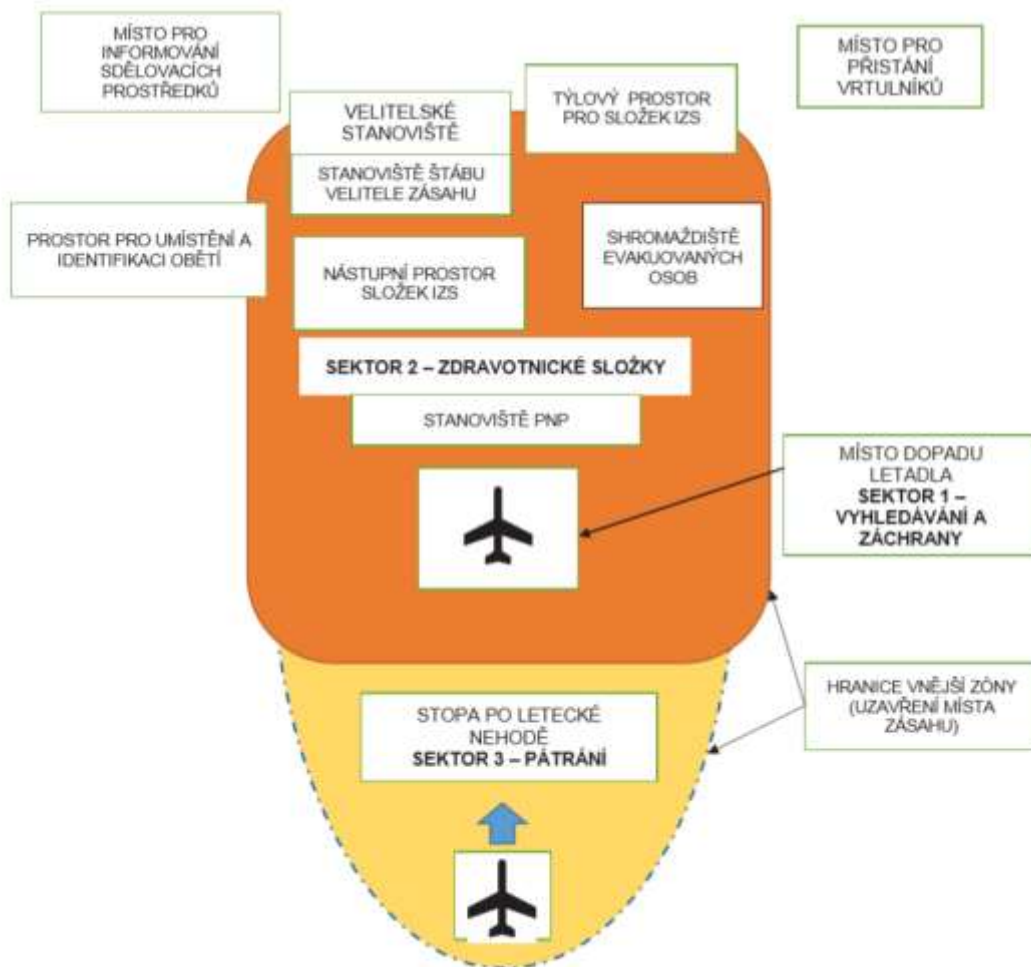
Letecká nehoda je specifikována především velkým počtem zraněných cestujících, možnosti vzniku rozsáhlého požárů vlivem poškození konstrukce letadla a úniku leteckého paliva z palivových nádrží. Dále je na místě potřeba velkého množství sil a prostředků složek IZS (Integrovaný záchranný systém) vzhledem k rozsahu a závažnosti následků letecké nehody. Hlavními faktory, které určují počty sil a prostředků složek IZS u letecké nehody jsou především velikost letadla, místo dopadu, počet osob na palubě, množství paliva včetně nebezpečných látek na palubě letadla. [21]

Po příjezdu jednotek IZS na místo letecké nehody se jako u všech jiných typů zásahů zahajuje průzkum, který má odhalit rozsah závažnosti mimořádné události, zjistit možná nebezpečí pro zasahující jednotky a podle toho vybrat vhodný postup řešení velitelem zásahu. V rámci průzkumu je vhodné na místě využít například výškovou techniku, vrtulník, popřípadě bezpilotní prostředek. Rozsah letecké nehody je dán velikostí havarovaného letadla a trosky mohou být rozptýlené na velké ploše, proto je nutné, aby byl průzkum co nejrychlejší a co nejefektivnější. [21]

Samotný průzkum se neprovádí jen při příjezdu na místo zásahu, ale i v průběhu zásahu, také i jako závěrečný průzkum po ukončení zásahu, toto platí u všech mimořádných událostí řešených jednotkami PO. [21] Zásah jednotek PO probíhá v těchto základních krocích:

- Velitel zásahu (VZ) stanovuje dle prvotního průzkumu celkovou organizaci místa zásahu, zřizuje velitelské stanoviště a stanoviště štábu velitele zásahu.
- VZ dále vymezuje sektory místa zásahu, určí jejich velitele a dále se sektory mohou rozdělit na úseky.
- Stanovují se hranice nebezpečné zóny, vnější zóny, nástupní prostor a týlový prostor pro složky IZS.
- V sektoru pro vyhledávání a záchranu se vytváří jednotlivé skupiny s cílem vyhledat, třídít zraněné osoby, transportovat tyto osoby do stanoviště přednemocniční péče.
- Jistící skupina vytváří podmínky pro zabezpečení záchranných skupin před riziky vznikající na místě letecké nehody, které spočívají v hašení požáru, sledování úniku leteckého paliva, označování nebezpečných prostor a jiné.
- Jednotky PO dále ve spolupráci s dalšími složkami IZS zřizují prostory pro třídění zraněných osob, shromaždiště evakuovaných osob, identifikaci obětí, informování veřejnosti a sdělovacích prostředků.
- Výše zmíněné prostory včetně místa pro organizaci a velení zásahu se zřizují ve vnější zóně, pokud možno na návětrné straně tak, aby byl umožněn bezproblémový odjezd nebo příjezd vozidel IZS, především sanitních vozů zdravotnické záchranné služby (ZZS).
- Záchranné práce jsou celkově organizovány s ohledem na zachování důležitých důkazů pro zjišťování příčin letecké nehody Úřadem pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod (Dále jen ÚZPLN). [21]

Celková organizace místa zásahu u letecké nehody z pohledu složek IZS je znázorněná na obrázku č. 12.



Obrázek 12 – Organizace místa zásahu u letecké nehody [21]

Na výše zmíněném obrázku je označeno stanoviště přednemocniční a neodkladné péče (PNP), kde se provádí třídění a ošetření zraněných cestujících, dále se zde stanovuje pořadí odsunu do nemocničního zařízení dle zdravotního stavu zraněných. Toto stanoviště se ustanovuje na vhodném místě dle členitosti terénu v blízké vzdálenosti u letecké nehody. [21]

Členitost terénu je důležitým faktorem pro stanovení celkové organizace na místě zásahu. V případě, že se jedná o špatně dostupný členitý terén v okolí letiště, je zde velmi vhodné nasazení bezpilotního letadla pokud to povětrnostní podmínky umožňují. Nasazení bezpilotního letadla ve špatně dostupném terénu může urychlit celkový průzkum a zlepšit tak kvalitu záchranných a likvidačních prací. To samé však platí i pro využití bezpilotního letadla v lépe dostupném terénu, například v aerálu letiště. Praktické nasazení bezpilotního letadla při mimořádné události letecká nehoda do výše zmíněné metodiky bude dále probráno v praktické části této diplomové práce.

#### 4.1.1. Cvičení AIRCRAFT EVAC 2019

Příkladem praktického využití bezpilotního letadla u letecké nehody je cvičení složek IZS s názvem Aircraft EVAC 2019, které proběhlo 17. dubna 2019 na Letišti Václava Havla. Cílem cvičení bylo především prověřit součinnost složek IZS na místě letecké nehody. Námětem tohoto cvičení byla nehoda Boeingu 737 Max, které předcházelo vyhlášení všech třech stupňů poplachů v leteckém provozu u letištních hasičů. Prvním vyhlášením stupněm leteckého poplachu byla tzv. místní pohotovost, při které se hasičské vozy rozmisťují před hasičské stanice a čekají na další pokyny od TWR (Tower – řídicí věž), důvodem vyhlášení místní pohotovosti byla zjištěná závada na levém motoru a návrat letounu zpět na letiště krátce po startu, tuto skutečnost ohlásila posádka na TWR s žádostí o vyhlášení místní pohotovosti. Po zhoršení situace se kapitán letadla rozhodl k vyhlášení plné pohotovosti, při které se již jednotky hasičů rozmisťují podél příslušné RWY, kde je plánované přistání letadla. Při přistání však došlo k požáru levého motoru, který se rozšířil na levý podvozek a křídlo. VZ ihned vyhlásil 3. stupeň leteckého poplachu – leteckou nehodu. Cvičení se zúčastnilo celkem 106 figurantů a ze složek IZS zde zasahovalo více jak 170 osob. Cvičení se také zúčastnili specialisté bezpečnostních technologií z Letiště Praha, kteří celé cvičení monitorovali pomocí bezpilotního letadla DJI Mavic Air. [19] Ze záznamu je patrné, že pohled z výšky zvyšuje přehled o celkovém dění na místě zásahu, ačkoliv původní záměr využití bezpilotního prostředku byl pouze pro dokumentaci. Bepilotní letadlo by tedy mohlo napomoci k urychlení záchranných a likvidačních prací zobrazením činnosti složek na místě mimořádné události veliteli zásahu (obrázek č.13)



Obrázek 13 – Pohled z dronu DJI Mavic Air při cvičení Aircraft Evac 2019 [22]

#### **4.1.2 Shrnutí výhod a nevýhod UAS u letecké nehody**

Bezpilotní letadlo zvyšuje celkový nadhled nad situací při letecké nehodě, velitel zásahu má k dispozici lepší přehled o pohybu sil a prostředků v rámci zásahu. Pomocí termokamery umístěné na bezpilotním letadle je možné zjistit ohniska případného požáru, popřípadě nalézt ohrožené osoby v okolí letecké nehody. Dále je možné sledovat zdravotní stav osob, ke kterým se zatím záchranáři nedostali nebo se osoby nachází na nedostupném místě. Pomocí bezpilotního letadla je možné lépe usměřňovat hasivo do požářiště v případě špatné viditelnosti. [23]

Dle mého názoru jsou nevýhody použití bezpilotního letadla na místě zásahu letecké nehody celkem zanedbatelné a spočívají především v dalších nárocích na personál, je zde také riziko možného nebezpečí přiblížení s vrtulníky letecké záchrané služby. Při dlouhodobém zásahu v řádu několika hodin je nutné měnit akumulátory.

#### **4.2 Zásah JPO u hromadné dopravní nehody**

Dalším typem mimořádné události, se kterým se mohou zabývat letištní profesionální hasiči jsou dopravní nehody, které mohou vzniknout jak v areálu daného letiště, tak i okolí letiště. Využití bezpilotního letadla je především vhodné u hromadných nehod s velkým počtem zraněných osob a s velkým počtem zúčastněných automobilů, včetně linkových nebo letištních autobusů. Obecně lze za hromadnou dopravní nehodu považovat takovou nehodu, které se zúčastní více jak 4 automobily nebo prostředky hromadné dopravy. Tyto nehody jsou charakterizovány především velkým počtem zraněných osob, potřebou provádění vyprošťovacích prací na více místech současně, je zde také riziko úniku většího množství pohonných hmot na vícero místech a s tím spojené riziko vzniku požáru. Stejně jako v případě letecké nehody, tato událost vyžaduje větší počet sil a prostředků složek IZS, případné zřízení velitelského stanoviště nebo štáb velitele zásahu. [24] Základní Postup jednotek požární ochrany při zásahu u hromadné dopravní nehody probíhá v následujících krocích:

- Ihned po příjezdu k hromadné dopravní nehodě je nutné zahájit průzkum pro zjištění závažnosti situace, počtu zraněných osob a zúčastněných vozidel.
- Dle zjištěných informací VZ rozděluje místo zásahu na úseky.
- V případě požáru na místě události VZ stanovuje síly a prostředky pro likvidaci požáru a ochranu ohrožených osob před následky požáru.
- Vyčleňují se pracovní skupiny zaměřené na vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel.



- Jednotky PO spolupracují se ZZS, především poskytnutím vhodných podmínek pro první pomoc, třídění zraněných s použitím metody START (snadná terapie a rychlé třídění) a rychlý transport z prostoru místa mimořádné události. [24]

Nasazení bezpilotního letadla u hromadné dopravní nehody je vhodné zejména z důvodu získání rychlejšího přehledu o situaci na místě mimořádné události. VZ získává možnost lépe kontrolovat probíhající vyprošťovací práce. U mimořádných událostí s velkými počty zraněných osob, jakými mohou být hromadné dopravní nehody nebo letecké nehody hrozí riziko, že se zúčastněné osoby následkem silného stresu a zranění mohou rozutést mimo oblast nehody. Standartně se pro účel vyhledávání využívají vrtulníky letecké služby Policie ČR vybavené termovizí. Z pohledu finančního i časového využití se bezpilotního letadla pro tento účel jeví jako mnohem ekonomičtější řešení.

#### **4.2.1. Cvičení složek IZS u hromadné dopravní nehody**

Dalším příkladem praktického využití dronu u zásahu je cvičení složek IZS u hromadné dopravní nehody na dálnici D6. Námětem tohoto cvičení byla dopravní nehoda osobních automobilů, cisterny s nebezpečnou látkou a autobusu, kde se nacházelo velké množství osob. Cílem tohoto cvičení bylo prověřit všechny složky IZS u tohoto typu mimořádné události, které bylo navíc obtížnější z důvodu přítomnosti cisterny s nebezpečnou látkou. Část jednotky hasičů tak musela zasahovat v protichemických ochranných oblecích a provést dekontaminaci záchráněných osob, ale i zasahujících složek. Celkem bylo nutné vyprostit více jak 40 cestujících. [11] [25]

Na místě bylo využito také bezpilotní letadlo DJI P4, které představovalo rychlý přínos důležitých informací pro velitele zásahu, především tedy situační přehled o činnosti sil, a také prostředků v rámci záchranných a likvidačních prací, ale také i přehled o přibližném počtu zraněných osob a zúčastněných automobilu. Celý zásah byl po celou dobu záchranných prací monitorován výše zmíněným bezpilotním letadlem a tím urychlil rozhodovací proces velitele zásahu, mimo jiné byl pořízen videozáznam pro účely školení a odborné přípravy. [11]



Obrázek 14 – Pohled z dronu DJI P4 při cvičení u hromadné dopravní nehody (foto HZS KVK)

#### 4.2.2 Shrnutí výhod a nevýhod použití UAS při hromadné dopravní nehodě

Bezpilotní letadlo zvyšuje celkový přehled o dění na místě mimořádné události, zde konkrétně o pohybu jednotek a vyprošťovacích skupin. Pomocí přímého přenosu videa je možné vyhledat zraněné osoby mimo místo zásahu (například vzdálení se od místa nehody následkem silného stresu a zranění). Dále bezpilotní letadlo dokáže monitorovat dopravní situaci v místě a okolí mimořádné události. [23]

Nevýhody mohou opět spočívat v požadavcích na personál a techniku, podobně jako u letecké nehody, je zde předpoklad činnosti vrtulníku LZS (letecká záchranná služba), proto je nutné dbát na komunikaci mezi složkami LZS a dodržovat bezpečnost.

### 4.3 Zásah jednotek PO u požárů budov

Dalším typem mimořádné události, se kterým se mohou setkat jednotky letištních hasičů, jsou požáry budov včetně těch výškových, jakými mohou být například administrativní budovy či věž ŘLP. Požáry výškových budov mají taktéž svá specifika postupu při hašení, u těchto typů požáru lze čekat rychlé šíření požáru pomocí větracích, výtahových šachet a schodišť. Dále je zde možnost výskytu velkého množství ohrožených osob, složitost únikových a přístupových cest, nebezpečí padajících konstrukcí na nástupní plochy hasičů, šířením požáru komínovým efektem, špatná dostupnost výškové techniky do vyšších pater apod. Tyto faktory dále ovlivňují tvar a výška budovy, účel, pro který je budova využívána, typy konstrukcí a vybavení budovy protipožárním zařízením [24].

Základní úkoly jednotek PO pak spočívají především v:

- Provedení průzkumu, hlavně míst, kde je možné snadné šíření požárů.
- Provedení průzkumu vícero skupinami a zaměřit se na vyhledávání osob.
- Pro evakuaci přednostně používat evakuační cesty, přistavit výškovou techniku, pokud to podmínky umožní.
- Zajištění pozorování budovy a poskytovat informace veliteli zásahu.
- Provádět opatření k zajištění odvětrávání především únikových cest.
- Vytvořit dopravní vedení včetně útočných proudů a jejich nasazení v místě požáru.
- Spolupracovat se složkami IZS, vhodná je i spolupráce se statikem. [24]

U požárů budov je nasazení bezpilotního letadla vhodné z důvodu zlepšení přehledu VZ o situaci na místě mimořádné události. Bepilotní letadlo vybavené termokamerou dokáže velice dobře najít skrytá ohniska požáru a tím vhodněji zaměřit síly a prostředky na tyto skrytá místa, mimo jiné mohou být z termokamery dobře rozpoznatelné osoby nacházející se uvnitř budovy.

#### 4.3.1 Zásah jednotek PO při požáru budovy

Dalším praktickým příkladem využití bezpilotního letadla u požáru budovy je požár truhlárny v Nejdku. Již v roce 2016, konkrétně 21.12. byl využito bezpilotní letadlo u požáru budovy, kde došlo k zahoření kompletně celé budovy truhlárny včetně všech strojů, které byly uvnitř. Na místě zásahu byl vyhlášen druhý stupeň požárního poplachu a bylo povoláno 8 jednotek profesionálních a dobrovolných hasičů včetně výškové techniky (Obrázek č.15). [26]

Požár se v tomto případě šířil do konstrukce střechy, proto bylo rozhodnuto o použití speciálního hasícího zařízení s názvem Cobra, tento systém pod tlakem vody dokáže vytvořit otvor ve střeše a tím hasit i uvnitř konstrukce. [11] [26] Na místě bylo použito bezpilotní letadlo Karlovarských hasičů, které napomáhalo zvýšit celkový přehled o situaci na místě zásahu, byl také pořízen záznam videa pro další účely vzdělávání a vyšetřování příčin vzniku požáru. Bepilotní letadlo tak opět napomohlo zlepšit celkovou kvalitu řešení mimořádné události tohoto typu.



Obrázek 15 – Požár budovy Nejdku vyfotografovaný z bezpilotního letadla (foto HZS KVK)

#### 4.3.2 Shrnutí výhod a nevýhod použití UAS při požáru budov

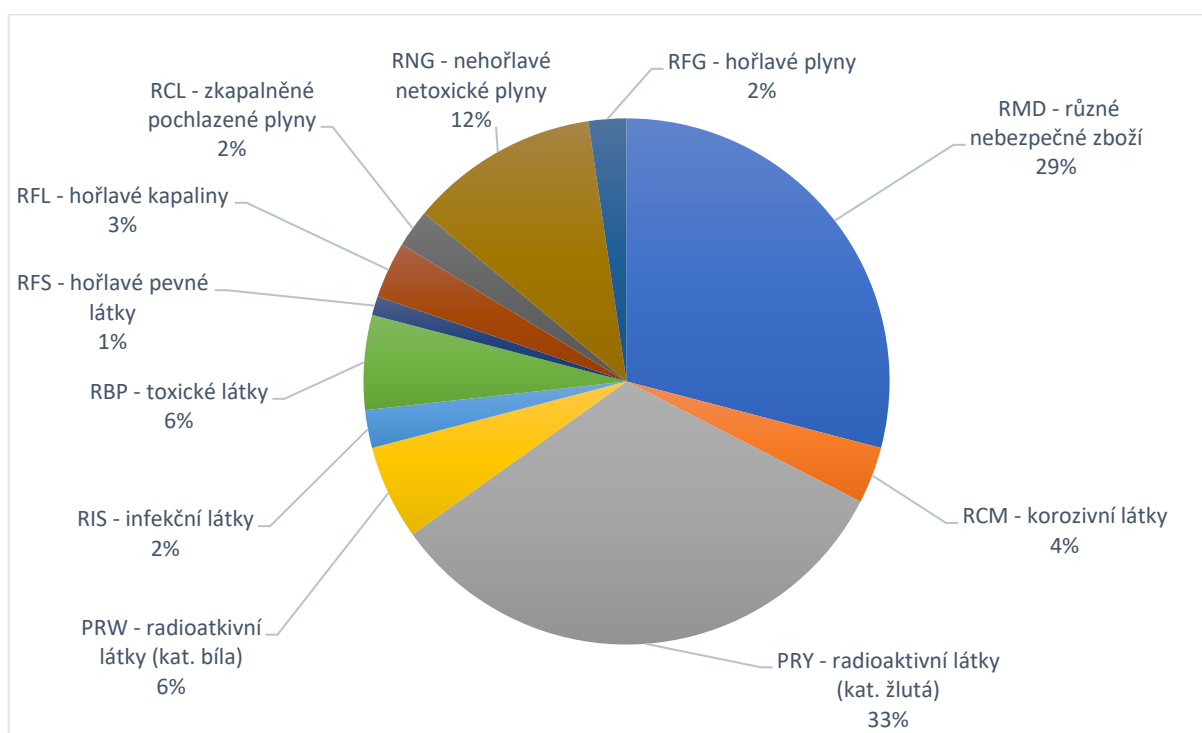
Z praxe HZS ČR je zřejmé, že bezpilotní letadlo přináší mnoho zásadních výhod v rámci taktické a operační hodnoty jednotek PO v České republice. Mezi tyto výhody patří především vyhledávání možných skrytých ohnisek na místě požáru pomocí termokamery, celkový monitoring místa požáru, kontroly a sledování hořících konstrukcí před případným zřícením. Videozáznam z bezpilotního letadla může napomoci s vyšetřováním příčin vzniku požárů, nebo také může posloužit jako výukový materiál v rámci odborné přípravy jednotek PO. [23]

Dle mého názoru jsou nevýhody na místě zásahu opět v požadavcích na personální, technické zajištění, vhodné by také bylo stanovit, při jak velkém rozsahu požáru je vhodné nasazení bezpilotního letadla.

#### 4.4 Zásah jednotek PO při úniku nebezpečných látek

Posledním vybraným typem mimořádné události je zásah jednotek PO při úniku nebezpečných látek. Obecně lze za nebezpečné látky považovat takové látky, které mají jednu a více nebezpečných vlastností, mezi tyto látky mohou patřit i radioaktivní látky, bojové chemické látky, biologické agens apod. V případě, kdy dojde k nekontrolovatelnému úniku, který může ohrozit zdraví a životy lidí nebo zvířat, popřípadě dojde k poškození životního prostředí, pak se tento stav označuje za havárii a je nutné provedení záchranných a likvidačních prací. [24] Letištní jednotky hasičů se zabývají především úniky leteckého paliva, ale i také hydraulických olejů a motorových olejů z letištních motorových prostředků. V případě nákladních terminálů se zde manipuluje i s jinými nebezpečnými látkami, které jsou určeny k letecké přepravě, i zde je riziko úniku těchto látek.

Z grafu č.1 vyplývá, že v rámci nákladní letecké přepravy ČSA (Czech airlines) cargo se nejčastěji z nebezpečných látek přepravují radioaktivní látky, různé nebezpečné zboží, a také výbušné látky. [27] Tyto látky mohou představovat riziko pro zasahující hasiče v případě úniku nebo požáru těchto látek.



Graf 1 – Skladba tříd nebezpečných věcí přepravovaných v letadlech ČSA z Prahy [27]

Únik nebezpečné látky může být způsobem porušením obalu, ve kterém je látka přepravována, nevhodnou přepravou, poruchou apod. Zásah hasičů probíhá ve speciálních oblecích pro ochranu před účinky nebezpečných látek a je zde nutná koordinace s dalšími složkami IZS, popřípadě i s odborníky z oboru toxikologie. Záleží však vždy na charakteristice nebezpečné látky a množství úniku, ke kterému došlo [24]. Základní body postupu jednotek požární ochrany při úniku nebezpečné látky probíhají následovně:

- Při příjezdu na místo mimořádné události se jako vždy provádí průzkum, u tohoto typu mimořádné události je cílem průzkumu především zjistit rozsah úniku a druh nebezpečné látky.
- Pokud to podmínky umožní, přibližovat se k místu události po směru větru a přistupovat s maximální opatrností.
- Pokud se jedná o neznámou látku, je nutné zajistit dostatečný odstup od havárie a to minimálně 100 metrů.
- Uzavřít okolí havárie a vytyčit nebezpečnou zónu a vnější zónu.
- Pokud je to možné, provést zachycení/zastavení úniku nebezpečné látky
- Počítat s možností, že se situace může kdykoliv změnit například v podobě změny směru větru, náhlého vznícení, výbuchu apod.
- Pro identifikaci látek je vhodné použít databázi nebezpečných látek a jejich účinků. [24]



Obrázek 16 – Označení nebezpečných látek [28]



Nasazení bezpilotního letadla při úniku nebezpečných látek může veliteli zásahu velice usnadnit průzkum především v případě, kdy není jasné, o jakou látku se přesně jedná. Vyslané bezpilotní letadlo může zblízka lépe zjistit druh neznámé látky tím, že přes videozáznam zobrazí veliteli zásahu výstražné značky nebo cedule (obrázek č. 24), které mohou být často při porušení obalu z dálky špatně čitelné, popřípadě se informace o látce na obalu nachází za překážkami a není možné použití dalekohledu. Tím se i sníží riziko vystavení nebezpečí zasahujících hasičů.

#### **4.4.1 Zásah jednotek PO při zásahu u nebezpečných látek**

V říjnu roce 2017 došlo k výbuchu v areálu sokolovské chemičky, kdy se v prázdném zásobníku vznítily zbytkové výpary methylakrylátu a došlo k výbuchu, který poškodil celou nádrž, a také přilehlé technologie v okolí zásobníku. Následkem výbuchu došlo k samotnému uhašení požáru, ale hrozilo zde riziko dalšího výbuchu a zřícení poničených konstrukcí, které mohli ohrozit zasahující hasiče. Na místě bylo nutné zabezpečit okolí výbuchu tak, aby se celkové místo zabezpečilo z důvodu pokračování v likvidačních pracích s ohledem na přítomnost zasahujících hasičů. Zásah byl náročný a trval přibližně 28 hodin, na místě bylo použito opět bezpilotní letadlo, které přineslo veliteli zásahu průběžné informace o situaci na místě zásahu (Obrázek č. 17). [11] [29]



*Obrázek 17 – Pohled na výbuchem zničenou nádrž [29]*

#### **4.4.2 Shrnutí výhod a nevýhod použití UAS při zásahu u nebezpečných látek**

Bezpilotní letadlo dokáže přinést veliteli zásahu důležité informace v podobě možnosti zjištění, o jaký druh nebezpečné látky se jedná tím, že přenese informace z výstražných tabulek nebo cedulí umístěných na obalu dané nebezpečné látky. Výhodou je také monitoring zasahujících hasičů, VZ může mít k dispozici lepší přehled o pohybu a činnosti zasahujících hasičů. Bezpilotní letadlo je možné osadit různými měřiči, jakými mohou být dozimetry apod. [23]

Nevýhody využití bezpilotního letadla u tohoto typu zásahu spočívají také v potřebě dalšího personálního nasazení a nutnosti speciálního technického vybavení.



## 5 Začlenění techniky UAS do metodiky zásahu letištních hasičů

V předchozí kapitole byly popsány jednotlivé postupy jednotek požární ochrany u vybraných mimořádných událostí, v této kapitole budou popsány podobné postupy, avšak již s návrhem začlenění bezpilotního letadla do metodiky letištních hasičů. Metodika letištních hasičů vychází především z bojového řádu jednotek požární ochrany vydaným HZS ČR, leteckého předpisu L14 a ICAO předpisu ICAO Doc 9137: Airport Services Manual, Part 1 – Rescue and Fire Fighting. Dále se jednotky letištních hasičů mohou řídit i dokumenty z katalogového souboru typových činností složek IZS při společném zásahu, do této metodiky bude též v dalších podkapitolách předložen návrh na doplnění o využití bezpilotního letadla do postupů jednotek PO. Z praxe jednotek HZS ČR je dokázáno, že bezpilotní letadlo u zásahu přináší mnoho výhod, tyto výhody však mohou být využity i u letištních profesionálních hasičů v rámci zásahové činnosti. Hlavní prioritou jednotek letištních profesionálních hasičů je především záchrana životů při letecké nehodě nebo incidentu v prostoru letiště, ale i v jeho blízkém okolí [30].

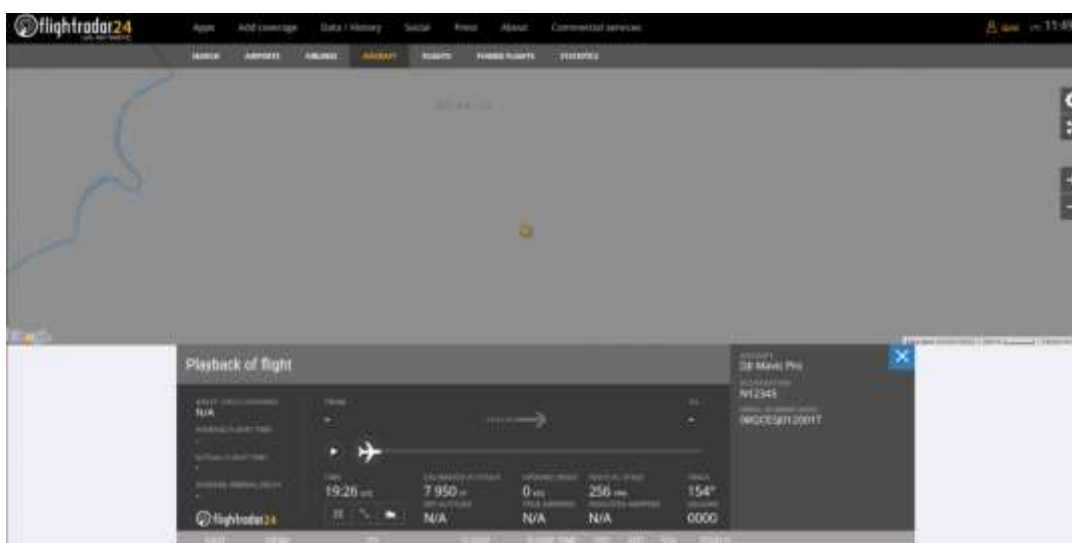
### 5.1 Využití UAS u letecké nehody

V případě vyhlášení leteckého poplachu nesmí přesáhnout tzv. zásahový čas dojezdu na kteroukoliv část vzletové a přistávací dráhy celkem 3 minuty od vyhlášení poplachu za optimálních podmínek. Stupeň pohotovosti letecká nehoda je posledním stupněm ze tří stupňů pohotovosti pro leteckou událost. První stupeň je označován jako místní pohotovost, hasiči při tomto stupni vyjíždí pouze před své stanice a čekají na další pokyny od TWR, přitom jsou plně připraveni k okamžitému pokračování dále k zásahu. Druhý stupeň je označován jako plná pohotovost, při tomto stupni leteckého poplachu se hasičské vozy rozmisťují podél RWY, na které bude přistávat letadlo v nouzi, ihned po zastavení letadla na RWY se všechny dostupné hasičské vozy sjíždí k danému letadlu a provádí se ihned zásah dle charakteru příčiny problému. Třetím a posledním stupněm leteckého poplachu je tzv. letecká nehoda, jednotky letištních hasičů ihned po vyhlášení vyjíždí na místo dané události. [22] Z hlediska taktické postupu budou dále popsány vybrané body metodiky z typové činnosti složek IZS při společném zásahu u letecké nehody, a také z metodiky Airport Service Manual s návrhem pro využití UAS na místě zásahu. Úkoly jednotek PO spočívají především v provádění záchranných a likvidačních prací ve spolupráci s dalšími složkami IZS. Rozhodujícím faktorem pro správné provedení těchto záchranných a likvidačních prací je také to, jaké rozkazy vydá velitel zásahu.

### 5.1.1 Označení místa letecké nehody

Nové modely bezpilotních letadel mohou být vybaveny systémem ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast). V překladu ADS znamená automatické závislé sledování, tento systém umožňuje letadlům a dalším prostředkům pomocí bloku dat přenášet důležité informace, například polohu a výšku letadla. Pokud je tato služba ADS rozšířena o více informací, které mohou využít i jiní uživatelé, pak se tato služba označuje ADS-B. Tímto systémem jsou vybaveny především drony společnosti DJI, technologie u této společnosti se nazývá Airsense a všechny nové drony se vzletovou hmotností více jak 250 gramů budou tímto systémem vybaveny od roku 2020. ADS-B je již řadu let využívána u modelů DJI vyšší kategorie, například u modelu DJI M210. [31] [32] Mimo jiné není vždy žádoucí, aby místo mimořádné události bylo tímto způsobem viditelné, pomocí této technologie by bylo možné vyhlášení zeměpisné zóny s omezeným vstupem do tohoto prostoru pro další UAS z důvodu možného narušení zásahu jinými bezpilotními letadly například novinářů apod.

Výhodou ADS-B na bezpilotním letadle při zásahu je především zvýšení bezpečnosti užívání bezpilotního letadla v řízeném prostoru daného letiště, v případě, kdy není zcela odkloněn veškerý letový provoz, a kdy se na místo nehody přibližují vrtulníky letecké záchranné služby. Dále bezpilotní letadlo vybavené systémem ADS-B umožňuje zlepšit přehled pracovníků řízení letového provozu o poloze daného bezpilotního letadla, a také o poloze mimořádné události. Bepilotní letadlo označením místa letecké nehody napomůže k vytvoření bezletové zóny pro zvýšení bezpečnosti na místě letecké nehody. Praktické využití systému ADS-B na bezpilotním letadle je možné vidět v aplikaci flightradar24.com na obrázku č. 18.



Obrázek 18 – Záznam z letu DJI M Pro v aplikaci flightradar24.com [33]

### **5.1.2 Dálkový přenos informací do krizového štábu**

Výhodou bezpilotního letadla na místě zásahu je také přímý přenos obrazového materiálu včetně dalších důležitých informací do krizového štábu. Krizový štáb se může nacházet ve speciálním voze/stanu přímo u místa mimořádné události, avšak krizovými štáby disponují také větší mezinárodní letiště, které mají speciální upravené místnosti uvnitř letištních budov. V těchto krizových místnostech se může sejít krizový štáb daného letiště a přímo tak pozorovat dění a situaci na místě letecké nehody. Tyto informace může daný krizový štáb využít pro další koordinaci provozu letiště, ŘLP a v komunikaci s dalšími organizačními jednotkami. Přenos těchto informací může být prováděn ze speciálně upraveného hasičského vozu, který bude popsán v závěru této diplomové práce. [34]

### **5.1.3 Využití UAS v rámci vyšetřování ÚZPLN**

Další výhodou využití bezpilotního letadla na místě letecké nehody je pořizování videozáznamu z celého zásahu, často se při záchranných a vyprošťovacích pracích manipuluje s částmi havarovaného letadla, tento fakt může být přínosem pro vyšetřování příčin letecké nehody. Videozáznam může přinést mnoho důkazu pro vyšetřovatele z ÚZPLN. [34]

## **5.2 Úpravy v STČ – 04/IZS**

V dokumentu STČ - 04/IZS jsou dány postupy složek IZS u mimořádné události letecká nehoda, je zde také uvedeno několik taktických bodů pro jednotky PO, mezi tyto body patří například průzkum místa mimořádné události, který se provádí ihned po příjezdu na místo zásahu, v průběhu celého zásahu, a také jako závěrečný průzkum. Další vybraný taktický bod, do kterého je vhodné vložení návrhu nové metodiky taktické body se nazývá síly a prostředky jednotek PO.

### **5.2.1 Průzkum**

V tomto důležitém bodě jednotky PO provádějí průzkum ve vyjmenovaných sektorech s cílem zjištění rozsahu letecké nehody, výskytu ohrožených osob, charakteru nebezpečí apod. Dále je doporučeno využití výškové techniky, vrtulníku nebo bezpilotního letadla, s cílem zvýšení přehledu na místě mimořádné události. [21]

Doporučení k úpravě/doplnění: V rámci průzkumu je vhodné nasazení bezpilotního letadla pro účel zrychlení zjišťování potřebných informací pro další postup sil a prostředků složek IZS, především se jedná o následující body:

- Aktivace bezpilotního letadla pro účely zjištění rozsahu letecké nehody, možného nebezpečí na místě události, přehledu o postupu záchranných složek na místě mimořádné události.
- Provoz bezpilotního letadla po celou dobu záchranných a likvidačních prací z důvodu vzniku nového nebezpečí v podobě náhlého vzplanutí, výbuchu apod.
- Pro průzkum využít termokameru umístěnou na bezpilotním letadle v rámci zvýšení přehledu o pohybu zraněných cestujících, záchranných složek a možnosti vzniku požáru, pokud již nenastal.

### **5.2.2 Síly a prostředky jednotek PO**

V této části je uvedeno, jaké síly a prostředky jednotek PO bude vysílat OPIS (operační a informační středisko) dle informací z místa zásahu, jednotky PO mohou být doplněny navíc také o speciální techniku a prostředky na základě rozkazů velitele zásahu [21].

Doporučení k úpravě/doplnění: v rámci speciální techniky vložit speciální velitelsko-operační vůz vybavený bezpilotním letadlem a technologií pro dálkový přenos videozáznamu pořízený z bezpilotního letadla (tento speciální hasičský vůz bude popsán v závěrečné části této diplomové práce)

## **5.3 Úpravy v Airport Service Manual**

Další dokument, podle kterého se řídí metodika letištních hasičů se nazývá Airport Service Manual – Rescue and Firefighting. V tomto dokumentu jsou popsány požadavky a doporučení, podle kterých se řídí pouze jednotky letištních hasičů [35]. Z tohoto dokumentu byly vybrány následující body s návrhem o doplnění využití bezpilotního letadla.

### **5.3.1 Hašení letadel a postupy záchrany**

Postupy záchrany ohrožených osob při letecké nehodě spočívají především ve vytvoření záchranných cest pro cestující vzhledem k rozsahu a nebezpečí letecké nehody. Jednotky by měly postupovat tak, aby záchranné práce byly provedeny efektivně, bez zbytečného dalšího poškození důležitých částí letadla, zejména palivových nádrží, tak aby nedocházelo ke zbytečnému úniku leteckého paliva. [35]

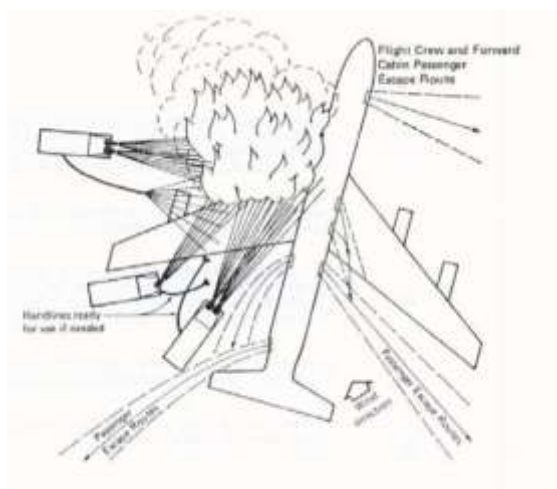
Důležitým cílem je vytvoření podmínek pro přežití osob a provádění záchranných nebo likvidačních prací, vytvoření těchto podmínek spočívá i ve správném postavení požárních automobilů, provedení hasebních prací, použití vhodných technických nástrojů k vyproštění

cestujících, kteří se nedokážou zachránit svépomocí. Záchranné týmy jsou minimálně dvoučlenné s cílem zachránit co nejvíce cestujících. Každá letecká nehoda je charakterizována různými aspekty, avšak výše zmíněné postupy jsou identické pro všechny letecké nehody. [35]

Doporučení k úpravě/doplnění: do kapitoly č. 12 v dokumentu Airport Service Manual navrhuji vložení využití bezpilotního letadla v rámci záchranných a likvidačních prací a rozdělení do následujících bodů:

- Využít bezpilotního letadla v rámci průzkumu a monitoringu okolí letecké nehody.
- V případě hasebních prací kontrolovat pomocí termokamery prostory trosk a okolí letadla s možností nalezení nemohoucích osob, které se mohou nacházet i pod nánosem hasební pěny.
- Pokud by nedošlo k požáru, sledovat trosky letadla, zdali se v některé z částí trosk nezvyšuje teplota (například od motorů nebo akumulátorů).
- V rámci hasebních prací sledovat, popřípadě usměrňovat hasivo do požářiště, tak aby hašení trosk bylo co nejvíce efektivní.
- Informace z výše zmíněných bodů bude pilot bezpilotního letadla předávat veliteli zásahu (požadavky na personální zajištění pilota bezpilotního letadla budou popsány v dalších kapitolách této práce)

Na obrázku č. 19 je znázorněno doporučené postavení hasičských automobilů a provádění hasebních prací, při kterých dochází k odpařování vody, a tím i ke zhoršení viditelnosti na místě zásahu. Bepilotní letadlo tak může přinést jiný pohled na místo zásahu a zlepšit celkový přehled na místě mimořádné události.



Obrázek 19 – Možné postavení hasičských automobilů při požáru letadla [35]

## **5.4 Využití UAS u hromadné dopravní nehody**

Vyhlášení poplachu jednotce letištních hasičů s informací o hromadné nehodě představuje omezení sil a prostředků jednotky z důvodu stálého zabezpečení letového provozu pro splnění dané kategorie letiště a podle interních předpisů letiště, kde jednotka PO působí. Pokud je daná letištní jednotka hasičů předurčena, technicky a personálně vybavena na řešení mimořádné události typu hromadná dopravní nehoda, řídí se především pokyny uvedené v bojovém řádu a také v katalogu typových činností IZS – STČ 08/IZS zásah složek IZS při mimořádné události dopravní nehoda. [28] Hromadná dopravní nehoda je v mnoha ohledech velice podobná letecké nehodě, především je zde nutné nasazení velkého množství sil a také prostředků IZS. Z uvedené metodiky budou vybrány a krátce popsány jednotlivé části s návrhem na doplnění o využití UAS na místě zásahu.

### **5.4.1 Úkoly a činnosti jednotek PO**

Dle bojového řádu je prvním úkolem zjistit pomocí průzkumu počet havarovaných vozidel včetně počtu zraněných osob a charakteru ohrožení. Poté je nutné ustanovit priority dalšího postupu záchranných a likvidačních prací podle výsledků provedeného průzkumu. Dále je důležité vytvořit pracovní skupiny s cílem stanovení pořadí vyproštění ohrožených osob včetně provádění vyprošťovacích prací pomocí speciální techniky. Záchranných skupin může být několik s ohledem na počet míst, kde je nutné provedení vyprošťovacích prací. [24]

Doporučení k úpravě/doplnění: do této části bojového řádu doporučuji implementovat metodiku s využitím bezpilotního letadla, konkrétně by se zde mělo bezpilotní letadlo využít především v rámci průzkumu a zajištění celkového přehledu o dění na místě zásahu. Velitel zásahu může dostat lepší přehled o činnosti a rozdělení pracovních skupin, včetně možných rizik na místě zásahu.

### **5.4.2 Síly a prostředky k záchranným a likvidačním pracím**

Některé jednotky PO mohou být speciálně předurčeny i pro dopravní nehody na dálnicích nebo rychlostních komunikacích, tyto předurčené jednotky mohou být vybaveny navíc speciální technikou, například se může jednat o zásahovou techniku, která je navíc rozšířená od hydraulické vyprošťovací soupravy, jakými mohou být například speciální automobily, kontejnery apod. [28]

Doporučení k úpravě/doplnění: do této části katalogových souborů typové činnosti složek IZS STČ/08 IZS doporučuji vložit k části o speciální technice využití bezpilotního letadla na místě zásahu vybaveným termokamerou.

## **5.5 Využití UAS u požárů budov**

Jednotky PO se při požáru budov řídí metodikou bojového řádu vydaným HZS ČR. Tato podkapitola se zaměří především na metodiku zdolávání požáru u vícepodlažních, výškových budov a požárů střech obecně. V případě požáru objektu v prostoru letiště většího rozsahu mohou být jednotky letištních hasičů posíleny o síly a prostředky HZS ČR dle konkrétních smluv mezi HZS ČR a daným letištěm. [34]

### **5.5.1 Úkoly a činnosti jednotek PO**

Při požáru vícepodlažních a výškových budov je nutné organizovat a provádět průzkum tak, aby byly prioritně prozkoumány různé šachty uvnitř budovy, především šachty výtahové, ventilové a jiné, kudy by se mohl požár šířit. Důležité je také samotné vyhledávání ohrožených osob a označení míst, kde byl průzkum proveden. Dále je nezbytné pozorovat hořící budovu, z důvodu možného zřícení konstrukcí vlivem požáru a také pozorovat chování ohrožených osob, jejichž počet může být vysoký vzhledem k velikosti budovy. [24]

Doporučení k úpravě/doplnění: Do této části metodiky bojového řádu navrhuji vložit část se speciální technikou, konkrétně využití bezpilotního letadla v rámci průzkumných prací. Bepilotní letadlo by dále napomáhalo s monitoringem celé hořící budovy, z důvodu možného zřícení konstrukcí vlivem požáru.

Mezi problematiku požárů budov patří i požáry střech, které mají taktéž svá specifika, činnosti jednotek PO při požáru budov spočívají především nasazení útočných proudů, vnitřní nebo vnější zásahovou cestou, dle situace na místě zásahu, popřípadě usměrňovat hašení na střešní krytinu. Dále je důležité zajistit organizování ochrany hasičů před možností zřícení konstrukcí střech včasným přemístěním nasazených hasičů, popřípadě i stržením konstrukcí. Na místě zásahu by měla být využívána termokamera pro vyhledávání skrytých ohnisek a také speciální výšková technika. [24]

Do této části metodiky bojového řádu navrhuji vložit opět využití bezpilotního letadla vybaveným termokamerou z důvodu snazšího vyhledávání možných skrytých ohnisek popřípadě monitoringu hasebních prací nad místem zásahu.

## **5.6 Využití UAS při úniku nebezpečných látek**

Posledním vybraným typem mimořádné události, kde je možný zásah jednotek letištních hasičů, a je zde vhodné nasazení bezpilotního letadla, jsou úniky nebezpečných látek. Zásah s přítomností nebezpečné látky je potřeba řešit nasazením speciálních prostředků, zapojením speciálních sil a dalších složek IZS. U tohoto typu zásahu je také možnost znatelného omezení sil a prostředků jednotky letištních hasičů, a jak již bylo zmíněno v předchozích podkapitolách, je zde potřeba spolupráce s HZS ČR. [34] V případě vyhlášení mimořádné události s únikem nebezpečných látek se jednotky letištních hasičů řídí dle metodiky bojového řádu. Dále budou krátce popsány vybrané části této metodiky s návrhem o doplnění využití UAS na místě zásahu.

### **5.6.1 Úkoly a činnosti jednotek PO**

Prvotním opatřením při příjezdu na místo zásahu je provedení průzkumu s cílem zjištění, zdali se jedná skutečně o únik nebezpečné látky, poté je nutné zjistit o jakou nebezpečnou látku se jedná a jaké jsou vlastnosti dané látky. Není-li znám druh látky, je potřeba zajistit dostatečný odstup sil a prostředků od místa úniku a přistupovat k tomuto místu s maximální opatrností. Do nebezpečné zóny vstupuje pouze minimální počet hasičů a pracuje se zde s nejvyšší opatrností. Prvotním cílem hasičů v nebezpečné zóně je identifikování nebezpečné látky, rozsah úniku, dále VZ rozhoduje o dalším postupu pro eliminaci nebezpečí na místě zásahu. [24]

Doporučení k úpravě/doplnění: zde navrhuji vložení doporučení o využití bezpilotního letadla na místě zásahu, konkrétně v rámci průzkumných prací, tak aby se co nejvíce eliminovalo vystavení zasahujících hasičů nebezpečí, kdy není známo, o jaký druh uniklé látky se jedná. Dále doporučuji využít bezpilotní letadlo pro monitoring zasahujících hasičů pro případ náhlého nebezpečí.



## 6 Koordinace mezi ŘLP a HZS letiště

Dalším důležitým bodem v rámci implementování nové metodiky využití UAS u letištních hasičů je také komunikace mezi stanovištěm řízení letového provozu a letištními hasiči. V této kapitole budou uvedeny pravidla pro komunikaci mezi těmito dvěma složkami, včetně technického zázemí a návrhu nové frazeologie pro použití UAS na místě zásahu v prostoru CTR daného letiště.

Obecně jsou hasičské stanice na mezinárodních letištích opatřeny vlastním operačním střediskem, které přijímá tísňová volání a vysílá jednotky PO k mimořádným událostem. Na letištích kategorie 6 a vyšších musí být zajištěn obousměrný komunikační systém mezi hasičskou stanicí a řídicí věží daného letiště. Na letištích do kategorie 6 je nutné zajistit provozovatelem varovný a komunikační systém jiným způsobem. [30] V tabulce č. 3 jsou Stanovené kategorie letišť pro hasičskou a záchrannou službu.

Požární vozidla musí být vybavena obousměrným radiokomunikačním zařízením pomocí kterého žádají TWR o vstup na pojezdový systém, jeli to potřeba například v rámci vyhlášení leteckého poplachu. Po vstupu požárních vozů na provozní plochy jsou veškeré pohyby řízené z TWR. [31]

Tabulka 3 – Kategorie letiště pro hasičskou a záchrannou službu [30]

| Kategorie letiště | Celková délka letounu       | Maximální šířka trupu |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1                 | 0 m až, ale ne včetně 9 m   | 2 m                   |
| 2                 | 9 m až, ale ne včetně 12 m  | 2 m                   |
| 3                 | 12 m až, ale ne včetně 18 m | 3 m                   |
| 4                 | 18 m až, ale ne včetně 24 m | 4 m                   |
| 5                 | 24 m až, ale ne včetně 28 m | 4 m                   |
| 6                 | 28 m až, ale ne včetně 39 m | 5 m                   |
| 7                 | 39 m až, ale ne včetně 49 m | 5 m                   |
| 8                 | 49 m až, ale ne včetně 61 m | 7 m                   |
| 9                 | 61 m až, ale ne včetně 76 m | 7 m                   |
| 10                | 76 m až, ale ne včetně 90 m | 8 m                   |

## 6.1 Technické vybavení

Jak již bylo zmíněno, je nutné, aby byla požární vozidla vybavena obousměrným spojením, nejlépe rádiovou stanicí, která umožňuje kvalitní nerušené spojení mezi TWR a hasičskou stanicí letištních hasičů. Tyto rádiové stanice mohou být takzvané mobilní, které mohou být umístěné napevno například v hasičských automobilech a dále jsou zde radiostanice přenosné neboli ruční, které lze přenášet a komunikovat tak přímo z terénu. Dalším potřebným technologickým vybavením pro bezpečný pohyb vozidel letištních hasičů po provozních plochách daného letiště jsou odpovídače/vysílače radaru, které slouží pro poskytnutí informací o poloze daného prostředku na pojezdovém systému. Samotné hasičské vozidlo může být také uzpůsobeno pro provoz bezpilotního letadla, příkladem může být speciální velitelský automobil vybavený bezpilotním letadlem a technologií pro dálkový přenos videozáznamu, toto speciální hasičské vozidlo bude dále popsáno v dalších kapitole této diplomové práce. [31]

### 6.1.1 Mobilní radiostanice

Mobilní neboli také vozidlové radiostanice umožňují komunikovat mezi dvěma uživateli nebo také ve skupině. Tyto radiostanice disponují především větším výkonem oproti ručním radiostanicím, pomocí antén připevněných napevno na konstrukci vozidla. Příkladem mobilní radiostanice může být model Motorola GM360 VHF Versatile (obrázek č.20), která se často využívá v hasičských vozidlech. Tato radiostanice disponuje 255 kanály v kmitočtovém pásmu 136–174 MHz na velmi krátkých vlnách (VHF). Mezi hlavní funkce této radiostanice patří možnost tísňového volání, hlasem ovládané vysílání, možnost uložení kanálu apod. [36]

Pomocí této radiostanice je vhodné požádat TWR o povolení k aktivaci bezpilotního letadla je-li dle vyhodnocení velitele zásahu bezpilotní letadlo na místě zásahu potřebné.



Obrázek 20 – Mobilní radiostanice Motorola umístěná v hasičském vozidle [autor]

### 6.1.2 Ruční radiostanice

Přenosné radiostanice jsou vhodné zejména pro komunikaci v terénu, kdy není možné použití klasické mobilní radiostanice, která je na pevně umístěna ve vozidle. Příkladem vhodné radiostanice může být model DP4800e VHF od výrobce Motorola (Obrázek č. 21), tato radiostanice disponuje grafickým displejem a numerickou klávesnicí. Využití je možné ve standardním analogovém provozu, ale také i v provozu digitálním. Celkem tato radiostanice umožňuje až 1000 kanálových hodin. [37]



Obrázek 21 – Ruční radiostanice Motorola [37]

Ruční radiostanici může VZ využít přímo v terénu mimo hasičské vozidlo pro nutné zabezpečení neustálého kontaktu s TWR v rámci zásahové činnosti a využívání bezpilotního letadla na místě zásahu.

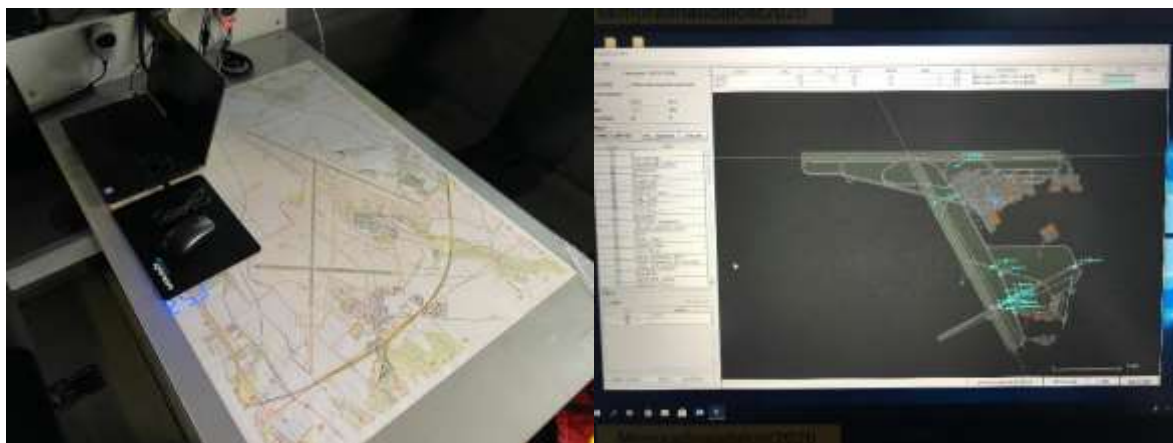
### 6.1.3 SQUID vysílač

Dalším technickým zařízením, které výrazně zvyšuje bezpečnost a přehled o pohybu vozidel po pojezdovém systému je tzv. SQUID vysílač pracující na principu ADS-B. Tento vysílač pomocí GPS/GNSS vysílá pozici daného vozidla včetně různých údajů jakými mohou být například rychlost pohybu daného prostředku po letištní ploše. Řídicí letového provozu tak mají přehled o pohybu vozidel na letištní ploše. Systém pracuje na frekvenci 1090 MHz a je navržen pro využití s kterýmkoliv ADS-B systémem, který přijímá Mód S Extended Squitter. [38] Na obrázku č.22 je SQUID jednotka umístěna na hasičském vozidle.



Obrázek 22 – SQUID vysílač na hasičském vozidle HZSP Letiště Praha a.s. [autor]

Požární automobil vybavený bezpilotním letadlem a SQUID vysílačem představuje další zvýšení úrovně bezpečnosti v případě aktivace bezpilotního letadla na místě nehody. Řídicí letového provozu tak může přesně vidět, kde se požární vůz nachází a odkud je aktivováno bezpilotní letadlo, v případě, kdy bezpilotní letadlo není vybaveno například ADS-B. Tuto funkci je možné využít i pro bezpečnost pohybu hasičských vozidel po pojezdovém systému daného letiště, například v nepříznivých podmínkách mlha, déšť apod. Na obrázku č. 23 je zobrazena aplikace pozemního přehledového radaru, který využívá informace z SQUID vysílače. Laptop s touto aplikací je umístěn ve velitelském automobilu HZSP Letiště Praha a.s.



Obrázek 23 – Laptop s aplikací přehledového radaru uvnitř velitelského automobilu [autor]

## 6.2 Postupy spojení

Spojení mezi TWR a letištními hasiči standartně probíhá pomocí radiostanic, které byly popsány v předchozích podkapitolách nebo pomocí mobilního telefonu v rámci nouzového spojení. V teoretické části této diplomové práce jsou uvedeny podmínky pro lety UAS v CTR, kde je také uvedeno, že v případě letů v CTR je za jistých podmínek nutná koordinace s příslušným stanovištěm ŘLP, popřípadě je vyžadováno obousměrné spojení. Frazieologie tak není nikde jasně stanovena a žádost o povolení tedy probíhá otevřenou řečí.

Dle mého názoru je vhodné spojit komunikaci v rámci žádosti o povolení ke vstupu na provozní plochy letiště s žádostí o aktivaci bezpilotního letadla na místě zásahu. Některé fráze mohou být použity z předpisu L Frazieologie, doporučení k úpravě/doplnění tohoto předpisu:

### Povolení k aktivaci UAS

XXX VĚŽ, XXX FIRE – žádám o letové povolení bezpilotního letadla XXX v prostoru mimořádné události/přesně dané pozice.

XXX FIRE, XXX VĚŽ – vzlet s bezpilotním letadlem XXX povolen, maximální výška 100 m AGL (výška nad zemí)

XXX VĚŽ, XXX FIRE – vzlet povolen, max. výška 100 m AGL.

### Ukončení provozu UAS

XXX VĚŽ, XXX FIRE – činnost s bezpilotním letadlem byla ukončena, prostor volný

XXX FIRE, XXX VĚŽ – potvrzují, činnost s bezpilotním letadlem ukončena

V případě pohybu vozidel hasičů po letištní ploše je nutné, aby hasiči-řidiči pro komunikaci se střediskem ŘLP měli platná oprávnění k dané komunikaci, vozidla byla vybavena radiostanicemi, které jsou udržované v provozuschopném stavu. Dále je zapotřebí:

- Dodržovat radiotelefonní postupy.
- Používat předepsanou komunikaci včetně ICAO letecké abecedy.
- Mít znalost prostředí daného letiště, zejména dráhového a pojezdového systému.
- Mít znalost silničního prostředí na ploše letiště, především situace, kdy má letadlo před vozidlem přednost. [39]

### 6.3 Personální požadavky k obsluze UAS

Personální zajištění představuje velice náročnou položku k provozu UAS u jednotek letištních hasičů. Podobně jako u HZS ČR je zapotřebí, aby obsluha bezpilotního letadla byla zajištěna minimálně dvěma osobami, které budou zastupovat pozici pilota a operátora přenosu dat včetně povinností mít veškerá potřebná povolení pro provoz UAS, zejména povolení k leteckým pracím od ÚCL (platí pouze do 31.12.2020) apod. Ideálně by jedna z osob měla zastupovat velitelskou funkci z důvodu potřeb velitele zásahu, který by tak měl zdroj informací z bezpilotního letadla ihned k dispozici. Personální zajištění tak může být problém při zajištění provozu UAS u jednotek letištních hasičů, minimální počty hasičů na letišti jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 4 – Minimální počty personálu dle kategorie letiště [30]

| Kategorie letiště | Minimální počty personálu |
|-------------------|---------------------------|
| 1-2               | Záměrně nepoužito         |
| 3-4               | 1+3                       |
| 5-7               | 1+5                       |
| 8                 | 1+5 a 1+3                 |
| 9-10              | 1+5 a 1+3                 |

## 7 Vhodné modelové řady UAS a technologie pro použití u HZSP Letiště

Předposlední kapitola této diplomové práce se bude zabývat modely bezpilotních letadel, při kterých se dá předpokládat přínos pro jednotky letištních hasičů v rámci zásahové činnosti. Z praxe HZS ČR je dokázáno, že již standartní modely, jakými mohou být DJI P4 dokážou zvýšit situační přehled na místě zásahu a tím napomoci k vyřešení dané mimořádné události. Na trhu je dnes mnoho modelů bezpilotních letadel, pro které existuje využití u jednotek letištních hasičů, dále budou popsány pouze vybrané modely, které byly zmíněny v této diplomové práci a u kterých je dokázán přínos v rámci záchranných a likvidačních prací jednotek PO. Na konci této kapitoly bude popsán nový speciální velitelský automobil pro podporu velitele zásahu, který byl sestaven pro účely využití bezpilotního letadla na místě zásahu.

### 7.1 DJI Phantom 4

Prvním vhodným modelem bezpilotního letadla je model od společnosti DJI s označením Phantom 4 (P4), který je na trhu od roku 2016. Základní model disponuje baterií s kapacitou 5 350 mAh a výdrží přibližně 28 minut letu. Videozáznam se dá pořizovat až v rozlišení 4K, maximální rychlost letu činí 20 m/s, navigace pro zjištění polohy využívá signálu GPS, GLONASS. K základnímu modelu byly uvedeny další verze s označením P4 Advanced, Pro, Advanced a PRO + (Obrázek č.24), tyto verze jsou lépe vybavené oproti základnímu modelu, například model P4 Advanced disponuje delší dobou letu oproti základnímu modelu přibližně o dvě minuty, model P4 Pro dokáže komunikovat mezi dronem a vysílačem i na frekvenci 5,7 GHz kromě již standartní frekvence 2,4 GHz. [3]



Obrázek 24 – Model DJI P4 Pro+ V2.0 s dálkovým ovladačem [40]



Model DJI P4 disponuje také anti-kolizními čidly, které do určité rychlosti letu zabrání srážce s překážkou. Cena tohoto modelu se pohybuje okolo 50 000,- Kč (Verze P4 Pro+ V2.0), na tento model se dá také nainstalovat lepší vybavení v podobně kvalitnějších kamer apod. Cena se tak může vyšplhat i před 100 000,- Kč. [40]

Výše zmíněný model je vhodný pro základní průzkum na místě zásahu, a také pro pořizování video záznamu, další výhodou je také rychlost aktivace na místě zásahu. Tento model je vhodný pro výcvik začínajících pilotů bezpilotních letadel.

## 7.2 DJI Mavic

Model bezpilotního letadla DJI Mavic se stejně jako u přechozího modelu P4 taktéž vyrábí v několika verzích. Základní model se nazývá DJI Mavic Pro a na trhu je také od roku 2016. Přednosti toho modelu spočívají především v malé hmotnosti (743 g), skladnosti, letovými vlastnostmi, a také pořizování kvalitního záznamu. Model obsahuje 5 anti-kolizních čidel pro zvýšení bezpečnosti letu, výdrž baterie činí přibližně 27 minut letu. Od roku 2018 jsou na trhu také nástupci modelu M Pro s názvem DJI Mavic 2 PRO / Mavic 2 Zoom, které mají několik výhod oproti základnímu modelu. Hlavní výhodou u těchto modelů je především nový systém detekce překážek, který je schopný detekovat překážky ve všech stranách včetně pohybu modelu vzhůru. Modely také disponují vyšší maximální rychlostí letu, která vzrostla na 72 km/h oproti původním 65 km/h. Změnou oproti původnímu modelu jsou vylepšené kamery, u modelu M 2 PRO má objektiv 28 mm s možností nastavení clony. Model M 2 Zoom disponuje možností měnit ohniskovou vzdálenost od 24 až do 48 mm. [3]

Především pro záchranáře a speciální operace byl vyvinut model DJI M2 s označením Enterprise a Enterprise Dual. Model Enterprise vychází z modelu M 2 Zoom a jsou zde úchyty pro speciální vybavení, jakým může být například reflektor s výkonem 2 400 lm nebo přídatný reproduktor s výkonem až 100 dB, z kterého lze přehrát až deset různých hlášení. Model Enterprise Dual je vybaven duální kamerou schopnou snímat v infračerveném a viditelném spektru. První z objektivu je schopen dvojnásobně zvýšit optický zoom, druhý objektiv dokáže měřit teplotu povrchu pomocí termálního snímače. Výhodou je také integrovaný ADS-B přijímač, který dokáže informovat o pohybu dalších letadel v okolí. Doba letu u tohoto modelu činí přibližně 31 minut. Na obrázku č. 25 je zobrazen model DJI M 2 Enterprise Dual. [3]





Obrázek 25 – Model DJI M 2 Enterprise Dual [41]

Model DJI M 2 PRO lze pořídit za přibližně 39 000,- Kč, pořizovací cena vylepšeného modelu M 2 Enterprise Dual činí přibližně 78 000,- Kč. [41]

Výše zmíněné modely DJI Mavic jsou velice vhodné pro využití u jednotek leteckých hasičů v rámci zásahové činnosti, výhody modelu M 2 PRO jsou především rychlost letu, snadné ovládání, rychlá aktivace na místě zásahu. M 2 Enterprise Dual navíc k těmto výhodám přináší výhody v podobě využití speciálního vybavení jakým je termální kamera, reflektor, reproduktor. Tento model je tak vhodnou volbou vzhledem k poměru cena/výkon.

### 7.3 DJI Matrice

V přechozích dvou podkapitolách byly zmíněny menší modely pro polo-profesionální využití. DJI Matrice však už patří více do profesionální odvětví bezpilotních letadel. Základní model s označením 100 je na trhu od roku 2016 a může být osazen libovolným zařízením dle potřeby uživatele, u této verze je také možnost připojení druhé baterie, čímž se zvýší doba letu až na 40 minut, maximální rychlost je stanovena na 80 km/h. [3]

Větší verze modelu DJI Matrice nese označení 600 a jedná se o hexakoptéru (disponuje 6 rameny) pro profesionální průmyslové využití. Model má skládací konstrukci, pomocí které lze model snadno přepravovat a rychle připravit k letu.

Pomocí speciální řídicí jednotky a systému D-RTK GNSS lze létat s přesností 1 cm a tím nahradit klasický kompas. Tuto výhodu lze využít především při létání v blízkosti kovových konstrukcí, přičemž není potřeba magnetických interferencí. [3]

Na této verzi je umístěno celkem 6 akumulátorů z nichž je napětí převáděno speciálním systémem, při slabém zatížení dokáže tento model vydržet až 40 minut v letu. Nosnost činí 6 kg a při této maximální zátěži je model schopen létat až 15 minut. [3]

Poslední a také nejnovější verzí z řady Matrice je model Matrice 210 RTK (Obrázek č.26), který disponuje opět mnoha výhodami pro profesionální využití nejen u záchranných složek. Konstrukce tohoto modelu disponuje certifikací IP43, která umožňuje tento model používat v nepříznivých podmínkách jakými mohou být déšť a prach. Akumulátor je zde samozahřívací, proto je umožněn provoz i v teplotách od -20 stupňů Celsia do 45 stupňů Celsia. Dále lze na konstrukci modelu přimontovat až 3 kamery, včetně možnosti úchyty pro kameru na horní části konstrukce. Vybavení tak může být flexibilní podle potřeby uživatele. [3]



*Obrázek 26 – Model DJI Matrice 210 RTK V2 [42]*

Cenová relace modelů DJI Matrice se pohybuje v řádech statisíců, zaleží na konfiguraci a možného vybavení daného modelu. Například model Matrice M600 lze pořídit neosazený kamerami přibližně za 160 000,- Kč. [42]

Bezpilotní letadla řady DJI Matrice jsou dle mého názoru nejvhodnější možnou volbou pro využití u jednotek letištních hasičů, možnost nakonfigurování potřebného vybavení činí z tohoto modelu cenný nástroj pro podporu jednotek PO v rámci záchranných a likvidačních prací.

## 7.4 Speciální velitelské vozidlo vybavené UAS

Mimo samotných bezpilotních letadel bude v této části diplomové práce krátce popsáno také speciální hasičské vozidlo určené pro kompatibilní využití s bezpilotním letadlem. Toto vozidlo je od srpna roku 2020 ve výjezdu HZS Karlovarského kraje a nese název VEA (velitelský automobil) na podvozku Mercedes-Benz Sprinter. Nástavba vozidla byla zkonstruována speciálně pro použití bezpilotního letadla a podporu velitele zásahu při řešení mimořádných událostí. [43]

Uvnitř vozidla se nachází speciální telekomunikační zařízení, které je schopné přenášet obraz z kamery bezpilotního letadla bezdrátově do vestavěných televizí, včetně zaznamenávání obrazového a zvukové záznamu na SSD disky. Dále se ve vozidle nachází dva výkonné počítače, ve kterých je možný okamžitý střih videozáznamu pořízený bezpilotním letadlem včetně následného streamu na internet pomocí internetového odkazu. Další vybavení tvoří 8 kamer, které lze umístit až 100 metrů od vozidla na stativy pomocí 100m kabeláže ke každé kameře, tyto kamery zvyšují přehled o dění kolem vozidla na místě zásahu. Na obrázku č.27 je možné vidět stanoviště obsluhy tohoto vozidla, v době, kdy je zaktivovaný přenos videa mezi bezpilotním letadlem a obrazovkou TV uvnitř vozidla. [43]



Obrázek 27 – Stanoviště obsluhy vozidla [autor]

Vozidlo je dále vybaveno bezpilotním letadlem typu DJI Matrice 210 (Obrázek č. 28) a také modelem DJI Mavic 2 Enterprise, které slouží jako záložní bezpilotní letadlo v případě poruchy hlavního modelu nebo v případě, kdy je nutné rychlé nasazení bezpilotního letadla. Plná aktivace modelu DJI Matrice 210 V2 z velitelského vozidla trvá přibližně 5-7 minut, čas potřebný pro plnou aktivaci záložního bezpilotního letadla je přibližně 2 minuty. Podvozek vozidla byl dodán společností Mercedes-Benz, vnitřní vybavení postavila společnost THT Polička a.s. [43]



*Obrázek 28 – DJI M 210 V2 (vlevo), zadní část automobilu (vpravo) [autor]*

Vozidlo je velice vhodnou volbou pro jednotky letištních hasičů, výhody spočívají především k možnosti dálkového přenosu pohledu z kamery umístěné na bezpilotním letadlu, například do krizového štábu letiště nebo do obrazovek umístěných ve vozidle, tím je možné zefektivnit rozhodovací proces velitele zásahu pomocí informací přenesených z bezpilotního letadla. Vozidlo je určeno především pro déle trvající zásahy [43].

Celková cena automobilu činí 3 810 290,- Kč, dovybavení automobilu v podobě zabudované elektrocentrály stálo téměř 450 000,- Kč. Bzpilotní letadlo DJI M 210 V2 bylo zakoupeno v předchozím roce za cenu 790 534 Kč. [43]

## 8 Validace koncepce

Tato kapitola se bude dále věnovat validaci navržené koncepce, pro účel splnění cíle této diplomové práce byly provedeny testovací lety bezpilotního letadla v prostoru Letiště Praha. Cílem tohoto praktického záletu s bezpilotním letadlem bylo zjistit, jak probíhá komunikace mezi stanovištěm ŘLP s operátory bezpilotního letadla v kritických místech daného letiště. V druhém případě se jednalo o cvičení HZSP Letiště Praha a.s. při kterém bylo využito bezpilotní letadlo v rámci monitoringu celého cvičení. Tyto testovací lety dokazují potenciál využití UAS u jednotek letištních hasičů v rámci zásahové činnosti, avšak nutno podotknout, že níže zmíněné testovací lety byly provedeny v období téměř nulového provozu na tomto letišti.

### 8.1 Testovací let 1

7.4.2020 proběhl ve spolupráci s Letištěm Praha a.s. testovací let s bezpilotním letadlem DJI Mavic Air v areálu zmíněného letiště. Cílem tohoto testovacího záletu bylo především zjistit praktickou část komunikace mezi stanovištěm ŘLP, konkrétně s TWR a obsluhou bezpilotního letadla. Dalším cílem bylo zjistit, jaký nadhled poskytuje toto bezpilotní letadlo v kritických místech daného letiště, jednalo se například o předpolí RWY 06 Letiště Václava Havla, které je viditelné na obrázku č. 29.



Obrázek 29 – Pohled z bezpilotního letadla DJI Mavic Air na předpolí RWY 06 [Letiště Praha]



Komunikace mezi operátory bezpilotního letadla a TWR probíhala pomocí radiostanice umístěné v hasičském vozidle (obrázek č. 30), samotnou komunikaci obstaral hasič-velitel družstva (autor této práce), který následně předával informace pilotovi bezpilotního letadla. Hasičské vozidlo uvedené na obrázku č. 25 je také vybaveno SQUID vysílačem, řídící letového provozu tak měli přesnou pozici hasičského automobilu na ploše letiště a zároveň i pozici odkud je bezpilotní letadlo provozováno.



Obrázek 30 – Hasičský automobil HZSP Letiště Praha a.s. společně s DJI Mavic Air [autor]

Lety s bezpilotním letadlem probíhaly i v jiných částech letiště, konkrétně v místech depa autocистерен leteckého paliva, které je nově umístěno ve východní části letiště poblíž RWY 24. Zde byl proveden let z důvodu vysokého požární rizika, které se v těchto místech nachází, proto bylo vhodné zjistit jaký náhled přináší bezpilotní letadlo v tomto prostoru. Posledním místem, kde byl proveden let, se nacházelo před hlavní budovou terminálu 1. V tomto prostoru byly zdokumentovány střechy budov terminálu z důvodu zjištění, jaký pohled přináší bezpilotní letadlo v případě možného požáru střech těchto objektů.

Celé toto cvičení bylo provedeno bez sebemenších problémů a splnilo daná očekávání. Komunikace s TWR probíhala dle standardní frazeologie, kterou používají letištní hasiči na provozní plochách daného letiště.

## 8.2 Testovací let 2

V rámci cvičení jednotky HZSP Letiště Praha a.s. pro zjištění možností přínosu UAS na místě zásahu bylo opět využito bezpilotního letadla. Tématem cvičení byl požár skladů leteckých pohonných hmot, které se nachází v blízkosti areálu Letiště Praha u RWY 24/06 daného letiště. Hašení nádrží s palivem probíhalo pomocí dvou letištních hasičských speciálů (obrázek č.31) a útočných proudů, které byly vedené ze standartních hasičských automobilů. Tohoto cvičení se také zúčastnili specialisté z Letiště Praha a.s., kteří na místě cvičení využili stejného bezpilotního letadla jako v předchozí podkapitole, jednalo se o model DJI Mavic Air, který napomáhal veliteli zásahu zvýšit přehled o situaci v prostoru cvičení.



*Obrázek 31 – Pohled z DJI Mavic Air na prostor hasičského cvičení [Letiště Praha]*

Bezpilotní letadlo po celou dobu cvičení monitorovalo prostor daného cvičení a jeho blízké okolí s cílem zvýšit přehled o pohybu sil a prostředků HZSP Letiště Praha a.s. V rámci cvičení bylo nutné kromě hasebních prací zachránit i jednu osobu, která se nacházela v blízkosti hořící nádrže. Bezpilotní letadlo napomáhalo veliteli zásahu monitorovat záchranu a přesun této osoby z prostoru hořící nádrže a tím zvýšilo bezpečnost v případě nenadálého nebezpečí. Zachráněná osoba byla následně předána zdravotnické záchranné službě (Obrázek č.32), jednotky tak dále pokračovaly v hasebních prací.



*Obrázek 32 – Pohled z DJI Mavic Air sanitní a hasičský automobil [Letiště Praha]*

Výsledek z cvičení naplnil očekávání a otevřel nové možnosti využití UAS v rámci zásahové činnosti letištních hasičů v prostoru letiště a celého CTR. Dále je zde předpoklad po budoucí využití technologicky lépe vybavených bezpilotních letadel, vybavených například termovizí nebo kamerou s mnohonásobným optickým zoomem, které by přinesli veliteli zásahu mnoho dalších užitečných informací. Lze předpokládat, že v případě reálného požáru skladu leteckých pohonných hmot by místo zásahu bylo silně zakouřené a nacházelo se zde více sil a prostředků složek IZS, bezpilotní letadlo by tak veliteli zásahu napomáhalo zvýšit bezpečnost zasahujících jednotek a celkově zkvalitnilo postup záchranných a likvidačních prací.



## Závěr

V této diplomové práci bylo řešeno možné využití bezpilotních systémů u jednotek letištních hasičů včetně návrhu nového konceptu integrace těchto systémů do současné metodiky řešení mimořádných událostí letištními hasiči. Hasičské sbory letištních hasičů často disponují nejmodernější technikou a perfektně vycvičeným personálem pro případ nenadálých mimořádných událostí v letectví jakými mohou být letecké nehody, ale také i jiné druhy mimořádných událostí. Bepilotní systém by tak mohl s touto technikou a personálem letištních hasičů přinést dokonalý nástroj k řešení mimořádných událostí v prostoru daného letiště, ale také i mimo něj.

První část této diplomové práce se zabývá současným přehledem legislativy v oblasti bezpilotních systémů v České republice s výhledem na nově příchozí celoevropskou legislativu, která přinese mnoho zásadních změn do této oblasti. Dle aktuálně platné legislativy nejsou v tuto chvíli zajištěny žádné výjimky pro hasičské sbory, tudíž pro ně platí stejná pravidla, jako pro ostatní uživatele bezpilotních systémů.

Aby byl dokázán přínos bezpilotních systémů, další část této práce je zaměřena na vybrané jednotky hasičského záchranného sboru České republiky a podniků, kde mají zkušenosti s využitím bezpilotního systému v rámci zásahové činnosti. K tomuto účelu byly krátce popsány vybrané zásahy s využitím bezpilotního systému na místě mimořádné události. HZS Karlovarského kraje poskytlo pro tuto diplomovou práci řadu fotografií z různých zásahů s využitím bezpilotního systému, včetně možnosti fyzické prohlídky nejnovější výjezdové techniky, která je popsána v závěrečné části této práce.

Ze zkušeností působení autora této práce u jednotky letištních hasičů včetně velitelské funkce byly dále vybrány 4 typy různých mimořádných událostí, se kterými se mohou setkat některé jednotky profesionálních letištních hasičů. U vybraných typů mimořádných událostí byl popsán postup řešení, hlavní úkoly sil a prostředků jednotek požární ochrany a opět praktické příklady využití bezpilotního systému u zmíněných vybraných mimořádných událostí. V následujících kapitolách je zmíněna stejná metodika vybraných mimořádných událostí a na základě prostudování dané metodiky byly vybrány určité pasáže, do kterých byly navrženy úpravy či doplnění o využití UAS na místě zásahu v rámci zásahové činnosti.

Pro splnění kompletnosti celé koncepce této práce se další kapitoly věnují koordinaci mezi stanovištěm ŘLP a jednotkami letištních hasičů. Zde byla navržena část frazeologie pro bezpečné využití bezpilotního systému letištními hasiči včetně popisu možného technologického vybavení pro správné a bezpečné používání komunikace mezi stanovištěm ŘLP a letištními hasiči.

Z důvodu ověření možného využití bezpilotních systémů u jednotek letištních hasičů bylo provedeno ve spolupráci s Letištěm Praha a.s. cvičení s bezpilotním letadlem v areálu zmíněného letiště. Cílem bylo zjistit, jak by mohla probíhat komunikace mezi TWR a vozidlem letištních hasičů vybaveným SQUID odpovídačem a radiostanicemi. Dalším cílem bylo zjistit jaké pohledy z ptačí perspektivy přináší bezpilotní letadlo na vybraná místa daného letiště. Dále bylo využito cvičení HZSP Letiště Praha a.s. v prostoru skladů leteckých pohonných hmot, kde bylo opět využito bezpilotního letadla, ale tentokrát pro potřeby velitele zásahu. Z výše zmíněných poznatků bylo dokázáno, že bezpilotní letadlo v prostoru letiště, ale i celého CTR představuje vhodný nástroj pro zvýšení kvality záchranných a likvidačních prací letištními hasiči.

Pevně věřím, že tato práce bude představovat možný nástroj pro realizaci pořízení bezpilotních systému jednotkami letištních hasičů a bude tak zvýšena bezpečnost a rychlost v rámci záchranných a likvidačních prací při případné mimořádné události.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATUTY

- [1] KARAS, Jakub. 222 tipů a triků pro drony. *222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press, s. 13-109. ISBN 978-80-251-4874-7.
- [2] *Doplněk X* [online]. In: . [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- [3] KOCOUREK, Jaroslav a Jaroslav ŘEŠÁTKO. *Drony - Praktická příručka pro majitele dronů DJI*. Druhé. Praha: Agentura Rubico, 2019, s. 13-182. ISBN 978-80-7346-228-4.
- [4] *DronView* [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://dronview.rlp.cz/>
- [5] *PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2019/947* [online]. In: . 11.6.2019 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0947>
- [6] Otevřená kategorie. In: *Letejmezodpovedne* [online]. [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: [https://letejtezodpovedne.cz/legislativa/co\\_nas\\_cek\\_a?clid=150](https://letejtezodpovedne.cz/legislativa/co_nas_cek_a?clid=150)
- [7] *Nová evropská pravidla pro provoz dronů: jak se změní bezpečnost, co se zjednoduší a co naopak zpřísní?* [online]. In: . [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://letejtezodpovedne.cz/dron%20nova%20EU%20pravidla.pdf>
- [8] Drony jako doručovatelé balíků i léků - realita nebo sen? In: *Dronpro* [online]. 31.3.2020 [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/drony-jako-dorucovatele-baliku-i-leku-jsou-zase-bliz-diky-u-space>
- [9] Opinion 01/2020. In: *Easa.europa.eu* [online]. 13.3.2020 [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/document-library/opinions/opinion-012020>
- [10] STRAKOŠ, Jiří. Uplatnění bezpilotních letounů u hasičů. *Časopis 112*. Praha, 2019, (1), 16-17. ISSN 1213-7057.
- [11] *Operačně taktická podpora řízení mimořádných událostí bezpilotními prostředky* [online]. In: . [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/koncepce-hzs-kvk-do-roku-2029-priloha-c-2-pdf.aspx>
- [12] KOMOSNÝ, Štěpán. Hasiči Fosfa a.s. jsou první hasičskou jednotkou vybavenou dronem, na každé směně mají jednoho pilota. In: *Požáry.cz* [online]. 31.1.2016 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/128700-hasici-fosfa-a-s-jsou-prvni-hasicskou-jednotkou-vybavenou-dronem-na-kazde-smene-maji-jednoho-pilota/>

- [13] *Technika hasičů ŠKODA AUTO: Dron, robot, 60metrová plošina* [online]. In: . 28.5.2019 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/skoda-svet-cs/zaoponou-cs/technika-hasicu-skoda-auto-dron-robot-60metrova-plosina/>
- [14] HORÁKOVÁ, Vendula. V Pardubickém kraji hasiči používají dron DJI Mavic 2 Enterprise, při požárech pomáhá termokamera. In: *Požáry.cz* [online]. 16.11.2019 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/220672-v-pardubickem-kraji-hasici-pouzivaji-dron-dji-mavic-2-enterprise-pri-pozarech-pomaha-termokamera/>
- [15] KASAL, Martin. Hasiči v Karlovarském kraji převzali do užívání novou techniku, kromě cisterny mají i dron. In: *Požáry.cz* [online]. 17.09.2019 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/217886-hasici-v-karlovarskem-kraji-prevzali-do-uzivani-novou-techniku-krome-cisterny-maji-i-dron/>
- [16] KASAL, Martin. *Pád dopravního letadla prověřil součinnost složek IZS při cvičení ve vojenském výcvikovém prostoru Hradiště* [online]. In: . 13.9.2018 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/196637-pad-dopravniho-letadla-proveril-soucinnost-slozek-izs-pri-cviceni-ve-vojenskem-vycvikovem-prostoru-hradiste/>
- [17] KASAL, Martin. *V Ostrově na Karlovarsku hořela firma na výrobu lepenky, vyhlášen byl III. stupeň požárního poplachu* [online]. In: . 17.4.2018 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/187008-v-ostrove-na-karlovarsku-horela-firma-na-vyrobu-lepenky-vyhlasen-byl-iii-stupen-pozarniho-poplachu/>
- [18] TURNER, Julian. *Countering drones at airports: what are the technology options out there?* [online]. In: . 18.4.2019 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/features/countering-drones-at-airports/>
- [19] *THE DRONES DANGER* [online]. In: . 20.12.2018 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.askthepilot.com/the-drone-danger/>
- [20] ADAMS, Eric. *DJI Demands Researchers Retract Drone Vs. Plane Wing Crash Test—But Is It Truly Inaccurate?* [online]. In: . 22.10.2018 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.thedrive.com/tech/24358/dji-demands-university-of-dayton-research-institute-retract-drone-vs-plane-wing-crash-test-video>
- [21] *Katalog typových činností integrovaného záchranného systému: Zásah složek IZS u mimořádné události Letecká nehoda STČ 04/IZS* [online]. In: . 2016 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/stc-04-zasah-slozek-izs-u-mimoradne-udalosti-letecka-nehoda-pdf.aspx>

- [22] JOB, Lukáš, Pavel HOŠEK a Zdeněk ČELIKOVSKÝ. Metodické a pohotovostní cvičení AIRCRAFT EVAC 2019. *Časopis 112*. Praha, 2019, (8), 14-15. ISSN 1213-7057.
- [23] VEČEŘA, Filip. *VYUŽITÍ UAV PRO ZVÝŠENÍ OPERAČNÍ A TAKTICKÉ HODNOTY JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY V ČR* [online]. Zlín, 2019 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <http://trilobit.fai.utb.cz/vyuziti-uav-pro-zvyseni-operacni-a-takticke-hodnoty-jednotek-pozarni-ochrany-v-cr>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Ústav bezpečnostního inženýrství.
- [24] *Bojový řád jednotek požární ochrany*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, s. 3-520. ISBN 978-80-7385-026-5.
- [25] *Cvičení prověřilo zásah složek IZS při hromadné dopravní nehodě na dálnici D6* [online]. In: . 1.10.2017 [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/173281-cviceni-proverilo-zasah-slozek-izs-pri-hromadne-dopravni-nehode-na-dalnici-d6/>
- [26] *S rozsáhlým požárem v Nejdku pomáhalo zařízení Cobra, předběžná škoda je pět milionů korun* [online]. In: . 21.12.2016 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/152830-s-rozsahlym-pozarem-v-nejdku-pomahalo-zarizeni-cobra-predbezna-skoda-je-pet-milionu-korun/>
- [27] PODSTAWKA, Václav. *Letecká doprava: Devět tříd ve vzduchu* [online]. In: . 2007 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <http://www.nebezpecnynaklad.cz/inc/clanky/letadla.pdf>
- [28] *Katalog typových činností integrovaného záchranného systému: DOPRAVNÍ NEHODA STČ 08/IZS* [online]. In: . 2009 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/stc-08-dn-uplna-pdf.aspx>
- [29] *V areálu sokolovské chemičky došlo k výbuchu jednoho zásobníku methylokrylátu, hasiči na místě zasahovali přes 28 hodin* [online]. In: . 25.10.2017 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/174982-v-arealu-sokolovske-chemicky-doslo-k-vybuchu-jednoho-zasobniku-methylokrylatu-hasici-na-miste-zasahovali-pres-28-hodin/>
- [30] *LETECKÝ PŘEDPIS LETIŠTĚ L14* [online]. In: . 2009 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: [https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14\\_cely.pdf](https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14_cely.pdf)
- [31] *DJI Adds Airplane And Helicopter Detectors To New Consumer Drones: ADS-B Receivers In Consumer-Grade Drones Will Set A New Standard In Drone Safety* [online]. In: . 22.5.2019 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.dji.com/newsroom/news/dji-adds-airplane-and-helicopter-detectors-to-new-consumer-drones>
- [32] VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, s. 139-229. ISBN 978-80-7204-764-2.

- [33] *Playback of flight* [online]. In: . [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.flightradar24.com/data/aircraft/n12345#24d8828f>
- [34] Rozhovor se Zdeňkem ČELIKOVSKÝM, manažerem stanice HZS Letiště Praha a.s. Praha 3.7.2020
- [35] *Airport Services Manual: Part 1 - Rescue and Firefighting* [online]. In: . [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <http://ufuav.asn.au/wp/wp-content/uploads/2016/11/operations-manual.pdf>
- [36] *MOTOROLA GM360 VHF Versatile* [online]. [cit. 2020-07-31]. Dostupné z: <https://www.motorola-radiostanice.cz/p/motorola-gm360-vhf-model-mdm25khf9an5/>
- [37] *Motorola MOTOTRBO™ DP4800e VHF* [online]. [cit. 2020-07-31]. Dostupné z: <https://www.motorola-radiostanice.cz/p/motorola-mototrbo-dp4800e-vhf-mdh56jdn9va1an-pber302h/>
- [38] *SQUID Bezpečněji na letištní ploše* [online]. [cit. 2020-07-31]. Dostupné z: <https://www.era.aero/cs/air-traffic-management/squid>
- [39] *Airport Services Manual: Part 8 - Airport Operational Services* [online]. In: . [cit. 2020-08-05]. Dostupné z: [http://files.repuloterek-civil-katonai-kozozos.webnode.hu/200000027-070ce08fe3/Doc\\_9137\\_P8\\_AIRPORT%20OPERATIONAL%20SERVICES.pdf](http://files.repuloterek-civil-katonai-kozozos.webnode.hu/200000027-070ce08fe3/Doc_9137_P8_AIRPORT%20OPERATIONAL%20SERVICES.pdf)
- [40] *Drony DJI Phantom* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/drony-phantom>
- [41] *Drony DJI Mavic* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/mavic>
- [42] *Drony DJI Matrice* [online]. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/matrice>
- [43] *Hasiči převzali speciální techniku - velitelský vůz s dronem* [online]. In: . [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasici-prevzali-specialni-techniku-velitelsky-vuz-s-dronem.aspx>

## Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1 – Pohled do aplikace DronView, červeně znázorněn prostor CTR [4].....                  | 11 |
| Obrázek 2 – Provoz v CTR a dalších prostorech [2] .....  | 11 |
| Obrázek 3 – Grafické znázornění otevřené kategorie [6] .....                                     | 12 |
| Obrázek 4 – Grafické znázornění budoucího využití vzdušného prostoru [8] .....                   | 16 |
| Obrázek 5 – Dron DJI Inspire s identifikačním štítkem [12] .....                                 | 18 |
| Obrázek 6 – DJI 600 pro [13].....  | 19 |
| Obrázek 7 – DJI Mavic 2 Enterprise [14].....   | 20 |
| Obrázek 8 – DJI M210 V2 [15].....  | 21 |
| Obrázek 9 – Pohled z dronu DJI M210 při cvičení letecké nehody (foto HZS KVK) .....              | 21 |
| Obrázek 10 – Pohled z dronu DJI P4 při požáru haly v Ostrově (foto HZS KVK) .....                | 22 |
| Obrázek 11 – Střet dronu DJI Phantom II s křídlem letounu Mooney [20] .....                      | 24 |
| Obrázek 12 – Organizace místa zásahu u letecké nehody [21].....                                  | 28 |
| Obrázek 13 – Pohled z dronu DJI Mavic Air při cvičení Aircraft Evac 2019 [22] .....              | 29 |
| Obrázek 14 – Pohled z dronu DJI P4 při cvičení u hromadné dopravní nehody (foto HZS KVK) .....   | 32 |
| Obrázek 15 – Požár budovy Nejdku vyfotografovaný z bezpilotního letadla (foto HZS KVK)           | 34 |
| Obrázek 16 – Označení nebezpečných látek [28] .....  | 36 |
| Obrázek 17 – Pohled na výbuchem zničenou nádrž [29] .....  | 37 |
| Obrázek 18 – Záznam z letu DJI M Pro v aplikaci flightradar24.com [33].....                      | 40 |
| Obrázek 19 – Možné postavení hasičských automobilů při požáru letadla [35] .....                 | 43 |
| Obrázek 20 – Mobilní radiostanice Motorola umístěná v hasičském vozidle [autor] .....            | 48 |
| Obrázek 21 – Ruční radiostanice Motorola [37] .....  | 49 |
| Obrázek 22 – SQUID vysílač na hasičském vozidle HZSP Letiště Praha a.s. [autor] .....            | 50 |
| Obrázek 23 – Laptop s aplikací přehledového radaru uvnitř velitelského automobilu [autor] .....  | 51 |
| Obrázek 24 – Model DJI P4 Pro+ V2.0 s dálkovým ovladačem [40].....                               | 53 |
| Obrázek 25 – Model DJI M 2 Enterprise Dual [41] .....  | 55 |
| Obrázek 26 – Model DJI Matrice 210 RTK V2 [42].....  | 56 |
| Obrázek 27 – Stanoviště obsluhy vozidla [autor].....   | 57 |
| Obrázek 28 – DJI M 210 V2 (vlevo), zadní část automobilu (vpravo) [autor] .....                  | 58 |
| Obrázek 29 – Pohled z bezpilotního letadla DJI Mavic Air na předpolí RWY 06 [Letiště Praha]..... | 59 |
| Obrázek 30 – Hasičský automobil HZSP Letiště Praha a.s. společně s DJI Mavic Air [autor] .....   | 60 |
| Obrázek 31 – Pohled z DJI Mavic Air na prostor hasičského cvičení [Letiště Praha] .....          | 61 |
| Obrázek 32 – Pohled z DJI Mavic Air sanitní a hasičský automobil [Letiště Praha].....            | 62 |

## **Seznam tabulek**

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1 – Podmínky provozu bezpilotních letadel [7].....                 | 14 |
| Tabulka 2 – SWOT analýza využití UAS při zásahu [autor].....               | 26 |
| Tabulka 3 – Kategorie letiště pro hasičskou a záchrannou službu [30] ..... | 47 |
| Tabulka 4 – Minimální počty personálu dle kategorie letiště [30].....      | 52 |

## **Seznam grafů**

|  |    |
|--|----|
| Graf 1 – Skladba tříd nebezpečných věcí přepravovaných v letadlech ČSA z Prahy [27]..... | 35 |
|--|----|