

# OPTIONS FOR USE OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS IN FIRE AND RESCUE SERVICES

## MOŽNOSTI VYUŽITIA BEZPILOTNÝCH PROSTRIEDKOV V HASIČSKÝCH A ZÁCHRANNÝCH ZBOROCH

**Matúš Poljak**  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina  
poljak8@stud.uniza.sk

**Branislav Kandra**  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina  
branislav.kandra@fpedas.uniza.sk

### Abstract

*This paper deals with the issue of the possibility of using unmanned aerial vehicles in fire and rescue services in several common problematic situations in which these rescue units operate. In the introductory chapter, the work defines factual terms and definitions related to the categorization of unmanned aerial vehicles in connection with the active legislation of the Slovak Republic and chronologically describes their historical development. Subsequently, it analyzes the current state of the issue in the Slovak Republic, and then compares it with the state of use of unmanned aerial vehicles in rescue services of the same purpose abroad. The main task of this work is to design and evaluate a possible solution to this issue. Other goals of this work include the creation of a theoretical base, which can be used for the practical application of the proposed solutions for the use of unmanned aerial vehicles of fire and rescue services*

### Keywords

*UAS, unmanned aerial systems, emergency service*

## 1. Úvod

Obsahom tejto práce je rozbor súčasne používaných metód aplikácie bezpilotných prostriedkov v prostredí zásahu hasičských a záchranných zborov na území Slovenskej republiky, ale aj v zahraničí. V práci analyzujeme existujúce koncepty možností aplikácie a vytvárame nové možnosti riešenia tejto problematiky, za účelom zvýšenia bezpečnosti a efektivity týchto zborov pri záchrane života alebo majetku. Rozborom možného použitia navrhovaných konceptov chceme dosiahnuť vytvorenie teoretického základu pre praktickú aplikáciu navrhovaných riešení v reálnych situáciách zásahov.

## 2. Súčasný stav problematiky

Použitie UAS v núdzových situáciách je stále nová metóda, ktorá má v súčasnosti nie na plno využitý potenciál na zvýšenie bezpečnosti príslušníkov záchranných zborov a ohrozených osôb, efektivity zborov a taktiež aj zmierniť vzniknuté škody. Jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich výsledok zásahu hasičských a záchranných zborov je získaná informácia o aktuálnej situácii na mieste zásahu. Aj malé chyby pri zisťovaní informácii môžu znamenať rozdiel medzi životom a smrťou všetkých zúčastnených, či už ľudí v núdzi, alebo zasahujúcich jednotiek. Čas je limitujúci faktor od ktorého sa zároveň odzrkadľuje pravdivosť hodnota podávanej informácie. Smer vývoja používanej technológie a postupov má v dnešnej dobe trend zameriavať sa nie teda len na ochranu osôb v núdzi, ale berie sa stále väčší ohľad na bezpečnosť zasahujúceho personálu.

Zásah jednotiek hasičských a záchranných zborov je sprevádzaný, vo väčšine prípadov, viacerými druhmi špecializovaných nástrojov a ťažkou technikou ktorej účinnosť a rýchlosť, ktorou sa dokáže dostaviť na miesto určenia, je závislá od členitosti a počtu možných prekážok v teréne. Problémom je aj samotná hmotnosť nástrojov, ktorými sú zasahujúci príslušníci vybavení. UAS predstavuje lacnejšiu, rýchlejšiu, jednoduchšiu možnosť ako nahradiť neúčinné a staré metódy zásahu i odľahčenie hmotnostného zaťaženia pozemného personálu. Použitím daného systému ako nosič pre iné špecializované prístroje určené pre špecifikované úlohy alebo ako systém na prenos dôležitých materiálov do ťažko prístupných oblastí.

### 2.1. Súčasný stav problematiky na Slovensku

Metódy použitia tejto technológie a zároveň samotná technológia nevyužíva na plno celý svoj potenciál. Slovenské Hasičské a Záchranné zbory disponujú len veľmi obmedzeným množstvom UAS civilného modelu DJI Mavic 2 Zoom, ktorý nemá žiadne špecializované vybavenie určené pre záchranné jednotky. V súčasnosti sa v inventári HaZZ nachádzajú 3 takéto UAS, ktoré sú pridelené k modulom pozemného hasenia požiarov v prírodnom prostredí Západ, Stred a Východ. [1]

HaZZ využíva tieto bezpilotné prostriedky stále iba vo výnimočných situáciách a ich aplikácia je v súčasnosti skôr výnimkou ako pravidlom. Momentálne sa využívajú na rôzne monitorovacie úlohy ako monitorovanie toku riek, v prípade už spomínaných lesných požiarov. Hasičské a záchranné zbory používajú tieto UAS na efektívnejšie a rýchlejšie zistenie smeru šírenia ohňa, čím sa predchádza materiálnym škodám a

úmrtiam. Kompaktnosť tohto UAS umožňuje pozemným jednotkám monitorovať a preskúmať priestory z výšky za účelom pátrania po nezvestných osobách, analýzy náročnosti terénu pre ťažkú techniku alebo počas živelných pohrôm.



Obrázok 1: Demonstrácia letu UAS. Zdroj: Autori.

### 2.1.1. Monitorovanie lesného požiaru

HaZZ už niekoľko krát aplikovali UAS v situáciách, kedy monitorovanie stavu lesného požiaru alebo toku danej rieky pozemnými jednotkami bez pomoci vrtuľníkov, bolo komplikované z dôvodu ťažko dostupného terénu alebo nadmerne zvýšenej hladiny vody a rýchlosti toku rieky. Tieto faktory obmedzujú rýchlosť, ktorou môžu jednotky HaZZ účinne zasiahnuť do situácie.



Obrázok 2: Fotografia požiaru v Nízkych Tatrách. Zdroj: [https://www.minv.sk/swift\\_data/source/hasici\\_a\\_zachranari/krizanov\\_a\\_foto/rok\\_2019/december\\_2019/hasicky\\_dron\\_v\\_akcii/2/01%20-%20poziar%20Velky%20Gapel.png?v=2](https://www.minv.sk/swift_data/source/hasici_a_zachranari/krizanov_a_foto/rok_2019/december_2019/hasicky_dron_v_akcii/2/01%20-%20poziar%20Velky%20Gapel.png?v=2)

Lesný požiar v mimoriadne ťažko dostupnom teréne na kopci Veľký Gápel v Nízkych Tatrách zasiahol v júli 2019 plochu 5 hektárov. V tomto prípade HaZZ použili hasičský UAS DJI Mavic 2 Zoom z Modulu pozemného hasenia požiarov v prírodnom prostredí skupina Stred na zisťovanie smeru šírenia, určovanie polohy a rozsahu vzniknutého požiaru, čo umožnilo zasahujúcim jednotkám rýchlejšie rozhodovanie a efektívnejšie rozmiestnenie ľudskej sily i dostupných prostriedkov. Taktiež pomocou tohto UAS bolo možné vyhľadať vhodné trasy pre presun potrebnej ťažkej techniky. Použitie UAS počas tohto zásahu komplikoval silný vietor a zadymenie, v dôsledku čoho bolo potrebné niekoľkokrát zmeniť miesto vzletu UAS. Tento

zásah trval 4 dni, počas ktorých toto UAS nalietalo približne 3 letové hodiny a dokopy preletelo 27 kilometrov

### 2.1.2. Vyhľadávanie nezvestných osôb

Terén a hustota zalesnenia alebo zastavania danej oblasti značne ovplyvňuje schopnosť pozemných pátracích elementov dostatočne rýchlo a bezpečne vykonávať svoju zadanú úlohu. Použitím UAS je možné vytvoriť rýchlo, efektívne a bezpečne reálny obraz oblasti pátrania. [2]

Na Slovensku už HaZZ aplikovalo UAS spomínanou metódou, keď bolo vyhlásené pátranie po troch stratených osobách v oblasti Revúca. Za použitia UAS totiž objavili vozidlo ponorené v rieke Muráň, ktoré patrilo nezvestným osobám. Taktiež v tejto situácii použitý bezpilotný prostriedok dokázal svoju dôležitosť, hladina rieky a jej prúd totiž boli na toľko zvýšené, že prístup zasahujúcich jednotiek bol značne sťažený a tak značná časť relevantných informácií bola získaná operátorom UAS, ktorý danú situáciu monitoroval.

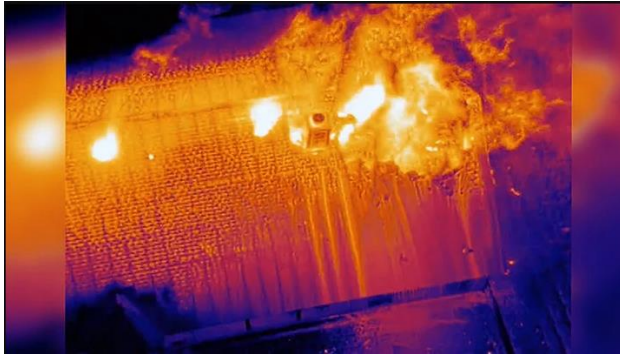
## 2.2. Súčasný stav problematiky v zahraničí

Aplikácia UAS záchrannými autoritami v zahraničí je pomerne zabehnutá a oveľa častejšie aplikovaná v praxi ako na Slovensku. Z veľkej časti je to zdôvodnené tým, že v ich inventári disponujú niekoľkonásobne väčším počtom UAS rovnakého typu a určenia ako slovenské HaZZ, ale taktiež používajú značné množstvo špecializovaných bezpilotných prostriedkov s výbavou určené pre záchranné služby.

### 2.2.1. Infračervené kamery

Ich hlavnou výhodou je schopnosť ignorovať dym vznikajúci počas požiaru a tak umožňuje operátorovi bezpilotného prostriedku jasne vidieť v prostredí, v ktorom ľudské oko nie je schopné vidieť a zároveň so spojením s UAS zasahujúce jednotky majú k dispozícii informáciu o situácii z pohľadu z hora. Operátor dokáže z tohto pohľadu jednoduchšie určiť faktory ovplyvňujúce postup operácie ako miesto hranice plameňa, jeho intenzitu, jeho zdroj a tak efektívnejšie rozložiť prístupný personál do zón mimo priameho nebezpečenstva.

Počas štruktúrného požiaru predstavuje strecha budovy potenciálnu prekážku pre bezpečný a úspešný priebeh zásahu, plameň totiž môže spáliť alebo roztaviť rôzne časti strechy, ktoré majú za úlohu vytvárať a udržiavať jej statickú integritu, strecha s poškodenou integritou má vysokú pravdepodobnosť zrútenia sa a je preto teda značným rizikom pre zdravie všetkých zúčastnených osôb. Bepilotné prostriedky vybavené infračervenými kamerami slúžia na kontrolu a monitorovanie stavu poškodenej strechy.



Obrázok 3: Monitorovanie strechy poškodenou požiarom. Zdroj: <https://www.flir.com/globalassets/oem/delta-ep10-placeholder.jpg>

Jednotky hasičských a záchranných zborov sa často stretávajú so situáciami kde zdrojom nebezpečenstva je jedovatý, horľavý alebo inak nebezpečný materiál. Najväčšie prekážky v situáciách s nebezpečným materiálom je schopnosť určiť, či je daný nebezpečný materiál prítomný v oblasti, jeho množstvo, zdroj a prípadný unik z kontajneru, v ktorom sa nachádza. Ak by v tomto potencionálne jedovatom priestore zasahoval člen záchranného personálu, je potrebné, aby bol tento jednotlivец dostatočne ochránený pred daným nebezpečným materiálom. Proces splnenia všetkých podmienok ochrany má istú dobu trvania a tak kráti čas s ktorým daná zasahujúca jednotka pracuje. Aplikácia bezpilotných prostriedkov je preto prospešná vo viacerých smeroch, keďže sa jedná o stroj bez prítomného personálu na palube, nie je žiadny člen jednotky priamo ohrozený počas prieskumu oblasti s nebezpečným materiálom a tak predstavuje skrátenie času potrebného pre prípravu a zároveň umožňuje dôkladnejšiu analýzu oblasti. [3]

Jeden z prvých úkonov ktoré musia zasahujúce jednotky vykonať je lokalizácia rozširujúceho sa ohňa. Existuje viacero metód ako dosiahnuť požadovaný výsledok, no najpoužívanejší spôsob je zabezpečenie protipožiarnej ochrany okolia v oblasti požiaru. Táto prevencia sa vykonáva striekaním vody alebo iného hasiaceho materiálu tak, aby v danom prevenčnom okruhu neexistovali žiadne miesta, cez ktoré by sa mohol daný požiar rozšíriť do prilehajúcich oblastí. Na správny priebeh tejto činnosti je potrebné zabezpečiť celistvosť takéhoto okruhu. Ak je požiar aktívny v značne širokej oblasti, udržovanie celistvosti prevenčného okruhu je veľmi komplexná a komplikovaná úloha na ktorú je potrebné veľké množstvo ľudskej sily. UAS vybavené infračervenými kamerami sú schopné vizuálne zachytiť body v spomínanom okruhu ktoré predstavujú potencionálne nebezpečenstvo v adekvátnom predstihu a tak predísť rozšíreniu ohňa správnym a presným vyslaním dostupného personálu na potrebné miesto.

Po úspešnom uhasení požiaru na mieste sa stále nachádzajú miesta s vysokou teplotou, ktoré môžu znova rozpútať ničivý požiar. Tento faktor zohráva úlohu v procesoch ktoré sa odohrávajú po samotnom hasení, najmä po zahasení rozsiahlych lesných požiarov, takéto miesta sa taktiež môžu nachádzať aj v štruktúrnych požiaroch a to napríklad na miestach medzi poschodiami alebo podstrešným priestorom [3]

### 2.2.2. Vyhľadávanie osôb

Lavíny sa vyskytujú na ťažko dostupných miestach, kam ťažká technika nie je schopná doraziť dostatočne rýchlo a bezpečne. Záchrana človeka zasypaného lavínou je jeden z najviac časovo stiesnených úkonov. Preto rýchlosť záchrany je kritickým faktorom Skúsenosti hasičských a záchranných zborov viackrát dokázali, že aplikácia UAS v núdzových situáciách niekoľkonásobne skraca čas na vykonanie zásahu.

Operátor pomocou UAS dokáže pokryť značne širšiu oblasť. Ak operátor objaví miesto a má primerané podozrenie že na tomto mieste sa nachádza zasypaná osoba, podáva túto informáciu pozemnému personálu keďže operátor UAV nie je samostatne schopný vykopania zasypanej osoby.

### 2.2.3. Mapovanie a prieskum

Najväčší rozdiel môžeme vidieť v modeloch použitých UAS. Zatiaľ čo Hasičský a záchranný zbor Slovenskej republiky používa komerčné verzie UAS určené na civilné použitie ako profesionálne fotografovanie, americké záchranné jednotky počas svojich akcií, najmä keď sa jedná o zásah pokrývajúci široké oblasti, sú podporované vojenskými verziami UAS

Po ukončení zásahu je nutné zaznamenať, definovať postihnutú oblasť a vzniknuté škody. Aj keď počas vykonávania tejto úlohy jednotky nepracujú v časovej tiesni, stále existuje snaha o urýchlenie výkonu celého procesu. Možnosť pohľadu zhora pomocou UAS predstavuje logisticky jednoduchšie a laňej riešenie daného problém ako použitie dráhy podporných vrtuľníkov a tak urýchliť celý proces zbierania informácií v potreby omnoho menšieho počtu pozemného personálu.

## 3. **Analýza možných aplikácií**

### 3.1. **Bezpečnosť vzdušného priestoru**

So zvyšujúcou sa intenzitou aplikácie UAS vo viacerých hasičských a záchranných zboroch i ostatných aspektoch civilného alebo núdzového charakteru vzniká nutnosť organizovaného riadenia letovej prevádzky v oblastiach zásahu. Neorganizované riadenie prevádzky UAS ale aj iných podporných leteckých jednotiek predstavuje značné riziko a zníženie ich efektivity. Väčšina UAS a podporných jednotiek ale operujú v neriadených vzdušných priestoroch, kde pravidlá, podľa ktorých sa musia jednotliví operátori bezpilotných prostriedkov a piloti, sú adekvátne pre prevádzku malého množstva účastníkov letovej prevádzky a tak neobmedzujú civilnú prevádzku v iných stupňoch riadených priestorov. Organizovanie zasahujúcich leteckých jednotiek je možné dosiahnuť vytvorením dedikovanej stanice riadenia letovej prevádzky v oblasti zásahu ktorej úlohou je riadenie účastníkov letovej prevádzky v tejto oblasti. Vybavením dedikovanej riadiacej stanice mobilným kompaktným primárnym prehľadovým radarom umožňuje riadiacemu leteckej prevádzky varovanie alebo prípadné odklonenie neoboznámenej, neriadenej prevádzky do priestoru zásahu.

### 3.2. **Lokalizácia lesných požiarov**

Existuje ďalšia metóda v ktorej by UAS mohli nadobudnúť už viacej aktívnu úlohu. Táto metóda na miesto zlepšovania protipožiarnych charakteristík objektov okolo perimetru, je

založená na systematickom odstraňovaní potencionálne horľavého materiálu. Modifikované UAS ktoré by bolo schopné zakladať takéto proti požiare by bolo značným benefitom v rýchlosti reakcie na rôzne zmeny v taktike zásahu. Na efektívnu aplikáciu je potrebná konštrukcia UAS, ktorá je schopná bezpečne a presne založiť požadovaný proti požiar. Jedna z možností ako by mohlo takéto UAS založiť kontrolovaný požiar je systematickým vyhodnením vysoko horľavého nákladu, ktorý je schopný horenia s veľmi vysokou teplotou aj v nízkych teplotách ale je zároveň dostatočne kontrolovateľný na toľko, aby nepredstavoval ďalšie ohrozenie pre životy alebo poškodenie majetku. Taktiež je potrebné aby táto látka bola kompaktná a dostatočne ľahká aby 1 alebo viacero jednotlivých UAV bolo schopných vytvoriť požiar požadovaných rozmerov a v čo najväčšej možnej vzdialenosti. Keďže sa jedná o bezpilotný prostriedok s nebezpečným nákladom, je nutné aby bola neustále známa poloha UAV v priestore, jeho poškodenie totiž predstavuje riziko predčasného zapálenia a tak vzniku požiaru na inom mieste ako bolo určené.



Obrázok 4: Demonštrácia hasenia použitím UAS. Zdroj: [https://technabob.com/blog/wp-content/uploads/2020/04/firefighting\\_drones\\_1.jpg](https://technabob.com/blog/wp-content/uploads/2020/04/firefighting_drones_1.jpg)

### 3.3. Hasenie výškových budov

Požiar výškových budov je jeden z fyzicky najnáročnejších úkonov s ktorými sa jednotky hasičských a záchranných jednotiek môžu stretnúť. Ak sa požiar rozšíril aj do vyšších poschodí, zasahujúce jednotky sú nútené veľmi rýchlo zdolať niekoľko poschodí s enormným množstvom vybavenia s hmotnosťou presahujúcou 40 kilogramov v priestoroch vyplneného plynom a s takmer nulovou viditeľnosťou s obmedzeným množstvom kyslíku nie len pre seba, ale aj pre zachraňovanú osobu.

Použitím UAS ako nástroj na transport potrebného materiálu a nástrojov by zmenšil hmotnostné zaťaženie aktívneho personálu v danej budove. Jedným funkčným ale konštrukčne komplikovaným riešením je možné nadobudnúť uloženie potrebného materiálu alebo nástrojov do špecializovaného UAV s dostatočne veľkým úložným priestorom. V tomto prípade nastáva problém v samotnej hmotnosti telies ktoré je potrebné zdvihnúť pomocou UAV na vysoko položené poschodia.

Doteraz navrhované riešenia problematiky použitia UAS v prípadoch požiarov výškových budov v tejto práci určuje

zamýšľaným možnostiam aplikácie UAS iba podporné úlohy na zrýchlenie pohybov a úkonov zasahujúceho personálu. Technologický vývoj ale umožňuje, zatiaľ v teórii, využitie UAS aj vo viac aktívnych úlohách. Ako bolo spomenuté špecializované UAS by bolo schopné jednoduchšieho a rýchlejšieho presunu bez ovplyvnenia faktorov ako fyzická únava, zásoby kyslíka alebo nulová viditeľnosť.

Vytvorením modelu UAS schopného samostatného hasenia predstavuje skok v pred v celom procese hasenia požiaru vo výškových budovách ale aj záchrane uväznených osôb a to forme špecializovaného UAV ktoré je schopné stúpania vo vysokých rýchlostiach a následného vypustenia požadovaného objemu hasiacej látky na požadované miesto.

### 3.4. Detekcia jedovatých plynov a rádioaktívneho žiarenia

Požiar v priemyselných komplexoch predstavuje vysoké riziko rozšírenia jedovatých látok vo forme plynov ktoré buď vznikli spálením rôznych látok v oblasti alebo únikom zo skladovacích nádob. Môže nastať situácia, kde takýto požiar vznikne v blízkosti obytných oblastí. UAS vybavené špecializovanými zariadeniami vo forme senzorov určené na zistenie prítomnosti takýchto plynov v ovzduší predstavuje rýchly a bezpečný spôsob zbierania informácií v priestoroch nedostupných a nebezpečných pre pozemný personál. Takéto zariadenia fungujú na princípe vysielania infračerveného žiarenia do prostredia, prítomnosť jedovateho plynu je zistená podľa množstva absorbovaného žiarenia. Pomocou UAS umožňuje objavenie prítomnosti plynu v ovzduší v dostatočnom čase a z bezpečnej vzdialenosti bez ohrozenia zasahujúceho personálu, ktorý po obdržaní informácie o situácii vie lepšie, rýchlejšie a účinnejšie reagovať v núdzovej situácii. Príkladom použitia môžeme stanoviť požiar v priemyselnej oblasti v blízkosti miest a obcí. Ak sa naozaj jedná o situáciu kde sa vo vzduchu nachádza jedovatý plyn a ohrozuje spomenuté obyvateľstvo, aplikácia takto špecializovaného UAS umožňuje podanie informácií a inštrukcií, alebo prípadnú evakuáciu obyvateľstva v adekvátnom čase.

Inštaláciu senzorov rádioaktívneho žiarenia na modely UAV by bolo možné rýchle a bezpečné meranie a mapovanie kontaminovaných priestorov. Parametre meracích senzorov ako, ich hmotnosť, spotreba, množstvo a výkon, ovplyvňujú charakteristiky zamýšľaného UAS. Sensory musia byť dostatočne ľahké, úsporné a výkonné na to aby dané UAV určené ako nosič týchto zariadení malo dostatočne dlhú maximálnu dobu letu a veľkosť na to aby sa mohlo dostať do stiesnených a ťažko dostupných priestorov. Operátor je použitím takto špecializovaného UAS schopný mapovania a merania z bezpečnej vzdialenosti a tak definovať oblasti kde je možné poslať pozemný personál vykonávať úlohy bez zvýšeného ohrozenia zdravia.

Automatizovaním tejto metódy aplikácie by bolo možné pomocou dostupného GNSS určiť oblasť ktorú má autonómne UAS periodicky prelietavať a zbierať informácie o stupni zamorenia rádioaktívnym materiálom v určitej oblasti. Takáto aplikácia by bola prospešná pre určenie bezpečnej vzdialenosti od miesta kontaminácie a zároveň slúži ako nástroj na zistenie zmeny situácie rozšírenia kontaminovanej oblasti, alebo na detekciu nových či neobjavených zdrojov úniku nebezpečného rádioaktívneho žiarenia.

Vytvorením špecializovaného UAS za použitia rôznych metód ochrany elektroniky určené na prácu v zamorených oblastiach je možné dosiahnuť čo najdlhšiu možnú dobu aktívnej činnosti UAS v danej zamorenej oblasti a zároveň tak zvýšiť účinnosť taktó zamýšľaného použitia UAS.

### 3.5. Preprava materiálu a zranených osôb

Prenos ťažko zranenej osoby predstavuje problém s ktorým sa hasičské a záchranné zbory často stretávajú. Táto situácia je komplikovanejšia, ak sa daná osoba nachádza v ťažko dostupnom teréne, ako napríklad v kopcoch, prístup do oblasti je pre pozemné jednotky alebo ťažkú techniku komplexná alebo aj nemožná. Návrh takého modelu UAS ktorý by bol dostatočne kompaktný na prenos pomocou podpornej techniky a zároveň disponuje charakteristikami, ktoré by umožnili prepravu potrebného materiálu na záchranu zranenej osoby, ktorý predstavuje priveľkú záťaž pre menšie tímy ktoré sa samostatne dokážu dostaviť na nutné miesto. V súčasnosti existujú UAS ktoré slúžia na dopravu zdravotníckych potrieb. Tieto UAS ale nie sú aktívne v situáciách v extrémnych podmienkach a časovej tiesne.

Prenos zranenej osoby z ťažko dostupného miesta je rizikový úkon pre zranenú osobu ale aj záchranný personál. Ufahčenie takéhoto úkonu je možné dosiahnuť použitím UAS na prenos danej zranenej osoby na dostatočne bezpečné a dostupné miesto kde tejto osobe môže byť poskytnutá lekárska starostlivosť. Najväčšiu prekážku takejto možnosti predstavuje schopnosť modelu UAV bezpečne vzlietnuť a pracovať s hmotnosťou dospelého človeka. To znamená že, pohonné jednotky takýchto UAS musia byť o mnoho výkonnejšie ako tie ktoré pracujú s nižšími hmotnosťami. Zvýšenie výkonu inštaláciou výkonnejších pohonných jednotiek alebo použitím väčšieho množstva pohonných jednotiek zvyšuje ale aj spotrebu elektrickej energie a značne obmedzuje maximálny čas letu. Toto obmedzenie je možné čiastočne znížiť použitím iba menšej zložky dostupného výkonu v čase keď UAS neprenáša žiadne osoby

### 3.6. Vodná záchrana

V súčasnosti existujú koncepty modelov UAS a metód ich použitia vo vývoji v rámci záchranu osôb v blízkosti pobreží. Poľská firma Pelixar vytvorila model UAS ktorý je schopný vzletu a práce s nákladom o hmotnosti až 120 kilogramov, určený na monitorovanie vodných zariadení, pobreží, riek alebo iných vodných útvarov. UAS je vybavené infračervenými kamerami schopné identifikovania stroskotaných alebo topiacich sa osôb a následne doručiť záchranné zariadenia ako záchranné kolesá, podkovy alebo vesty a prostredníctvom upevneného lana na týchto záchranných zariadeniach dokáže UAS premiestniť danú osobu na bezpečnejšie miesto kde jej možné je poskytnúť potrebnú lekársku starostlivosť. [4]

Modifikácia takéhoto systému na použitie vo väčších vzdialenostiach by teoreticky mohlo byť prospešné vo forme zhadzovania samo nafukovacích záchranných člnov s kapacitou určenou pre viacero osôb. Taktó upravený model UAS ale by pravdepodobne nebol samostatne schopný premiestnenia spomínaného člnu so zachránenými osobami do bezpečnej vzdialenosti, ale umožňuje ostatným zasahujúcim jednotkám jednoduché a rýchle vyzdvihnutie tohto člnu a teda jeho následné premiestnenie na bezpečné miesto. [4]

## 4. Zhodnotenie a záver

Hlavnou náplňou tejto práce bolo nahrvnutie a zhodnotenie možností riešení problematiky možnosti použitia bezpilotných prostriedkov v hasičských a záchranných zboroch za účelom zvýšenie efektivity, bezpečnosti verzatility personálu tejto pohotovostnej služby. Analýzou momentálneho stavu problematiky a všeobecných predpokladov budúceho vývoja bolo možné vytvorenie viacerých konkrétnych možnosti riešení problematiky v uzuálnych, problematických, núdzových situáciách zásahov hasičských a záchranných zborov.

Úvodná etapa tejto práce sa zaoberá dôležitou a relevantnou históriou vývoja technológie bezpilotných prostriedkov od primitívnych začiatkov až po sofistikovanejšiu súčasnosť, a aj ich definíciou a rozdelením podľa relevantných faktorov. Dôležitou časťou tejto bakalárskej práce je tiež vymedzenie možností ich prevádzky, v rámci záchranných zložiek integrovaného záchranného systému, podľa momentálne aktívnych predpisov Dopravného úradu.

Na základe analýzy a spracovania súčasného stavu problematiky na Slovensku, ale aj v zahraničí, bolo možné vytvoriť viacero teoretických návrhov možných riešení problematiky, podľa ktorých môžeme konštatovať, že aplikácia bezpilotných prostriedkov vo viacerých aspektoch výkonov hasičských a záchranných zborov je nadmerne prospešná pre efektivitu, bezpečnosť a verzabilitu týchto záchranných zložiek, ale momentálne ich použitie nedosahuje maximálny dosiahnuteľný potenciál. Môžeme teda očakávať že, rýchlosť vývoja bezpilotných prostriedkov, záujem spoločnosti o túto technológiu a ich zvyšujúca sa intenzita použitia bude vyššia a ich prevádzka lacnejšia. Táto bakalárska práca je použiteľná ako teoretický základ pre praktické zavedenie navrhovaných riešení problematiky možnosti použitia bezpilotných prostriedkov v hasičských a záchranných zboroch.

Na dosiahnutie hlavného cieľa tejto záverečnej práce bola taktiež potrebná analýza problematiky organizácie vzdušného priestoru spadajúc do oblasti zásahu hasičských a záchranných zborov a následná rekomendácia návrhu možného riešenie tejto problematiky.

## Referencie

- [1] Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky: Hasičský dron akcii: dostupné na internete: <https://www.minv.sk/?tlacove-spravy-3&sprava=hasicky-dron-v-akcii>
- [2] Department Search & Rescue SOP 10.7: dostupné na internete: <http://danieli39.sg-host.com/wp-content/uploads/2017/04/Search-and-Rescue-Operations.pdf>
- [3] Teledyne FLIR: Delta episode 10: dostupné na internete: <https://www.flir.com/suas/delta/delta-episode-10/>
- [4] Pelixar: Pelixar aSAR: dostupné na internete: <https://pelixar.com/2020/02/25/automatic-search-and-rescue-pelixar-asar/?lang=en>