



## ANALÝZA VYUŽÍVANIA UAVS AKO DOČASNÝCH ZARIADENÍ

Isaac Zared Iturbe Ibanez  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina

Patrik Veľký  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina

### Abstract

*Drones are tools that have been used over time with different applications, which is why a division was made between the applications of a drone based on the frequency of their use. In this thesis, the specific and limited-use applications that a UAV can carry out were written about. Which means that the drone was considered as a temporary device. This was done with the objective of observing the advantages of its use compared to different alternatives in the implementation in the same application and making recommendations for its correct implementation. For the analysis, four different applications were considered, including: infrastructure monitoring, security and rescue, terrain mapping, and photography and videography, within each application, unmanned aerial vehicles (UAVs) were compared to their conventional counterparts (listed on the pages 34-41), thus making it possible to identify the advantages that unmanned aerial vehicles have over the other alternatives. It was found that drones have the following main advantages: access to difficult or high-risk areas, speed in executing the application, and high precision when collecting information.*

### Keywords

*Drone, Temporal Device, Application, comparison, Advantage.*

### 1. Úvod

Bezpilotné lietadlá (UAV), známe aj ako drony, zaznamenali výrazné rozšírenie svojho využívania vo viacerých sektoroch. Táto bakalárska práca sa zameriava na analýzu UAV v prípade ich využitia ako dočasných zariadení, t. j. keď je ich nasadenie obmedzené na špecifické, krátkodobé situácie, ako sú núdzové udalosti, monitorovanie životného prostredia, hromadné podujatia a podobne. Na rozdiel od trvalých alebo nepretržitých aplikácií tieto využitia reagujú na konkrétne potreby, čo ponúka špecifickú dynamiku z hľadiska efektívnosti, nákladovosti a prispôsobivosti. Cieľom tejto analýzy je identifikovať výhody a prevádzkové nedostatky UAV v uvedených typoch aplikácií a porovnať ich s inými technologickými alebo ľudsky riadenými riešeniami používanými na rovnaké účely. Na základe tohto porovnania budú navrhnuté odporúčania na optimalizáciu ich implementácie a preskúma sa možnosť zavedenia UAV v kontextoch, kde ich použitie dosiaľ nebolo zdokumentované. Metodika zahŕňa prehľad súčasného stavu využívania dronov, ich klasifikáciu, výhody a obmedzenia, ako aj porovnávaciu štúdiu reálnych aplikácií dočasných UAV a ich technologických alternatív. Na záver budú predstavené stratégie na rozšírenie ich využitia a zvýšenie efektívnosti v špecifických situáciách, ako aj návrhy rôznych aplikácií pre implementáciu UAV.

### 2. Súčasný stav riešenej problematiky

V tejto časti vysvetlíme, aký úžitok nám prinieslo používanie bezpilotných lietadiel (UAV), ako aj to, ako rozšírili naše možnosti v rôznych oblastiach vďaka ich využívaniu ako dočasných zariadení. Nakoniec sa zameriame na nevýhody a výzvy spojené s bezpilotnými lietadlami, ktoré obmedzujú ich využitie[1], [2], [3], [4].

### 2.1. Všeobecné výhody používania UAV

- Efektívnosť a ziskovosť.
- Bezpečnosť a bezpečnostná ochrana.
- Prístupnosť.
- Všestrannosť.
- Zber údajov.
- Výhody pre životné prostredie.
- Zvýšená produktivita.
- Presnosť[1], [2], [3], [4].

### 2.2. Obmedzenia UAV

Obavy o ochranu osobných údajov.

- Bezpečnostné ochrane riziká.
- Regulačné výzvy.
- Obmedzená kapacita užitočného nákladu.
- Výdrž batérie a doba letu.
- Zraniteľnosť voči kybernetickým útokom.
- Znečistenie hlukom.
- Obmedzený dosah[4].

### 3. Kategorizácia typov UAV a typov prevádzky

V tejto časti sa zameriame na spôsob, akým sú bezpilotné lietadlá kategorizované v rámci legislatívy členských štátov Európskej únie.

#### 3.1. Kategorizácia UAV v rámci prevádzky podľa európskej únie

Táto kategorizácia je základom pre určenie požiadaviek na technické parametre UAV, spôsob ich prevádzky, ako aj na kvalifikáciu a povinnosti operátora[5], [6], [7].

UAV sa klasifikujú do troch hlavných kategórií: otvorená, špecifická a certifikovaná[5], [6], [7].

##### 3.1.1. Otvorená kategória (nízke riziko)

Táto kategória zahŕňa prevádzku UAV, pri ktorej je riziko pre osoby a majetok na zemi považované za nízke. Prevádzka v tejto kategórii podlieha menej prísnyim požiadavkám[5].

##### 3.1.2. Špecifická kategória (stredné riziko)

Do špecifickej kategórie patria všetky UAV operácie, ktoré prekračujú prevádzkové limity otvorenej kategórie, no zároveň nepredstavujú tak vysoké riziko, aby patrili do certifikovanej kategórie[6].

##### 3.1.3. Certifikované kategórie

Certifikovaná kategória sa zaoberá prevádzkami, ktoré majú spomedzi všetkých kategórií najvyššiu mieru rizika. Tieto operácie budú zahŕňať aj budúce lety UAV s cestujúcimi na palube. Preto bude prístup používaný na zaistenie bezpečnosti ľudí počas týchto prevádzok alebo letov veľmi podobný prístupu používanému v pilotovanom letectve[7].

### 4. Využitie UAV ako dočasných zariadení v konkrétnych aplikáciách

Používanie dronov ako prostriedku podpory alebo pomoci pre určité zariadenia, ktoré sa budú používať dočasne, teda v špecifických situáciách, na špecifických miestach a/alebo na obmedzený čas, ako je uvedené v nasledujúcich príkladoch.

#### 4.1. Letecká fotografia a filmovanie

V prípade dronov ako dočasných zariadení na fotografovanie a natáčanie videa sa to vzťahuje na tie, ktoré zachytávajú scénu, ktorá trvá len krátky čas, napríklad skok z budovy v akčnom filme[8].

#### 4.2. Mapovanie a topografia

Pri použití bezpilotných lietadiel ako krátkodobého zariadenia na vývoj v kartografii, topografii a geológii by sa používali vo vymedzenej oblasti, napríklad pri mapovaní hory v lyžiarskom stredisku na posúdenie rizika novej lavíny v prípade nahromadenia alebo nadmerného množstva snehu[9].

#### 4.3. Monitorovanie infraštruktúry

Použitím bezpilotných lietadiel ako dočasných zariadení pri monitorovaní infraštruktúry môžeme povedať, že ide napríklad o tie, ktoré by vykonávali kontrolu telekomunikačnej antény v prípade poruchy[10].

#### 4.4. Záchrana a pomoc pri katastrofách

Používanie dronov ako dočasných zariadení pri záchrane a podpore v prípade katastrofy sa vzťahuje na ich nasadenie v situáciách, ktoré sa vyskytujú príležitostne a v obmedzenom priestore, napríklad v susedstve počas prírodnej katastrofy[11].

#### 4.5. Dohľad a bezpečnostná ochrana

Bezpilotné lietadlá ako dočasné zariadenia v rámci dohľadu a bezpečnostných činností sa vzťahujú na tie, ktoré sú nasadené počas núdzových situácií alebo verejných udalostí, napríklad pri prevzatí moci vládnym úradníkom alebo pri prenasledovaní podozrivého[12].

#### 4.6. Kontrola znečistenia životného prostredia

Bezpilotné lietadlá používané pri kontrolách znečistenia životného prostredia ako dočasné zariadenia boli by pravidelne monitorovať podmienky v definovanej oblasti, napríklad v chránenej prírodnej oblasti[13].

#### 4.7. Verejné podujatia a zábava

Bezpilotné lietadlá sa môžu používať na verejných podujatiach ako dočasné zariadenia v časovo obmedzených situáciách, napríklad pri svetelných show na koncertoch[14].

### 5. Metodika a metódy skúmania

Na začiatku práce som sa zameral na zhromažďovanie dostupných informácií o aktuálnom stave využívania bezpilotných lietadiel. Cieľom tohto kroku bolo získať komplexný prehľad o výhodách a nevýhodách UAV vo všeobecnosti, ako aj o ich praktickom uplatnení v rôznych oblastiach. V ďalšej fáze som realizoval výskum rôznych typov aplikácií, v ktorých sa UAV využívajú ako dočasné technologické riešenia. Z celkového množstva identifikovaných oblastí som následne vybral niekoľko kľúčových príkladov, konkrétne: monitorovanie infraštruktúry, mapovanie terénu, leteckú fotografiu a filmovanie, ako aj vyhľadávanie a záchranu osôb. Tieto aplikácie som následne podrobne analyzoval a porovnal s tradičnými alternatívami, ktoré sa v týchto oblastiach bežne používajú. Porovnanie bolo zamerané na identifikáciu slabých stránok a obmedzení jednotlivých prístupov. Na základe týchto poznatkov som navrhol spôsob, ako by bolo možné jednu z identifikovaných slabín UAV optimalizovať a tým zlepšiť ich efektívnosť v danej oblasti. Záverečná časť metodiky bola venovaná úvahe o potenciálnych oblastiach, kde by mohli byť UAV v budúcnosti implementované, no doposiaľ v nich nezohrávajú významnú úlohu.

### 6. Analýza

V rámci tejto časti práce sa zameriam na podrobnú analýzu vybraných aplikácií bezpilotných lietadiel UAV, ktoré boli

popísané v predchádzajúcej kapitole. Konkrétne pôjde o tieto oblasti: monitorovanie infraštruktúry, mapovanie terénu, letecká fotografia a filmovanie, a vyhľadávanie a záchrana osôb.

### 6.1. Monitorovanie infraštruktúry

Monitorovanie infraštruktúry predstavuje kľúčovú činnosť zameranú na zabezpečenie bezpečnosti, spoľahlivosti a dlhodobej prevádzky stavebných objektov a technických zariadení[15].

#### Manuálne inšpekcie

Ide o tradičný spôsob, pri ktorom pracovník fyzicky vykonáva kontrolu na mieste[16].

#### Inšpekcie s podporou UAV

Bezpilotné lietadlá poskytujú modernú alternatívu k manuálnym kontrolám. Sú vybavené integrovanými kamerami a senzormi, vďaka čomu nie je potrebné používať externé zariadenia[17].

#### Porovnanie dvoch kontrolných metód:

Tabuľka 1: porovnanie medzi manuálnym a UAV monitorovaním infraštruktúry[15], [16], [17], [18], [19] [20].

| Kritérium:          | Manuálne monitorovanie na mieste:  | Monitorovanie prostredníctvom UAV:   |
|---------------------|--|--|
| Pristupnosť:        | Obmedzená, najmä vo výškach alebo ťažko dostupných a rizikových oblastiach.                      | Vysoká: UAV sa ľahko dostanú aj do komplexných či rizikových zón.                                      |
| Bezpečnosť:         | Zvýšené riziko nehôd pre zamestnancov, najmä v nebezpečnom prostredí.                            | Nižšie riziko, pretože sa zabráni priamej expozícii personálu.   |
| Čas kontroly:       | Vyžaduje si viac času na logistiku, prípravu a často aj prerušenie prevádzky zariadenia.         | Rýchlejšie: UAV dokážu za krátky čas pokryť rozsiahle územie bez nutnosti zastavenia prevádzky.        |
| Okamžitý zásah:     | Umožňuje priamu reakciu na identifikovaný problém (oprava, zásah).                               | UAV zabezpečujú len monitorovanie, zásah je potrebné vykonať následne.                                 |
| Hmatové hodnotenie: | Umožňuje fyzický kontakt so štruktúrou a priame hodnotenie materiálov či povrchov.               | Neumožňuje priamu interakciu s objektom, niektoré údaje nie je možné zozbierať bez fyzického kontaktu. |
| Cena:               | Vysoké náklady kvôli potrebe ľudskej práce, špeciálneho vybavenia a možným prevádzkovým stratám. | Vyššie počiatkové náklady, avšak dlhodobou úspornejšie vzhľadom na nižšie personálne náklady.          |
| Presnosť:           | Vysoká presnosť závislá od odbornosti a skúseností inšpektora.                                   | Vysoká a konzistentná presnosť vďaka pokročilým senzorm a vysokému rozlíšeniu kamier.                  |
| Pokrytie:           | Limitované fyzickým dosahom inšpektora a dostupným vybavením.                                    | Rozsiahle: UAV dokážu bez potreby ďalšej infraštruktúry monitorovať veľké a ťažko dostupné oblasti.    |

### 6.2. Mapovanie terénu

Mapovanie terénu predstavuje proces zberu údajov o geografických, fyzikálnych a morfológických vlastnostiach určitej oblasti počas konkrétneho časového obdobia[21].

#### Satelitné mapovanie

Kľúčovou výhodou je schopnosť diaľkového prieskumu Zeme, ktorý využíva senzory detegujúce odrazenú alebo vyžarovanú energiu zo zemského povrchu[22], [23].

#### Lietadlá s posádkou

Pilotované lietadlá operujú v nižších výškach ako satelity a dokážu zachytávať detailnejšie snímky. Využívajú LiDAR, GPS, spektrálne a hyperspektrálne senzory a sú schopné vykonávať leteckú fotogrametriu[24], [25].

#### Manuálne (pešie) mapovanie

Tradičné geodetické mapovanie vykonávané v teréne zahŕňa fyzické merania pomocou nástrojov ako teodolit, totálna stanica či nivelačný prístroj[26].

#### UAV (bezpilotné lietadlá)

Drony predstavujú moderný a flexibilný spôsob zberu dát. S využitím RGB kamier, GPS a v niektorých prípadoch aj LiDAR technológie dokážu UAV mapovať územie z nižších výšok, čím ponúkajú vysoké rozlíšenie a relatívne rýchly zber údajov[24], [25], [27].

#### Porovnanie metód mapovania:

Tabuľka 2 prvá časť: porovnanie metód mapovania[17], [20], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28].

| Technika.                      | Drony.   | Satelity.  | Lietadlá s posádkou.  | Mapovanie pešo.  |
|--------------------------------|--|--|---|--|
| <b>Priestorové rozlíšenie:</b> | Vysoké: až na úrovni centimetrov/pixel.                        | Variabilné: nízke až stredné cca 10 m až 0,3 m/pixel.                        | Vysoké: od cm/pixel po metre/pixel v závislosti od výbavy a výšky letu. | Veľmi vysoké: priame pozorovanie a meranie v teréne.     |
| <b>Územné pokrytie:</b>        | Stredné: vhodné pre malé až stredne veľké oblasti.             | Veľmi veľké: pokrytie celých kontinentov alebo krajín.                       | Veľké: vhodné pre mestá, povodia, regióny.                              | Obmedzené: len menšie, lokálne oblasti.                  |
| <b>Prevádzkové náklady:</b>    | Nízke až stredné: závisia od vybavenia a údržby.               | Nízke: pri použití voľne dostupných údajov. Vysoké: pri komerčných snímkach. | Vysoké: náklady na palivo, údržbu, posádku a logistiku.                 | Nízke: vyžaduje jednoduché vybavenie a terénny personál. |
| <b>Typ zbieraných údajov:</b>  | RGB fotografie, multispektrálne snímky, termálne údaje, LiDAR. | Multispektrálne a termálne dáta, svetelný radar (LiDAR).                     | Fotogrametria, LiDAR, multispektrálne snímky.                           | Súradnice, náčrty, poznámky, kvalitatívne pozorovania.   |

| Technika.          | Drony.   | Satelity.                                     | Lietadlá s posádkou.                            | Mapovanie pešo.   |
|--------------------|--|---|---|---|
| Georeferencovanie: | Veľmi presné vďaka GPS integrovanému priamo v zariadení. | Variabilné: závisí od typu a výbavy satelitu. | Vysoká presnosť vďaka GPS a palubnej navigácii. | Presné: pri použití totálnej stanice alebo iných geodetických prístrojov. |

Tabuľka 2 druhá časť: porovnanie metód mapovania[17], [20], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28].

| Technika.                          | Drony.  | Satelity.   | Lietadlá s posádkou.  | Mapovanie pešo.  |
|------------------------------------|---|---|---|--|
| Doba spracovania údajov:           | Krátka: automatizované procesy fotogrametrie.             | Variabilná: často vyžaduje komplexné spracovanie veľkého množstva údajov. | Stredne dlhá až dlhá: profesionálne spracovanie dát nevyhnutné. | Pomalá: ručný zber údajov, analýza a digitalizácia.                            |
| Pozorovanie ľudských detailov:     | Obmedzené: závisí od výšky letu a rozlíšenia kamery.      | Veľmi obmedzené: satelity zachytávajú len veľké a trvalé objekty.         | Dobré: možné pozorovanie menších prvkov a činnosti človeka.     | Výborné: priama interakcia s prostredím a detailné pozorovanie.                |
| Dostupnosť v odľahlých oblastiach: | Veľmi dobrá: UAV sa dostanú aj do ťažko dostupných miest. | Vynikajúca: schopnosť pokryť akékoľvek miesto na Zemi.                    | Veľmi dobrá: možnosť preletu nad neprístupným terénom.          | Obmedzená: závisí od fyzickej dostupnosti a pohyblivosti terénneho pracovníka. |

### 6.3. Fotografovanie a filmovanie

V tejto časti sa budeme zaoberať leteckým fotografovaním a filmovaním, ktoré zahŕňa akékoľvek vizuálne záznamy nasnímané z výšky. Tieto záznamy sa získavajú pomocou rôznych nosičov, ako sú: UAV, lietadlá alebo helikoptéry, balóny alebo šarkany[27].

Tabuľka 3 prvá časť : porovnanie metódami leteckého fotografovania a filmovaní[27], [29], [30].

| Charakteristika: | Lietadlá s posádkou:                    | UAV:                                   | Šarkany a Balóny:                  |
|------------------|---|--|------------------------------------|
| Letová výška:    | Vysoká až stredná (1000–10 000 m).      | Nízka až stredná (20–500 m).           | Nízka (do 150–300 m).              |
| Rozsah pokrytia: | Veľmi široký: ideálne pre veľké územia. | Obmedzený: vhodný pre lokálne oblasti. | Obmedzený: silne závislý od vetra. |

| Charakteristika:              | Lietadlá s posádkou:                         | UAV:                                     | Šarkany a Balóny:                        |
|-------------------------------|--|--|--|
| Kvalita / Rozlíšenie:         | Veľmi vysoká: profesionálne metrické kamery. | Vysoká: závisí od typu kamery a senzora. | Stredná až dobrá: závisí od fotoaparátu. |
| Prevádzkové náklady:          | Vysoké: palivo, posádka, povolenia.          | Stredné: nabíjanie, údržba, operátor.    | Nízke: minimálne náklady na prevádzku.   |
| Manévrovateľnosť / Ovládanie: | Vysoká ale obmedzený v mestách.              | Vysoká flexibilita, presné riadenie.     | Veľmi obmedzená, závislá na vetre.       |

Tabuľka 3 druhá časť : porovnanie metódami leteckého fotografovania a filmovaní[27], [29], [30].

| Charakteristika:      | Lietadlá s posádkou:                        | UAV:                                      | Šarkany a Balóny:                                      |
|-----------------------|---|---|--|
| Citlivosť na počasie: | Pracuje aj v mierne zhoršených podmienkach. | Citlivé na vietor a dážď.                 | Vysoká citlivosť s obmedzenou použiteľnosťou.          |
| Doba letu / Výdrž:    | Niekoľko hodín v závislosti od typu.        | 20–45 minút (štandard).                   | Závislá od vetra (bez motorového pohonu).              |
| Právna dostupnosť:    | Vyžaduje špeciálne povolenia a plánovanie.  | Regulatívne obmedzené, vyžaduje licenciu. | Menej prísne regulované, ale s lokálnymi obmedzeniami. |

### 6.4. Pátranie a záchrana ľudí

Pátranie a záchrana je súhrn činností vykonávaných za účelom lokalizácie, pomoci a evakuácie nezvestných alebo ohrozených osôb[31].

V súčasnosti sa na tieto účely používajú tri hlavné spôsoby:

Pozemné pátranie a záchrana (pešo): klasická forma, ktorá zahŕňa nasadenie záchranárov, psov, zdravotníkov a ďalších špecialistov priamo v teréne[32].

Pátranie a záchrana pomocou vozidiel s posádkou: využitie áut, terénnych vozidiel, vrtuľníkov alebo lietadiel[33].

Pátranie a záchrana pomocou UAV: moderný prístup využívajúci bezpilotné lietadlá vybavené senzormi, kamerami či termovíziou[34].

Porovnanie medzi rôznymi typmi pátracích a záchranných spôsobov:

Tabuľka 4 prvá časť: Porovnanie medzi rôznymi typmi patriacich a záchranných spôsob[31], [32], [33], [34], [35].

| Aspekt.                   | Pešo.  | UAV.  | Pilotovaných vozidiel.                    |
|---------------------------|--|---|---|
| <b>Pokrytie:</b>          | Obmedzené, závislé od terénu a veľkosti tímu.      | Široké, rýchle, ideálne pre vizuálne lokalizovanie. | Veľké, vhodné najmä pre dostupný terén.   |
| <b>Rýchlosť odozvy:</b>   | Stredná, podľa prístupnosti oblasti.               | Vysoká, okamžité nasadenie.                         | Vysoká, limitovaná stavom ciest a terénu. |
| <b>Presnosť polohy:</b>   | Vysoká, najmä pri použití kynologických tímov.     | Veľmi vysoká, vďaka GPS, termokamerám.              | Vysoká, ale menej detailná ako drony      |
| <b>Dostupnosť terénu:</b> | Veľmi vysoká, prístup aj do nepriechodného terénu. | Vysoká, zvládne rizikové a ťažko dostupné miesta.   | Nízka, problém v horskom a lesnom teréne. |

Tabuľka 4 druhá časť: Porovnanie medzi rôznymi typmi patriacich a záchranných spôsob[31], [32], [33], [34], [35].

| Aspekt.                         | Pešo.   | UAV.   | Pilotovaných vozidiel.                      |
|---------------------------------|---|--|---|
| <b>Autonómia / trvanie:</b>     | Vysoká, limitovaná fyzickou výdržou ľudí.     | Obmedzená, zvyčajne 20–45 minút letu.          | Vysoká, podľa paliva a typu vozidla.        |
| <b>Prevádzkové náklady:</b>     | Stredné (výcvik, vybavenie, personál).        | Nízke až stredné (údržba, batérie).            | Vysoké (palivo, servis, personál).          |
| <b>Riziko pre operátorov:</b>   | Vysoké, priame vystavenie nebezpečenstvu.     | Veľmi nízke, operátor je mimo ohrozenia.       | Stredné, závisí od typu misie a prostredia. |
| <b>Poveternostné podmienky:</b> | Variabilné, možnosť nasadenia aj v nepriazni. | Citlivé na vietor, dážď, sneh.                 | Vyššia tolerancia než drony, no nie úplná.  |
| <b>Použitie technológie:</b>    | Mapy, GPS, vysielачky, psy na stopovanie.     | Termokamery, živý prenos, GPS, mapovanie.      | Navigácia, senzory, komunikačné systémy.    |
| <b>Typ záchrany:</b>            | Lokalizácia, prvá pomoc, evakuácia.           | Lokalizácia, podpora plánovania a koordinácie. | Transport, logistická podpora, evakuácia.   |

## 7. Výsledky

Tabuľka 5 prvá časť: Záver z analýz

| Použitie:                     | Kontext                          | Trvanie používania | Odôvodnenie dočasného použitia    | Výhody  | Hlavné výzvy  |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---|---|
| Monitorovanie infraštruktúry: | Monitorovanie budov a zariadení. | Príležitostné.     | Potrebné len počas monitorovania. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorovanie v reálnom čase.</li> <li>Vysoká dostupnosť do neprístupných oblastí.</li> <li>Väčšia bezpečnosť pre personál.</li> <li>Rýchlejší proces monitorovania.</li> <li>Zníženie nákladov z dlhodobého hľadiska.</li> <li>Väčšia presnosť a objektivita.</li> <li>Široký dosah.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoké počítačové náklady.</li> <li>Nemožnosť fyzického kontaktu s objektmi.</li> <li>Obmedzený zásah.</li> <li>Závislosť od počasia.</li> </ul> |
| Fotografia a filmovanie:      | Letecké zábery a dokumentácia.   | Príležitostné.     | Krátkodobé využitie.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoká manévrovateľnosť</li> <li>Priemerné náklady na prevádzku</li> <li>Vysoká kvalita a rozlíšenie záberov</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Obmedzené územné pokrytie.</li> <li>Závislosť od poveternostných podmienok.</li> <li>Obmedzená výdrž batérie.</li> </ul>                         |

Tabuľka 5 druhá časť: Záver z analýz

| Použitie:            | Kontext  | Trvanie používania | Odôvodnenie dočasného použitia            | Výhody  | Hlavné výzvy   |
|----------------------|--|--------------------|---|---|--|
| Mapovanie terénu:    | Akýkoľvek terén s potrebou mapovania.          | Príležitostné.     | Využitie len počas konkrétnych projektov. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoké rozlíšenie dát.</li> <li>Rýchle spracovanie.</li> <li>Presné georeferencovanie.</li> <li>Prístup do odľahlých oblastí.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Závislosť od počasia.</li> <li>Menšie územné pokrytie oproti iným metódam.</li> <li>Obmedzené ľudské pozorovanie detailov.</li> <li>Vysoké počítačové náklady.</li> </ul> |
| Pátranie a záchrana: | Katastrofy, núdzové situácie, nezvestné osoby. | Príležitostné.     | Aktivácia len v prípade núdze.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Široké územné pokrytie.</li> <li>Vysoká rýchlosť odozvy.</li> <li>Presnosť lokalizácie.</li> <li>Prístup do nebezpečných oblastí.</li> <li>Minimálne riziko pre operátorov.</li> <li>Možnosti vybavenia (termokamery, GPS).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Krátka výdrž batérie.</li> <li>Stredné prevádzkové náklady.</li> </ul>  |

## 8. Návrhy a odporúčania pre zlepšenie prevádzky a rozšírenie možností využívania UAV

Na základe analýzy hlavných problémov, ktorým UAV čelia v porovnaní s tradičnými metódami pri monitorovaní infraštruktúry, pátraní a záchrane, mapovaní terénu, fotografovanie a filmovanie, boli identifikované dva kľúčové nedostatky: obmedzená výdrž batérie a limitovaný prevádzkový dosah.

### 8.1. Odporúčania na zlepšenie efektivity UAV

Zlepšenie výdrže batérie:

Jedným z navrhovaných riešení je zavedenie bezdrôtových nabíjajúcich staníc alebo výmenných batériových bodov pozdĺž plánovanej trasy UAV. Tieto systémy by umožnili UAV automaticky sa nabíť počas krátkeho medzipristátia, čím by sa zabezpečilo plynulé a neprerušované plnenie úloh a minimalizovalo riziko výpadku počas kritických operácií[36].

Rozšírenie prevádzkového dosahu:

Ďalším odporúčaním je použitie vysokovýkonných antén a signálnych zosilňovačov, ktoré by rozšírili dosah medzi UAV a riadiacou stanicou. Tento prístup umožňuje efektívnejšie pokrytie väčších území, znižuje riziko straty spojenia alebo dátového prenosu a zvyšuje flexibilitu pri operáciách v členitom alebo vzdialenom teréne[37].

### 8.2. Možné oblasti nasadenia UAV ako dočasných zariadení

Kontrola teplovzdušného balóna:

Jednou z nových oblastí, kde by sa UAV mohli efektívne uplatniť, je inšpekcia teplovzdušných balónov. Od polovice roka 2024, keď FAA (Federálny letecky úrad) začala povoľovať využitie podobných technológií na kontrolu lietadiel, sa otvára priestor aj pre ich nasadenie v tejto sfére. UAV by boli ideálnym riešením na vykonávanie detailných kontrol balónov, najmä na miestach, ktoré sú pre ľudských inšpektorov ťažko prístupné[38].

Tréning športovcov

Ďalšou perspektívnou oblasťou je využitie UAV v profesionálnom tréningu športovcov. Drony môžu slúžiť ako podporný nástroj na sledovanie športového výkonu z vtáčej perspektívy v reálnom čase. Tréneri by tak mohli pozorovať techniku športovcov z rôznych uhlov a s okamžitou spätnou väzbou. UAV môžu navyše využívať vizuálne (svetelné) alebo zvukové podnety, ktoré pomáhajú viesť športovcov počas tréningu.

Monitorovanie vesmírnych infraštruktúr

Poslednou oblasťou, v ktorej by podľa mňa drony mohli mať pozitívny vplyv, je monitorovanie a kontrola vesmírnej infraštruktúry. Hoci sa drony používajú na monitorovanie interiéru rôznych typov infraštruktúr, ako je napríklad Medzinárodná vesmírna stanica, stále neexistuje žiadna dokumentácia o použití bezpilotných lietadiel na kontrolu stavu exteriéru týchto zariadení. Zavedenie takýchto riešení by mohlo znížiť potrebu výstupov do vesmíru a tým aj súvisiace riziká.

## Záver

Počas tohto výskumu sa skúmalo využitie UAV ako dočasných zariadení v rôznych oblastiach, ako je monitorovanie infraštruktúry, pátranie a záchrana, mapovanie terénu či letecké fotografovanie a filmovanie. Tieto aplikácie ponúkajú významné výhody, predovšetkým v prístupe do zložitých alebo vysoko rizikových oblastí, v rýchlosti nasadenia a v schopnosti vysoko presného zberu údajov.

Zároveň sa však identifikovalo niekoľko kľúčových problémov, najmä závislosť od poveternostných podmienok a obmedzená životnosť batérie UAV. Napriek návrhom na ich zlepšenie, ako je implementácia bezdrôtového nabíjania počas letu či zosilnenie signálu prostredníctvom špeciálnych antén, zostáva dĺžka letu stále významným obmedzením aktuálnych UAV technológií.

Je dôležité zdôrazniť, že aj keď uvedené odporúčania môžu výrazne optimalizovať výkon UAV v konkrétnych aplikáciách, neustály technologický pokrok je kľúčový pre ich ďalší rozvoj. UAV dnes nielen dopĺňajú tradičné metódy, ale v mnohých prípadoch ich aj výrazne zlepšujú. Ich všestrannosť zároveň ukazuje, ako ich možno úspešne integrovať aj do odvetví, ktoré spolu na prvý pohľad nesúvisia.

Hoci UAV stále čelia určitým technickým obmedzeniam, ich potenciál transformovať a zefektívniť činnosti v rôznych oblastiach, od inžinierstva, cez bezpečnosť až po umenie, je nepopierateľný. Budúcnosť týchto technológií, podporovaná neustálym inovačným vývojom, sľubuje zásadný vplyv na spôsob, akým vykonávame priemyselné aj vedecké aktivity.

## Pod'akovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra 2014 - 2020 pre projekt: Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV, s ITMS kódom projektu 313011V422, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Referencie

- [1] "15 Usos de drones que quizás no conocías", Aviation Group. Cit: 27. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.aviationgroup.es/actualidad/usos-drones-no-conocias/>
- [2] R. Skiba, *Operaciones con Drones: Pilotaje Recreativo y Comercial*. After Midnight Publishing, 2024.
- [3] G. Chamayou, *Teoría del dron: Nuevos paradigmas de los conflictos del siglo XXI*. NED Ediciones, 2016.
- [4] C. Moldtrans, "Drones y logística: cuáles son sus ventajas y desventajas básicas", Grupo Moldtrans. Cit: 27. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.moldtrans.com/los-drones-y-la-logistica/>
- [5] "Open Category — Low Risk — Civil Drones | EASA". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/open-category-low-risk-civil-drones>

- [6] "Specific Category — Civil Drones | EASA". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/specific-category-civil-drones>
- [7] "Certified Category — Civil Drones | EASA". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/certified-category-civil-drones>
- [8] R. Castro, "VYUŽÍVANIA UAVS AKO DOČASNÝCH ZARIADENÍ vo fotografii a filmovaní", 2025.
- [9] J. Ocampo, "Využívania uavs ako dočasných zariadenie v mapovaní", 2025.
- [10] E. Bahena, "Využívania uavs ako dočasných zariadenie v monitorovaní infraštruktúry", 2025.
- [11] E. Paz, "Využívania uavs ako dočasných zariadenie v SAR", 2025.
- [12] K. Garcia, "Využívania uavs ako dočasných zariadenie vo BO", 2025.
- [13] H. Marlene, "Využívania uavs ako dočasných zariadenie v KŽP", 2025.
- [14] J. Fernández, "Využívania uavs ako dočasných zariadenie v VPZ", 2025.
- [15] "CS-23 Amendment 2 | EASA". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/certification-specifications/cs-23-amendment-2>
- [16] "Drone Vs. Traditional Inspection Methods Which Is Right For Your Building - Rommel". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://rommel.co.nz/drone-vs-traditional-inspection-methods/>
- [17] VV.AA, *Aplicaciones de drones en ingeniería civil: Topografía inspección de obra y estructuras*. Marcombo, 2022.
- [18] "EL USO DEL DRON EN UNA INSPECCIÓN". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://es.linkedin.com/pulse/el-uso-del-dron-en-una-inspeccion-c3%B3n-ec4-oficial-1xhhc>
- [19] F. SA, "DRONES DE INTERIORES PARA INSPECCIÓN DE ALCANTARILLADOS". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www.flyability.com/es-ar/inspeccion-de-alcantarillados>
- [20] R. G. Herrera *et al.*, "Drones. Aplicaciones En Ingeniería Civil Y Geociencias", *Interciencia*, roč. 44, č. 6, s. 326–331, 2019.
- [21] M. of E. and C. C. Strategy, "About Terrain Mapping - Province of British Columbia". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/land/terrain/about-terrain-mapping>
- [22] admin, "What Are Satellite Maps?" Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://satpalda.com/what-are-satellite-maps/>, <https://satpalda.com/what-are-satellite-maps/>
- [23] "OBS-Teledeteccion.pdf". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: [https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf?fbclid=IwY2xjawZzaf5leHRuA2FbQIxMAABHmKC5gvrQyXbnVhmOb19L2fcgDE3X3CawTr8mRfhw0DAILaA\\_JmTjbp0X5\\_aem\\_y76avzd2KInoDhmbxNRcA](https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf?fbclid=IwY2xjawZzaf5leHRuA2FbQIxMAABHmKC5gvrQyXbnVhmOb19L2fcgDE3X3CawTr8mRfhw0DAILaA_JmTjbp0X5_aem_y76avzd2KInoDhmbxNRcA)
- [24] "UAV Surveying and mapping: Why Planes Still Dominate". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://synergymapping.com/uav-surveying-and-mapping-vs-manned-aircraft/>
- [25] "Aerial Mapping", Bowman. Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <http://bowman.com/services/aerial-mapping/>
- [26] "Herramientas de topografía para medición, levantamiento del terreno y monitorización". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: [https://www.topconpositioning.com/latam/solutions/infrastructure/surveying?product=&\\_page=1](https://www.topconpositioning.com/latam/solutions/infrastructure/surveying?product=&_page=1)
- [27] D. J. I. Enterprise, "Topografía con drones: ¿cuál es la diferencia entre la fotografía aérea y la fotogrametría?" Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://enterprise-insights.dji.com/es/blog/aerofotografia-vs-fotogrametria>
- [28] R. H. Á. Camargo a A. F. Giraldo, "COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL MONITOREO DE TALUDES O LADERAS INESTABLES EN EL MUNICIPIO DE ZETAQUIRA – BOYACÁ MEDIANTE TÉCNICAS TRADICIONALES DE TOPOGRAFÍA Y TÉCNICA MODERNA DE DRONES".
- [29] A. A. Vidal, M. S. Quintero, a R. Eppich, "The View from Above. Overview and Comparison of Low Cost Aerial Photographic Techniques", Cit: 22. apríl 2025. [Online]. Available at: [https://www.academia.edu/4431604/The\\_View\\_from\\_Above\\_Overview\\_and\\_Comparison\\_of\\_Low\\_Cost\\_Aerial\\_Photographic\\_Techniques](https://www.academia.edu/4431604/The_View_from_Above_Overview_and_Comparison_of_Low_Cost_Aerial_Photographic_Techniques)
- [30] "11665.pdf".
- [31] "Search and Rescue (SAR) | SKYbrary Aviation Safety". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: [https://skybrary.aero/articles/search-and-rescue-sar?fbclid=IwY2xjawJzujBleHRuA2FbQIxMAABHk0D8YvamOPfnf-cylSgHWvxiwoj7dO5a4JLQC\\_WYhvyckXxPID0RivXBF\\_M\\_aem\\_zHbC97m2dlaQWLv0v2mnkQ](https://skybrary.aero/articles/search-and-rescue-sar?fbclid=IwY2xjawJzujBleHRuA2FbQIxMAABHk0D8YvamOPfnf-cylSgHWvxiwoj7dO5a4JLQC_WYhvyckXxPID0RivXBF_M_aem_zHbC97m2dlaQWLv0v2mnkQ)
- [32] "BR.pdf". Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: [https://hgz89.com/docs/UIPC/BR.pdf?fbclid=IwY2xjawJzujRleHRuA2FbQIxMAABHh6qJptmVLWuAraEEe9OCOXIJkr9RuTYGj57FGCw0h\\_OS7BhqQAISvhlPblB\\_aem\\_A3uh62\\_fDDz7uQWv8ltoh\\_w](https://hgz89.com/docs/UIPC/BR.pdf?fbclid=IwY2xjawJzujRleHRuA2FbQIxMAABHh6qJptmVLWuAraEEe9OCOXIJkr9RuTYGj57FGCw0h_OS7BhqQAISvhlPblB_aem_A3uh62_fDDz7uQWv8ltoh_w)
- [33] "¿Qué es el rescate y qué tipos hay?", Prohesol. Cit: 28. apríl 2025. [Online]. Available at: <https://prohesol.com/blogs/noticias/que-es-el-rescate-y-que-tipos-hay>
- [34] R. A. Khalil, N. Saeed, a M. Almutiry, "UAVs-assisted passive source localization using robust TDOA ranging for search

and rescue”, *ICT Express*, roč. 9, č. 4, s. 677–682, aug. 2023, doi: 10.1016/j.ict.2022.04.011.

[35] “Inicio a la Búsqueda y Rescate: guía básica para voluntarios de emergencias | K9 Rescate Protección Civil 2025”. Cit: 28. abril 2025. [Online]. Available at: <https://k9rescate.com/busqueda-y-rescate/>

[36] “DJI Battery Station - DJI”, DJI Official. Cit: 28. abril 2025. [Online]. Available at: <https://www.dji.com/sk/tb50-battery-station>

[37] “Antenna Amplifier for RC Remote Control | Search Results”. Cit: 28. abril 2025. [Online]. Available at: <https://store.dji.com/sk/product-search>

[38] “Industry first: FAA accepts Delta’s plan to use drones for maintenance inspections | Delta News Hub”. Cit: 22. abril 2025. [Online]. Available at: <https://news.delta.com/industry-first-faa-accepts-deltas-plan-use-drones-maintenance-inspections>