

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Posselyonnaya Vera

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Využití bezpilotních prostředků pro potřeby IZS
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Vera Posselyonnaya**
Osobní číslo: **E21591**
Studijní program: **B0688A140004 Informatika a systémové inženýrství**
Specializace: **Informační a bezpečnostní systémy**
Téma práce: **Využití bezpilotních prostředků pro potřeby IZS**
Zadávající katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je návrh řešení využití bezpilotních prostředků pro bezpečnostní a záchranné složky v různých modelových situacích.

Osnova:

- úvod
- přehled bezpilotních prostředků
- využití dronů v IZS
- případové studie
- návrh použití bezpilotních prostředků pro IZS

Rozsah pracovní zprávy: **cca 35 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Mohsan, S.A.H., Othman, N.Q.H., Li, Y. et al. Unmanned aerial vehicles (UAVs): practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. Intel Serv Robotics 16, 109 – 137 (2023).
Drones : an illustrated guide to the unmanned aircraft that are filling our skies. by: Dougherty, Martin J., author.
Introduction to UAV Systems, Fourth Edition Author(s):Paul Gerin Fahlstrom, Thomas James Gleason
Unmanned aerial vehicles. History, application, threat of proliferation and development prospects. Author(s):Mikhail Pavlushenko, Gennady Evstafyev, Ivan Makarenko
DRONY 3. vydání ISBN: 9788011001865

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Jech**
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2024**

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. et Ing. Martin Lněnička, PhD. v.r.
garant studijního programu

V Pardubicích dne 1. září 2023

Prohlášení

Prohlašuji:

Práci s názvem Využití bezpilotních prostředků pro potřeby IZS jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně nebo doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 06. 2024

Posselyonnaya Vera v.r.

Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Jakubu Jechovi za jeho podporu a vedení během psaní mé bakalářské práce. Jeho hluboké odborné znalosti a schopnost předávat je srozumitelným způsobem mi umožnily lépe porozumět tématu využití dronů pro záchranné složky. Díky jeho mentorství jsem získala cenné dovednosti v této oblasti, které mi budou nepochybně prospěšné v mé budoucí kariéře. Jeho přínos k mému akademickému a profesnímu rozvoji je neocenitelný a jsem mu za to velmi vděčná.

Anotace

Tato bakalářská práce se zaměřuje na využití bezpilotních prostředků, zejména dronů, v rámci integrovaného záchranného systému (IZS). Cílem práce je prozkoumat potenciál a možnosti využití dronů pro zlepšení efektivity a bezpečnosti záchranných a monitorovacích operací. V teoretické části jsou uvedeny technické specifikace a legislativní rámec použití dronů, zatímco praktická část přináší konkrétní příklady nasazení dronů v reálných záchranných situacích.

Klíčová slova

Bezpilotní prostředky, integrovaný záchranný systém, drony, záchranné operace, UAV, hasiče, krizová situace

Title

Use of unmanned aerial vehicles for the needs of the IRS

Annotation

This bachelor thesis focuses on the use of unmanned aerial vehicles, especially drones, within the Integrated Rescue System (IRS). The aim of the thesis is to explore the potential and possibilities of using drones to improve the efficiency and safety of rescue and monitoring operations. The theoretical part analyses the technical specifications and the legislative framework for the use of drones, while the practical part provides concrete examples of drone deployment in real rescue situations.

Keywords

Unmanned aerial vehicles, integrated rescue system, drones, rescue operations, UAV, firefighting, emergency situation

Obsah

Úvod	9
1. Bezpilotní prostředky.....	10
1.2 Terminologie	10
1.3 Počáteční vývoj	11
1.4 Aktuální rozvoj a trendy.....	11
2. Legislativa létání s bezpilotními prostředky	15
2.1 Zákon o letectví.....	15
2.2 Další relevantní předpisy.....	15
2.3 Nařízení Evropské unie 2019/945	16
3. Přehled bezpilotních prostředků.....	18
3.1 Rozdělení bezpilotních prostředků	20
3.2 Konstrukce bezpilotních prostředků	24
4. Základy Integrovaného záchranného systému.....	26
4.1 Historie IZS	26
4.2 Složky IZS.....	27
5. Využití bezpilotních prostředků v IZS.....	30
5.1 Boj proti zločinu pomocí dronů	30
5.2 Drony pro pátrání, záchranu a pomoc	32
5.3 Drony pro hasiče a záchranáře.....	33
6. Případové studie	36
6.1 Pátrací a záchranné mise	36
6.2 Monitorování a krizový management.....	38
6.3 Logistika a distribuce humanitární pomoci.....	40
7. Případ v České republice	42
Závěr	45
Seznam zdrojů	46

Seznam obrázků

Obrázek 1: Graf z Google Books Ngram Viewer.....	12
Obrázek 2: Třídy dvou kategorií dronů	17
Obrázek 3: Ukázka dronů podle typu konstrukce	21
Obrázek 4: Oblasti využití civilních dronů	23
Obrázek 5: Komponenty dronů	24
Obrázek 6: Počet mimořádných události za rok 2023	29
Obrázek 7: Modely kvadrokoptér.....	43

Seznam tabulek

Tabulka 1 Technické charakteristiky	43
---	----

Seznam zkratek

IZS	Integrovaný záchranný systém
UAS	Bezpilotní letecký systém
UAV	Bezpilotní letecký prostředek
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
ČR	Česká republika
RPAS	Letadlový systém řízený na dálku
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
USA	Spojené státy americké
EU	Evropská Unie
VTOL	Vertical Take-Off and Landing
UCAV	Bezpilotní bojový vzdušný prostředek
PČR	Policie České republiky
JPO	Jednotka požární ochrany
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
SAR	Pátrání a záchrana

Úvod

Téma Využití bezpilotních prostředků pro potřeby Integrovaného záchranného systému (IZS) představuje aktuální a stále se rozvíjející oblast, která kombinuje moderní technologie s klíčovými aspekty bezpečnosti a záchranných operací. V dnešní době, kdy technologie rapidně pokračují ve svém vývoji, se bezpilotní prostředky, známé také jako drony, stávají neodmyslitelnou součástí mnoha oblastí lidské činnosti. Jejich aplikace v rámci IZS otevírá nové možnosti pro efektivní reakci na mimořádné události, zvyšování bezpečnosti obyvatelstva a ochranu majetku a životního prostředí.

Integrovaný záchranný systém, zastřešující složky jako jsou hasičský záchranný sbor, zdravotnická záchranná služba, policie ČR a další, hraje klíčovou roli v ochraně obyvatelstva a řešení krizových situací. Využití bezpilotních prostředků v rámci tohoto systému nabízí řadu výhod, včetně možnosti rychlého průzkumu oblasti, efektivního monitoringu situace, zlepšení koordinace záchranných týmů a poskytování životně důležitých informací v reálném čase.

Cílem této bakalářské práce je prozkoumat potenciál bezpilotních prostředků v kontextu IZS, identifikovat klíčové oblasti jejich využití, analyzovat přínosy a výzvy spojené s jejich implementací a představit konkrétní příklady efektivního nasazení dronů v rámci záchranných a bezpečnostních operací. Práce se zaměří na teoretický rámec využití bezpilotních prostředků, jakož i na praktické aspekty jejich aplikace, včetně legislativního prostředí, technologických požadavků a metodik hodnocení efektivity jejich využití.

V první části práce bude představen teoretický úvod do problematiky bezpilotních prostředků, včetně historie jejich vývoje, technických specifikací a přehledu aktuálních trendů v této oblasti. Druhá část se bude věnovat analýze potřeb IZS a možnostem integrace dronů do jeho operací. Ve třetí části budou prezentovány konkrétní případové studie a příklady využití dronů v rámci IZS z České republiky i ze zahraničí. Závěrečná část práce zhodnotí dosažené výsledky, diskutuje hlavní výzvy a navrhuje možné směry dalšího výzkumu a rozvoje využití bezpilotních prostředků pro zvýšení efektivity a efektivnosti IZS.

1. Bezpilotní prostředky

Bezpilotní prostředky, často označované jako drony, jsou typy letadel nebo vozidel, které operují bez lidské posádky na palubě. Pro podrobnější specifikace a terminologii dronů se odkazuje na kapitolu „Terminologie“, kde jsou tyto aspekty podrobněji vysvětleny. Tyto technologie se staly v posledních letech běžnou součástí našeho života, ale historie dronů je však mnohem delší, než si mnozí myslí. Datuje se od počátků 20. století, kdy byly využívány především pro vojenské účely jako prostředek pro cvičení protiletadlové obrany a později pro průzkum a špionáž. Postupem času, s pokrokem v technologiích se rozšířily i do civilního sektoru kde se dnes využívají v široké škále aplikací od zemědělství, přes monitorování životního prostředí, až po filmovou a fotografickou tvorbu. Rozvoj dronů byl podpořen významnými technologickými inovacemi v oblasti navigace, propojitelnosti a miniaturizace. V této diplomové práci se podíváme na vývoj dronů od jejich raných počátků až po současnost.

1.2 Terminologie

Dron: Tento běžně používaný termín se vztahuje na bezpilotní letecký prostředek, často ovládaný na dálku, jehož název odkazuje na charakteristický bzučící zvuk při letu.

Bezpilotní letecký prostředek UAV (Unmanned Aerial Vehicle) je letadlo bez posádky, které může být řízeno na dálku, nebo je schopno létat samostatně pomocí přeprogramovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů. Formálnější anglický termín pro dron, který se používá hlavně ve technických a legislativních dokumentech.

(1)

Bezpilotní letadlo: Termín, který zdůrazňuje, že se jedná o letecké zařízení bez lidského pilota na palubě, často se používá v oficiálních regulacích a technických popisech.

Bezpilotní letecký systém, UAS (Unmanned Aircraft Také): Odkazuje na komplexní systém, který zahrnuje samotný dron, který se typicky nachází na zemi nebo na lodi, avšak může být umístěn i na jiné vzdušné platformě. Druhou komponentou je bezpilotní letecké vozidlo (UAV). Třetí klíčovou součástí je systém pro řízení a kontrolu (C2), který zajišťuje spojení mezi UAV a řídicím systémem. (2)

Letadlový systém řízený na dálku, RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) je podkategorie UAS, která zahrnuje jak systémy dálkově řízené, tak plně autonomní. Plně autonomní UAS létají zcela samy bez nutnosti jakéhokoli zásahu pilota.

1.3 Počáteční vývoj

Charles Franklin Kettering (1876-1958), americký inženýr a vynálezce, byl inspirován úspěchy bratrů Wrightů a navrhl použití letadel bez člověka. Jako mladý americký vojenský inženýr z Ohia, Kettering vytvořil systém bateriového zapalování, elektrický startér, a elektrický generátor pro farmy. Během první světové války vedl tým inženýrů, který pracoval na vývoji řízených projektilů. Ketteringův „brouk“ známý také jako „Eagle of Liberty“ byl experimentální bezpilotní „vzdušné torpédo“, jeden z prvních projektů předchůdců moderních okřídlených raket, vyvinutý v roce 1917 na objednávku americké armády. Byl určen k ostřelování z vzdálenosti až 120 km měst, velkých průmyslových center a míst soustředění nepřátelských vojsk. Toto zařízení, řízené hodinovým mechanismem, mělo na daném místě shodit křídla a dopadnout jako bomba na nepřítele. Kettering s proměnlivým úspěchem vyzkoušel několik zařízení nazvaných Bug brouk, ale v bojových operacích se nikdy nepoužívali. (1)

Po první světové válce byla ve Velké Británii v roce 1933 vyvinuta první UAV pro opakované použití, Queen Bee. Byly použity tři obnovené dvouplošníky Fairy Queen, dálkově ovládané z lodi přes rádio. Tento rádiově řízený bezpilotní cíl s názvem DH82A Tiger Moth byl používán v Royal Navy v letech 1934 až 1943. Armáda a námořnictvo USA od roku 1940 používaly jako cílový letoun RADIOPLANE Oq-2. (2)

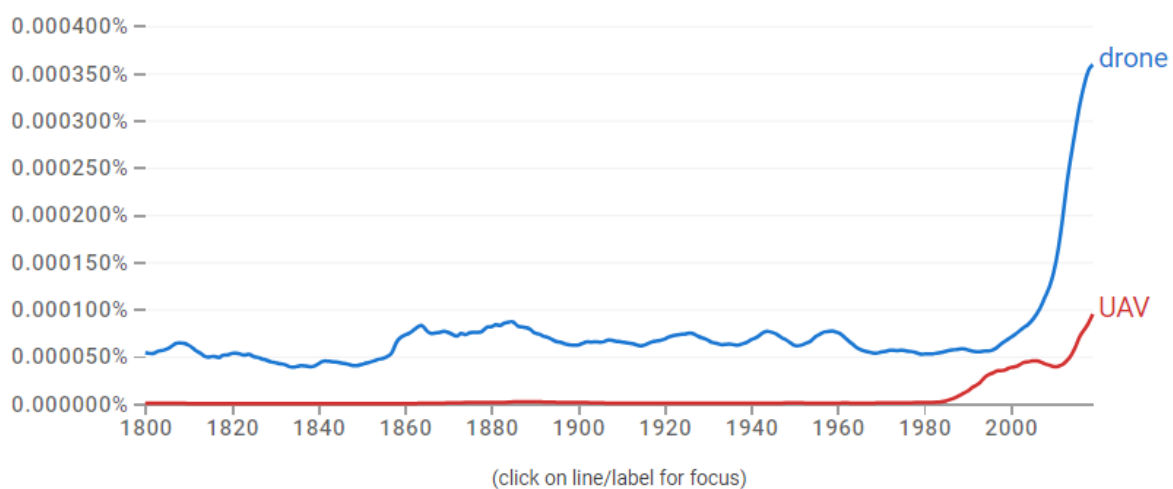
Drony původně nebyly určeny k útoku. Byly potřeba ke střelbě a s podobným cílem vstoupily do výzbroje americké flotily v roce 1936 a letectva v roce 1948. První dronový terč byl postaven v letech 1933 až 1935 a byl testován na letecké základně a později vypuštěn z lodi Royal Navy Orion, aby cvičila střelbu. Týmy si všimly podivného efektu – letadlo se neotáčelo, neměnilo úhel tangage a ani se nehýbalo a neměnilo rychlost: létalo jako trouba. Při průletu nad hlavou vydávalo hlasité, nízké dunění. Dron byl pojmenován kvůli bzučení a Queen Bee je jen následná slovní hra. (3)

1.4 Aktuální rozvoj a trendy

Po skončení druhé světové války zájem o bezpilotní letouny neustal, ale naopak dále rostl. Poválečné období vývoje bylo obdobím intenzivního výzkumu a experimentování v oblasti bezpilotního letectví, které vedlo k výraznému pokroku v technologii dronů. (4) V souladu s tím došlo v následujících desetiletích k významnému technologickému pokroku v oblasti technologie dronů. Patří sem vývoj lehčích a pevnějších materiálů pro těla, zdokonalených

baterií a řídicích systémů a zavedení pokročilých systémů auto pilotování a autonomní navigace.

V 21. století začal trh s drony rychle růst. Společnosti po celém světě začaly vyvíjet a vyrábět širokou škálu dronů pro různé účely, od modelů pro hračky a rekreační účely až po profesionální a průmyslové systémy. Spolu s rostoucí popularitou dronů vyvstala potřeba vypracovat a zavést odpovídající právní předpisy a regulaci. Mnoho zemí zavedlo pravidla a bezpečnostní předpisy týkající se používání dronů, aby se minimalizovala rizika pro společnost a předešlo se možným incidentům.



Obrázek 1: Graf z Google Books Ngram Viewer

Zdroj: (5)

Jak vidíme na obrázku číslo 1 graf z Google Books Ngram Viewer zobrazuje vývoj frekvence slovo „drone“ a „UAV“ v literatuře od roku 1800 do 2000. (5) Frekvence slova „drone“ začíná výrazně stoupat přibližně od roku 1990 a dosahuje prudkého nárůstu na začátku 21. století. Tento vzestup odráží rostoucí zájem a rozvoj technologie dronů, zejména v oblastech jako jsou vojenství, zábava a komerční využití

Současné trendy a budoucnost dronů zahrnují řadu klíčových aspektů, které určují jejich vývoj a použití:

- Růst trhu: Trh s drony nadále rychle roste a přitahuje pozornost spotřebitelů i firemních klientů. Podniky stále častěji využívají drony k optimalizaci obchodních procesů, zatímco individuální uživatelé nacházejí nové způsoby využití dronů v každodenním životě.

- Legislativní vývoj: S rostoucím počtem dronů ve vzduchu vzniká potřeba přísné regulace a kontroly. Mnoho zemí již přijalo zákony a předpisy týkající se registrace, letů a bezpečnosti dronů. Očekává se, že se tato legislativa bude v budoucnu dále vyvíjet a zdokonalovat.
- Umělá inteligence a autonomie: Jedním z klíčových trendů ve vývoji dronů je integrace umělé inteligence a autonomních systémů. To umožňuje dronům činit autonomní rozhodnutí a provádět složité úkoly bez zásahu operátora. Autonomní drony lze využít v oblastech, jako je doručování, monitorování a letecká bezpečnost. (6)
- Uplatnění v nových odvětvích: S tím, jak se objevují nové technologie a drony se vyvíjejí, nacházejí uplatnění v nových odvětvích a oblastech činnosti. Drony lze například využít pro lékařské dodávky, ochranu životního prostředí, inspekce infrastruktury, a dokonce i v kosmickém průmyslu.

V dnešním světě se bezpilotní letouny stále vyvíjejí a nacházejí nová využití v různých oblastech činnosti. Vznik nových modelů a technologií jim dává širokou perspektivu do budoucna. V této kapitole se podíváme na některé současné trendy a perspektivy vývoje dronů.

Kurýrní dron Triumph GWD-H-800T se vyznačuje vysokou nosností až 5 kg a dlouhou dobou letu až 25 minut. Jeho krytí IP56 zajišťuje provoz v různých klimatických podmínkách. Tento dron lze použít pro efektivní doručování různých nákladů na vzdálenost až 5000 metrů (7)

Podvodní dron Qysea FIFISH V6S má schopnost pořizovat videozáznamy v oceánech a mořích až do hloubky 100 metrů. Jeho kamera s rozlišením 4K a nastavitelnou citlivostí ISO poskytuje kvalitní záběry v různých světelných podmínkách. (8)

DJI Agras T40 je zemědělský dron pro postřikování rostlin. Jeho kompaktní konstrukce a vysoký výkon mu umožňují efektivně aplikovat chemické látky a hnojiva na pole s plodinami. (9)

DJI Avata Pro-View Combo je malý, ale výkonný dron pro letecké fotografování ve vysokém rozlišení 4K. Vyznačuje se vynikající ovladatelností, stabilní kamerou a spolehlivým bezpečnostním systémem. (10)

Celkově jsou současné trendy ve vývoji dronů zaměřeny na zvyšování jejich funkčnosti, zlepšování spolehlivosti a bezpečnosti a rozšiřování jejich využití v různých odvětvích.

Očekává se, že v budoucnu budou drony hrát stále důležitější roli v našem každodenním životě a budou nám pomáhat řešit různé úkoly efektivnějším a ekologičtějším způsobem.

2. Legislativa létání s bezpilotními prostředky

Legislativa týkající se provozu dronů v České republice, zvláště v kontextu použití pro potřeby integrovaných záchranných systémů (IZS), je skutečně komplexní a zahrnuje řadu specifických předpisů a požadavků. Tento právní rámec je určen k zajištění bezpečnosti, ochrany soukromí a efektivního využití dronů v různých operacích. Klíčové legislativní body, které regulují použití dronů v IZS v České republice:

2.1 Zákon o letectví

Zákon č. 49/1997 Sb., o letectví, je základním normativním aktem, který upravuje provoz všech typů letadel, včetně bezpilotních letadel (dronů) na území České republiky. Důležité aspekty tohoto zákona zahrnují:

- **Povolení k provozu:** Pro drony s hmotností nad 2 kg je vyžadováno speciální povolení od Úřadu pro civilní letectví (ÚCL). Toto povolení je nezbytné pro zajištění, že provoz dronů probíhá v souladu s bezpečnostními a provozními standardy.
- **Kvalifikace pilota:** Pilot dronu musí splnit kvalifikační požadavky a musí být držitelem pilotního průkazu, což zajišťuje, že ovládání dronu bude prováděno odborně a bezpečně.
- **Pojištění:** Drony musí být pojištěny proti škodám způsobeným třetím osobám, což chrání veřejnost v případě nehody nebo incidentu.
- **Letecké předpisy:** Při provozu dronu musí být dodržovány předpisy, jako je zákaz letu v omezených leteckých oblastech a zákaz letu nad shromážděními lidí. (11)

2.2 Další relevantní předpisy

- **Vyhláška č. 108/1997 Sb,** která dále specifikuje technické a provozní požadavky na drony, stanovuje pravidla pro jejich bezpečný provoz, včetně specifikací pro letové operace a požadavků na technické vybavení. (12)
- **Zákon o ochraně osobních údajů** řeší, jakým způsobem mohou být zpracovávány osobní údaje získané prostřednictvím dronů, jako jsou obrazové záznamy. Tento zákon klade důraz na nutnost zabezpečení a ochranu takto získaných dat.
- **Trestní zákoník** stanovuje trestní odpovědnost za porušení leteckých předpisů a dalších zákonů souvisejících s provozem dronů.

2.3 Nařízení Evropské unie 2019/945

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a o provozovateli bezpilotních systémů ze třetích zemí. Toto nařízení vstupuje v platnost dvacátým dnem po vyhlášení v Úředním věstníku Evropské unie. (13) Týká se harmonizace pravidel pro drony v rámci celé EU a stanovuje požadavky na design a provoz dronů s cílem zajistit bezpečnost a interoperabilitu systémů. I přes toto nařízení je však důležité, aby provozovatelé dronů v České republice dodržovali specifické lokální zákony a předpisy. Nařízení zavádí nové kategorie operací a třídy dronů, které ovlivňují povinnosti operátorů a typ povolení, které je nutné získat.

Kategorie operací

Nařízení EU rozlišuje tři základní kategorie operací dronů, které se liší podle míry rizika:

1. **Kategorie „otevřená“ (Open):** Tato kategorie zahrnuje operace s nízkým rizikem, pro které není vyžadováno povolení před provozem ani dohled leteckého orgánu. Operace v této kategorii jsou omezeny na drony s hmotností do 25 kg.
2. **Kategorie „specifická“ (Specific):** Pro střední riziko operací, které nemohou být zařazeny do kategorie otevřené, a vyžadují proto od operátora získání speciálního povolení od národního leteckého orgánu.
3. **Kategorie „certifikovaná“ (Certified):** Zahrnuje operace s vysokým rizikem nebo takové operace, které mohou zahrnovat přepravu lidí, nebo vyžadují dron, který musí být certifikován stejně jako posádka. (14)

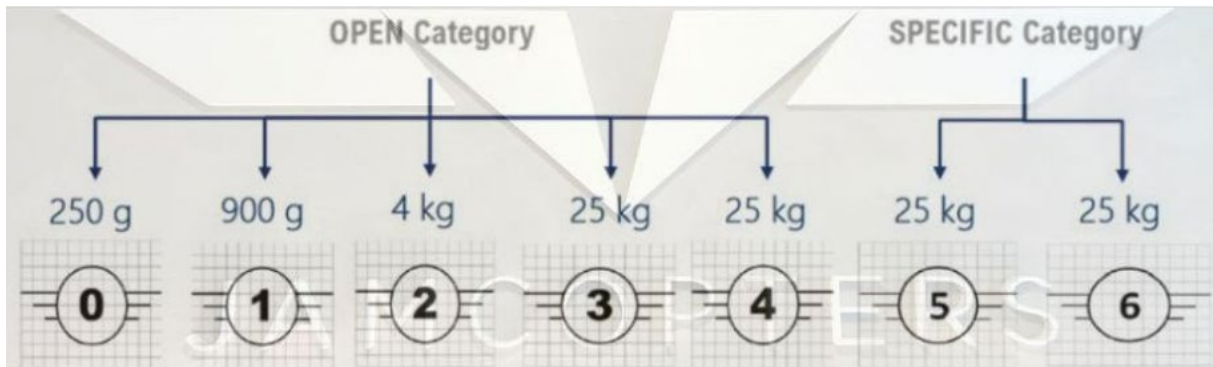
Třídy dronů

Nařízení rovněž zavádí třídy dronů, které jsou kategorizovány na základě rizika spojeného s jejich provozem a hmotností. **Třída dronů udává, v jaké provozní kategorii můžete dron používat.** Pro kategorii OPEN je možnost provozovat pouze drony s označením C0 až C4. Zde je poměrně jednoduché určit jak přísné jsou požadavky pro provoz – **čím vyšší je číslo na štítku, tím přísnější jsou požadavky.** (15) Tyto třídy jsou:

- **Třída 0 (C0):** Drony do 250 gramů s omezením rychlosti na 19 m/s.
- **Třída 1 (C1):** Drony do 900 gramů.
- **Třída 2 (C2):** Drony do 4 kg.

- **Třída 3 (C3):** Drony do 25 kg, které nelétají nad lidi.
- **Třída 4 (C4):** Drony do 25 kg, které mohou létat nad lidi.

Třídy C1 až C4 vyžadují, aby dron měl určité bezpečnostní funkce, jako je schopnost automatického přistání v případě ztráty signálu nebo systémy, které omezují let v určitých oblastech. (16)



Obrázek 2: Třídy dvou kategorií dronů

Zdroj: (15)

3. Přehled bezpilotních prostředků

Bezpilotní prostředky, často označované jako UAV (Unmanned Aerial Vehicles) nebo jednoduše jako drony, představují široké spektrum letounů, které mohou operovat bez přítomnosti lidské posádky na palubě. S rozvojem technologie a pokrokem v oblasti automatizace, senzorických systémů a zpracování dat se bezpilotní prostředky staly klíčovým prvkem v mnoha průmyslových, vojenských a civilních aplikacích. Od jednoduchých hraček pro osobní zábavu po vysoce specializované systémy určené pro průzkum, zemědělství, záchranné operace a vojenské mise, bezpilotní prostředky přinášejí revoluci v mnoha aspektech našich životů. Tento článek se zaměřuje na klasifikační znaky bezpilotních prostředků, které jsou nezbytné pro pochopení jejich rozmanitých funkcí a možností využití.

Hlavní klasifikační znaky podle profesora Nikisheva jsou (3):

1. Typ účelu:

- Víceúčelové drony: Flexibilní modely schopné provádět různé typy úkolů, jako je fotografování, videografie nebo lehké doručování.
- Speciální účely:
 - Průzkumné drony: Specializované na sběr dat a informací z obtížně dostupných nebo nebezpečných oblastí.
 - Pozorovací drony: Využívané pro dohled nad velkými areály, protesty, nebo pro sledování divoké zvěře.
 - Dopravní drony: Navržené pro přepravu zboží a materiálů, často ve městských a příměstských oblastech.

2. Násobnost aplikace:

- Opakovaně použitelné: Drony navržené pro mnohonásobné použití s dlouhou životností.
- Jednorázové: Drony, které jsou určeny pro jedno specifické použití, například pro jednorázové průzkumné mise v nebezpečných oblastech.

3. Způsob startu:

- Letištní start: Vyžadují dráhu nebo specifické vybavení pro start a přistání.
- Bezaerodromový start: Využívají různé metody pro start z omezeného prostoru, včetně:
 1. Start z rampy: Především u pevnokřídlných dronů.
 2. Plošiny: Platformy umožňující vzlet vertikálně vzlétajících dronů.

3. Spouštěče nosiče: Pro drony, které jsou vypouštěny z jiného letounu nebo vozidla.

4. Způsob vrácení:

- S přistáním na letišti pomocí podvozku: Tradiční přistání vhodné pro drony s pevnými křídly.
- Volný seskok padákem: Používá se v některých speciálních operacích, kde je nutné rychlé doručení nákladu.
- Pád na záhytku: Bezpečné přistání pomocí záchytných zařízení, obvykle na lodích nebo v omezených prostorách.
- Návrat na padák: Bezpečné vrácení dronu, často používané ve vojenských a průzkumných operacích.

5. Vzletová hmotnost:

- Do 5 kg (mikro třída): Obvykle pro amatérské a rekreační použití.
- Do 25 kg (malá třída): Profesionální drony pro fotografii, videografii a lehké průmyslové aplikace.
- 25-150 kg (lehká třída): Těžší komerční a speciální účely.
- 150-750 kg (střední třída): Velké, často vojenské nebo specializované drony.
- 750-15 000 kg (těžká třída): Největší drony, včetně těch, které mohou přepravovat velké náklady nebo vykonávat specifické úkoly, jako je hašení požárů. (3)

3.1 Rozdělení bezpilotních prostředků

Bezpilotní letouny je obtížné kategorizovat, protože mají velmi odlišné vlastnosti. Tato rozmanitost vyplývá z množství konfigurací a součástí UAV. Výrobci zatím nejsou omezeni žádnými normami. V důsledku toho dnes neexistují žádné požadavky leteckých regulačních orgánů na to, jak by měl být bezpilotní letoun vybaven.

Ale můžeme rozebrat typy dronů podle několika hlavních kritérií, jako jsou typ konstrukce účel využití a podle velikosti.

Podrobnější rozdělení dronů podle typu konstrukce:

Samotné drony:

Drony s pevnými křídly: Tyto drony se podobají malým letadlům a mají křídla, která generují vztlak pro let. Nabízí obvykle nejdelší dolet a nejvyšší rychlost ze všech typů dronů, ale jsou méně obratné a hůře se ovládají v porovnání s multikoptéry. Jsou ideální pro rozsáhlé mapování a průzkum.

Vrtulníkové drony (Koptéry):

Trikoptéry: Mají 3 vrtule a obvykle se používají pro zábavu a akrobatické létání. Jsou méně stabilní než kvadroptéry, ale za to jsou obratnější a kompaktnější.

Kvadroptéry: Nejrozšířenější typ dronů s 4 vrtulemi. Nabízí stabilní a snadno ovladatelný let, proto jsou ideální pro začátečníky a pro širokou škálu aplikací, jako je fotografování, natáčení videa a monitorování.

Hexakoptéry: Mají 6 vrtulí a nabízí větší stabilitu a nosnost než kvadroptéry. Jsou vhodné pro profesionální aplikace, které vyžadují delší letový čas a možnost nést těžší payload (užitečné zatížení).

Oktokoptéry: Mají 8 vrtulí a jsou nejstabilnější a nejnosnější ze všech typů dronů. Používají se pro náročné profesionální aplikace, jako je zvedání těžkých předmětů a průzkum v náročných podmínkách.

Hybridní drony: Kombinují vlastnosti samolétních a vrtulníkových dronů. Nabízí vertikální vzlet a přistání jako koptéry a zároveň delší dolet a vyšší rychlost jako drony s pevnými křídly. Jsou ideální pro aplikace, které vyžadují kombinaci obou typů letů, například pro inspekci infrastruktury nebo doručování zásilek.



Obrázek 3: Ukázka dronů podle typu konstrukce

Zdroj: Vlastní zpracování podle (17), (18), (10), (19), (20)

Kromě výše uvedených typů existuje i mnoho dalších specifických konstrukcí dronů, které se vyvíjejí pro různé účely. Například drony s VTOL (Vertical Take-Off and Landing) systémem, které dokáží vzlétat a přistávat vertikálně, a drony s pevnými křídly a skládacím designem pro snadnou přepravu.

Dále můžeme rozdělit drony podle účelu na vojenské a civilní.

Vojenské drony jsou speciálně navrženy a vybaveny pro různé vojenské úkoly, jako je průzkum, sledování, vedení palby, elektronický boj a transport. Liší se od civilních dronů robustnější konstrukcí, pokročilými senzory a systémy, a možností nést výzbroj. Používají se v bojových

zónách i v mírových operacích pro shromažďování informací, podporu pozemních vojsk a ochranu infrastruktury.

Mezi běžné typy vojenských dronů patří malé průzkumné drony, bezpilotní bojové letouny (UCAV) a velké transportní drony.

Civilní drony:

Používají se pro širokou škálu nevojenských účelů v různých průmyslových odvětvích a oblastech. Mezi nejčastější aplikace civilních dronů patří:

- Fotografování a natáčení videa: stávají se populárním nástrojem pro fotografy a kameramany pro zachycení úchvatných záběrů z ptačí perspektivy.
- Zemědělství: používají se pro monitoring plodin, zavlažování, hnojení a postřik pesticidů.
- Doručování: testují se pro doručování zásilek, léků a dalších předmětů do odlehlých oblastí nebo v náročných terénech.
- Inspekce: drony se používají pro kontrolu infrastruktury, jako jsou mosty, věže a elektrárny.
- Vyhledávání a záchrana: pomáhají záchranným týmům při vyhledávání ztracených osob a posuzování škod po katastrofách.
- Výzkum a vývoj: používají se pro vědecký výzkum v oblasti geologie, archeologie, životního prostředí a dalších oborů.

Kromě výše uvedených příkladů se civilní drony používají i v mnoha dalších oblastech, jako je stavebnictví, zábava, realitní trh a závody.



Obrázek 4: Oblasti využití civilních dronů

Zdroj: vlastní

Drony lze dále rozdělit podle velikosti a vytrvalosti:

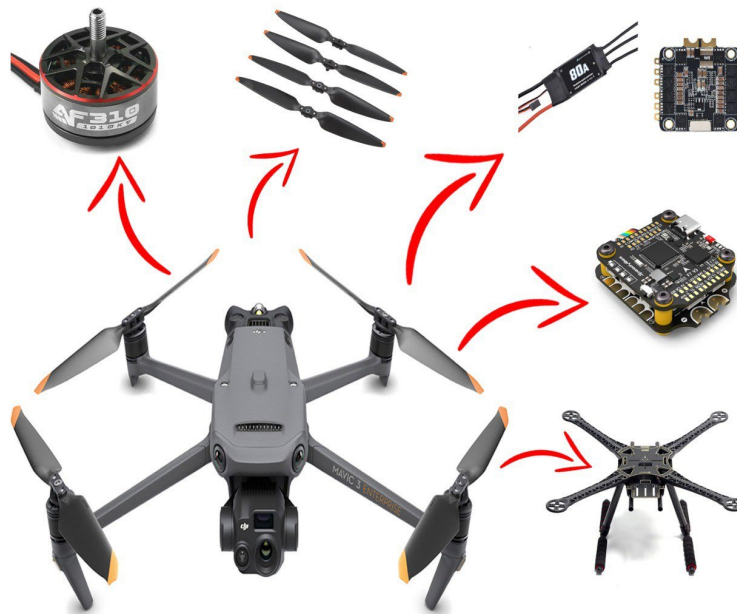
- **Velmi malé drony (Nano):** Tyto drony mají rozměr menší než 15 cm a váhu do 200 gramů. Jsou vhodné pro vojenské sledování.
- **Malé drony:** S rozměry do 30 cm a hmotností do 1 kg, tyto drony se používají pro rekreační fotografii a inspekce vybavení.
- **Střední drony:** S rozměry do 120 cm a váhou do 20 kg, střední drony se využívají pro profesionální aplikace a amatérskou fotografii.
- **Velké drony:** Přesahující 120 cm v délce a váhu 20 kg, tyto drony se využívají pro vojenské účely nebo komerční aplikace, jako je doručování nebo filmování. (21)

3.2 Konstrukce bezpilotních prostředků

Určitě konstrukce a funkce dronů pro videozáznamy se výrazně liší od vojenských bezpilotních letounů. Ale na příkladu běžného kvadrokoptéru můžeme lépe pochopit základní principy fungování těchto zařízení. Kvadrokoptéra je typ dronu se čtyřmi motory, kde každý motor pohání jednu vrtuli. Tento uspořádání motorů umožňuje dronu dosáhnout lepší stability a manévrovatelnosti ve vzduchu.

Hlavní komponenty kvadrokoptéry zahrnují:

- **Motory a vrtule:** Každá vrtule je poháněna svým vlastním motorem. Motor je základním prvkem, který umožňuje dronu vzlet a pohyb ve vzduchu.
- **Regulátory otáček:** Tyto komponenty řídí rychlost každého motoru, což ovlivňuje rychlost, stabilitu a směr letu.
- **Rám:** Poskytuje fyzickou strukturu dronu a udržuje všechny komponenty pohromadě.
- **Řídicí jednotka:** Tento centrální systém, umístěný ve středu rámu, zahrnuje procesory a senzory (akcelerometr, gyroskop), navigační systémy (GPS), a další řídicí mechanismy, které spravují všechny aspekty letu dronu na základě signálů přijímaných od ovladače. (22)



Obrázek 5: Komponenty dronů

Zdroj: (23), (24), (25), (26), (27)

Princip fungování dronu je založen na komunikaci mezi ovladačem a řídicí jednotkou dronu. Ovládací signály, které pilot odesílá z ovládacího panelu, jsou přijímány řídicí jednotkou umístěnou na dronu. Tato jednotka pak zpracovává příkazy a přenáší instrukce motorům. Každý motor je vybaven regulátorem otáček, který přesně upravuje rychlost otáčení příslušných vrtulí. Tato regulace umožňuje dronu změnit výšku, směr letu nebo udržovat stabilitu ve vzduchu. Celý proces je dynamický a vyžaduje neustálou komunikaci a koordinaci mezi všemi systémy dronu, což zajišťuje jeho efektivní a bezpečný provoz.

4. Základy Integrovaného záchranného systému

Integrovaný záchranný systém (dále jen IZS) je koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. IZS není organizace v podobě instituce, ale vyjádřením pravidel spolupráce. IZS se dělí na dvě části, základní složky a složky ostatní. (28)

Hlavní účel IZS spočívá ve zvyšování efektivity při reakci na mimořádné události prostřednictvím koordinovaného působení a vzájemné spolupráce jeho složek. (29) Jeho základními cíli jsou ochrana životů a zdraví obyvatelstva, ochrana majetku, a také minimalizace negativních dopadů vyplývajících z mimořádných událostí na společnost a životní prostředí. Systém je navržen tak, aby umožnil rychlou a efektivní mobilizaci zdrojů a kapacit, které jsou nezbytné pro adekvátní řešení široké škály nepředvídatelných situací, od přírodních katastrof po technologické havárie či teroristické útoky.

4.1 Historie IZS

IZS byl v České republice zřízen v roce 2000 zákonem č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. Jeho základy však sahají do roku 1993, kdy byl schválen zákon č. 45/1993 Sb., o civilní ochraně. (30)

Hlavní principy IZS

IZS je založen na několika základních principech:

- Integrace: Spolupráce a koordinace všech složek IZS při řešení mimořádných událostí.
- Subsidiarita: Řešení mimořádných událostí na nejnížší možné úrovni.
- Decentralizace: Řízení záchranných a likvidačních prací v místě mimořádné události.
- Specializace: Využití specializovaných sil a prostředků jednotlivých složek IZS.

Spolupráce a koordinace mezi složkami IZS jsou nezbytné pro účinné fungování celého systému. Každá složka má při reakci na mimořádné události své specifické úkoly, ale jejich společným cílem je minimalizovat dopady těchto událostí na společnost a zajistit rychlou a efektivní pomoc všem postiženým.

4.2 Složky IZS

Tato kapitola rozebírá důležitost detailního zkoumání složek Integrovaného záchranného systému (IZS), než přejdeme k analýze možností jejich využití v různých částech tohoto systému. Porozumění jedinečným funkcím a úkolům, které vykonávají jednotlivé komponenty IZS, je klíčové pro efektivní implementaci technologií bezpilotních letounů v rámci této systému. Každý prvek IZS – od hasičských sborů a zdravotnických služeb po policii a vojenské jednotky – má své specifické potřeby a výzvy, což přímo ovlivňuje výběr typu a konfigurace dronů pro jejich úkoly.

Důraz na předběžnou analýzu komponent IZS je motivován potřebou přistupovat k otázce integrace dronů s maximální efektivitou. Různé typy dronů – od malých taktických dronů určených pro průzkumné mise a monitoring, po velké nákladní drony schopné doručovat zdravotnické potřeby nebo hašení požárů – nabízejí široké možnosti pro posílení efektivity IZS. Nicméně úspěšná integrace těchto technologií vyžaduje důkladné porozumění jak celkové struktuře systému, tak specifickým úkolům, které stojí před jeho jednotlivými částmi.

Takto cílem tohoto úvodu je připravit půdu pro hlubokou analýzu interakce mezi IZS a drony, vycházející z předpokladu, že diferencovaný přístup k pochopení funkcí různých prvků IZS umožní nejvíce rozvinout potenciál dronů v kontextu zvýšení bezpečnosti a operativní efektivity. V dalším textu se studie nejenže snaží popsat různorodost existujících bezpilotních letounů, ale také analyzovat jejich potenciální přínos pro každou ze složek IZS, s ohledem na unikátní požadavky a příležitosti, které každá z nich představuje.

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, složky IZS se dělí na základní a ostatní.

Základními složkami IZS jsou:

1. Hasičský záchranný sbor České republiky (HZS ČR)

Hasičský záchranný sbor České republiky je profesionální záchranný sbor, který zajišťuje ochranu životů, zdraví a majetku před požáry a jinými mimořádnými událostmi. HZS ČR disponuje širokou škálou techniky a vybavení pro zvládnutí různých typů událostí, od hašení požárů a dopravních nehod až po záchranu osob z výšek a hlubin. Je rozdělen na krajské ředitelství a územní odbory.

2. Zdravotnická záchranná služba (ZZS)

Úkolem zdravotnické záchranné služby je poskytování akutní přednemocniční péče osobám zasaženým mimořádnou událostí nebo krizovou situací. ZZS zajišťuje ošetření zraněných na místě události, jejich stabilizaci a převoz do zdravotnického zařízení. Tato služba je vybavena moderními záchrannými vozidly a specializovaným zdravotnickým materiálem, což umožňuje efektivní poskytování první pomoci a další nezbytné lékařské intervence v terénu. ZZS je rozdělena na krajské záchranné služby.

3. Policie České republiky (PČR)

Policie České republiky (PČR) hraje klíčovou roli v rámci IZS zejména při zajišťování veřejného pořádku, ochrany majetku a vyšetřování příčin mimořádných událostí. PČR je také zodpovědná za evakuaci obyvatelstva z ohrožených oblastí, zajištění komunikace a koordinaci s ostatními složkami IZS. Kromě toho policie spolupracuje s dalšími bezpečnostními složkami v boji proti terorismu a při prevenci kriminálních činností souvisejících s mimořádnými událostmi. Policie České republiky disponuje širokou škálou specializovaných jednotek, včetně pyrotechnických, potápěčských a vyjednávacích týmů, které mohou být nasazeny v různých fázích zásahu. Důležitou součástí její činnosti je také spolupráce s občanským sektorem a podpora komunity v rámci připravenosti na mimořádné události.

Ostatní složky IZS:

- obecní policie,
- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- ostatní bezpečnostní sbory,
- ostatní záchranné sbory,
- orgány ochrany veřejného zdraví,
- havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- nařízení civilní ochrany,
- neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

Ostatní složky IZS poskytují při záchranných a likvidačních pracích plánovanou pomoc na vyžádání. V době krizových stavů se stávají ostatními složkami IZS také poskytovatelé lůžkové péče, kteří mají zřízen urgentní příjem (netýká se poliklinik). Do ostatních složek IZS patří Horská služba, Český červený kříž, Záchranná brigáda kynologů, Vodní záchranná služba, a další subjekty. (28)

Kraj ČR	Typ události							Počet událostí		
	Požár	Dopravní nehoda	Únik neb. chem. látky	Technická havárie	Radioční hav. a nehoda	Ostatní mim. události	Planý poplach	Mimořádné	Neemergentní	Celkem
Hlavní město Praha	2 071	1 266	897	5 874	0	41	1 773	11 922	883	12 805
Středočeský	2 647	4 193	1 102	9 868	0	8	1 232	19 050	618	19 668
Jihočeský	1 170	1 584	413	8 438	0	5	637	12 247	973	13 220
Plzeňský	1 167	1 729	710	6 818	0	24	692	11 140	738	11 878
Karlovarský	677	877	464	3 901	0	17	435	6 371	620	6 991
Ústecký	1 698	1 490	977	6 402	1	2	1 088	11 658	1 281	12 939
Liberecký	807	1 352	566	4 272	0	37	398	7 432	324	7 756
Královéhradecký	818	1 623	539	4 921	0	1	544	8 446	295	8 741
Pardubický	779	1 358	403	5 824	0	0	580	8 944	874	9 818
Kraj Vysočina	837	1 568	365	8 077	0	39	633	11 519	738	12 257
Jihomoravský	1 604	2 693	601	8 107	0	36	1 101	14 142	2 377	16 519
Olomoucký	863	1 300	408	4 922	0	21	408	7 922	1 152	9 074
Zlínský	658	1 149	282	3 608	1	50	495	6 243	725	6 968
Moravskoslezský	1 953	1 859	750	10 540	0	68	1 498	16 668	6 330	22 998
Celkem	17 749	24 041	8 477	91 572	2	349	11 514	153 704	17 928	171 632

Obrázek 6: Počet mimořádných událostí za rok 2023

Zdroj: (31)

Tato tabulka poskytuje přehled počtu událostí každého kraje podle typů. Za rok se stane 171632 nehod, přičemž 153704 je mimořádné, což naznačuje že spolupráce a koordinace všech částí je velmi důležitým faktorem.

5. Využití bezpilotních prostředků v IZS

V posledních letech drony zásadně změnil přístup k řízení a reakci na krizové situace díky své schopnosti rychle a efektivně sbírat data a zasahovat v těžko přístupných oblastech. Tato kapitola zkoumá, jak dronová technologie umožňuje IZS efektivnější koordinaci záchranných a havarijních operací, zlepšuje komunikaci mezi záchrannými složkami a snižuje rizika pro záchranné týmy. Drony, které jsou nyní nezbytnou součástí moderních záchranných strategií, poskytují rychlé reakce a důležité vizuální informace v reálném čase. Prozkoumáme specifické typy dronů používané hasiči pro průzkum a monitorování rozsáhlých požárů, policie pro dohled nad veřejným pořádkem a zdravotnické služby pro rychlé doručení zdravotnického materiálu v kritických situacích, a zaměříme se na klíčové příklady jejich užití, výhody a výzvy spojené s jejich integrací do IZS.

5.1 Boj proti zločinu pomocí dronů

Žijeme v době technologií a inovací a to, co se nám dříve zdálo nemožné, se dnes uplatňuje v každodenním životě, včetně využití dronů. Bezpečnostní služby a policie si samozřejmě nemohly nechat ujít tak užitečný vynález, jakým jsou drony. Drony aktivně využívají policisté po celém světě k plnění nejrůznějších úkolů. Jedná se o nepřetržité natáčení videa shora za účelem sledování aktuální situace na silnicích, dále o bezpečnostní ochranu při veřejných akcích a pátrání po pohřešovaných osobách, letecký průzkum při speciálních operacích a mnoho dalšího. Koneckonců koptéra může být nejen „očima“ a „ušima“ strážců zákona a provádět letecké snímkování nad chráněným prostorem. Policejní kvadrokoptéra může na palubu vzít i několik kilogramů užitečné váhy, může být vybavena některým z typů nesmrťících zbraní nebo sítí pro zachycení svých „bratrů“ nelegálně pronikajících do objektů s uzavřeným režimem.

Drony vybavené termovizními kamerami umožňují účinné sledování i v noci. Jsou malé, nenápadné a tiché a představují ideální špiony pro policii. Optika s dobrým rozlišením umožňuje pořizovat vysoce kvalitní fotografie a videa, na kterých jsou vidět i ty nejmenší detaily. Například poznávací značky na autě zločince. Nebo tetování na jeho paži a podle pravopisných chyb ve slovech rychle identifikovat chuligána.

Nejperspektivnější oblastí využití koptéry je vymáhání práva ve znevýhodněných oblastech moderních velkoměst, kam je pro běžného policistu bez krytí speciálních jednotek nebezpečné

vstoupit. Letecké snímky z koptér pomohou včas odhalit pogromy a pouliční nepokoje. Úkolem malých a obratných bezpilotních letounů je prozatím předávat aktuální informace o situaci v nebezpečných oblastech. Dříve se k tomuto účelu používaly hlídkové vozy, což nebylo pro strážce zákona vždy bezpečné. Drony tento nelehký úkol převezmou, ale pasivní role pozorovatelů jim nestačí. V budoucnu se očekává, že policistům budou při kontrole davu pomáhat kvadrokoptéry vybavené nesmrtícími zbraněmi.

V dnešní době policisté používají jak kompaktní kvadrokoptéry připravené k letu, tak i složité multifunkční letové platformy a bezpilotní systémy. Shrňme hlavní typy úkolů prováděných pomocí dronů bez ohledu na denní dobu a povětrnostní podmínky:

- Hlídkování a sledování rozsáhlých oblastí;
- vyhledávání a detekce osob pomocí termovizního snímání;
- Kontrola dodržování pořádku na veřejných akcích;
- monitorování dopravní situace a analýza míst dopravních nehod;
- koordinace policejních akcí ze vzduchu. (1)

Výhody kvadrokoptéry pro policii:

Diskrétnost a nízká hlučnost. Na rozdíl od vrtulníku nevytvářejí elektromotory dronu velký hluk. Kvadrokoptéra také nebude svým zvukem rušit občany při veřejných akcích.

Použití v městských podmínkách. Policejní vrtulníky mají omezenou výšku letu a volnost manévrování v husté výškové zástavbě. Dron nejenže volně létá mezi budovami, ale je schopen vzlétnout i přímo z míst uvnitř sídliště.

Operační účinnost a rychlost. Doba nasazení kvadrokoptéry je několik minut, vejde se do kufru auta a je vždy připravena k použití v zájmu policie.

Není třeba specializovaných odborníků. Drony jsou tak snadno ovladatelné, že vyžadují minimum specializovaných znalostí, je možné přeškolenat a zvyšovat kvalifikaci zaměstnanců bez nutnosti brát si volno ze služby.

Multifunkčnost a modularita. Prvky užitečného zatížení, jako jsou kamery, termokamery, reflektory a reproduktory, lze nainstalovat během několika minut, což umožňuje konfiguraci dronu pro konkrétní úkol.

Snadnost a nízké provozní náklady. Vícevtulové letouny nevyžadují prakticky žádnou pravidelnou údržbu, náhradní díly jsou instalovány přímo ve firmě a aktualizace softwaru jsou k dispozici každému sebevědomému uživateli PC.

5.2 Drony pro pátrání, záchranu a pomoc

Před několika lety se několik zemí současně pokusilo využít drony při pátracích a záchranných operacích. Výsledky byly působivé. Jak se ukázalo, drony lze využít nejen k leteckému snímkování a monitorování situace v nebezpečných oblastech – jejich možnosti jsou mnohem širší. (32) Zkušenosti se rychle ujaly a nyní se kvadrokoptéry účastní záchranných operací po celém světě.

Televizní záběry v nás obvykle vyvolávají dojem, že příští mimořádná událost – hurikán, povodeň, rozsáhlý požár – zahrnuje početné jednotky speciálních služeb, vrtulníky a letadla a další závažnou techniku. Ne vždy však takové vybavení pomáhá při řešení problémů, zejména pokud je vyžadován přístup do těžko dostupných oblastí, rychlost analýzy a rozhodování. Použití pilotovaného letectva představuje také riziko pro život a zdraví pilotů. Pokud to situace umožňuje, jsou drony schopny lépe plnit své úkoly. Jednak umožňují rychlejší vyhodnocení situace v oblasti katastrofy a jejího rozsahu, a tedy i rychlejší rozhodování adekvátní situaci. Za druhé, často není nic jiného než bezpilotní letouny, které mohou vyřešit úkol hledání přeživších v oblasti katastrofy. Obtížný terén nebo hromady trosk mohou pod sebou skrývat zraněné a oslabené osoby. Dron vybavený termovizní kamerou a dalším vybavením je může najít. Vedoucí operací a zasahující pracovníci mohou získat všechny potřebné informace v reálném čase. Zkracuje se tak čas na pomoc obětem a snižuje se riziko ohrožení zdraví a života záchranářů.

Účinnost této techniky již byla prokázána v praxi. Jednotky ministerstva pro mimořádné situace a další záchranné služby aktivně zavádějí bezpilotní letouny pro pátrací a záchranné operace a využívají je spolu s dalším vybavením. Díky vysoké kvalitě, spolehlivosti a odolnosti jsou bezpilotní letouny použitelné pro širokou škálu úkolů nebezpečných pro člověka.

Příklady využití dronů v záchranných službách:

- Vyhledávání a záchrana osob v oblastech přírodních katastrof a mimořádných událostí;
- Fixace informací o místech mimořádných událostí za účelem rozhodování o jejich odstranění;

- Vytváření kartografického obrazu území zasaženého katastrofou;
- Poskytování první pomoci zraněným s dodávkou léků a nezbytných zásob;
- Dohled nad činností záchranných služeb za účelem koordinace společných akcí;
- Provádění prací v noci, kdy je vážně ztíženo použití jiných zařízení. (1)

Lze shrnout, že použití kvadrokoptér při pátracích a záchranných operacích nabízí značné výhody, především díky vysoké rychlosti a přesnosti výsledků. Vzhledem k tomu, že při použití vzdušného dopravního prostředku se výrazně zkracuje doba pátrání. Zároveň mohou bezpilotní letouny detekovat objekty i na těch nejobtížněji přístupných místech. Díky své manévrovatelnosti a schopnosti operovat v malých výškách jsou ideální pro použití v městském prostředí, které není pro vrtulníky s posádkou dostupné. Důležité je také provádění misí v epicentru katastrofy bez rizika pro personál a detekce mimo viditelné spektrum. Vzhledem k tomu, že je dron řízen dálkově, není nutné, aby specialista při kontrole oblasti katastrofy ohrožoval svůj život. pomocí termovize najdete osoby a objekty, které nejsou viditelné vizuální kontrolou a standardním optickým zobrazením. Kromě toho může být dron vybaven světlometem pro práci ve tmě. také nemůžeme opomenout význam ekonomického faktoru, protože drony se vyznačují nízkými náklady na provoz, hlavní důvod – absence velkého počtu mechanických částí v konstrukci multikoptéry, podléhajících opotřebení. Kvalifikovaný operátor bezpilotního letounu je díky využití automatizace schopen provádět několik činností současně. To znamená, že při zachování všech ostatních podmínek bude k provedení úkolu zapotřebí méně lidí, což zjednodušuje koordinaci.

5.3 Drony pro hasiče a záchranáře

Bezpilotní letadla, obzvláště kvadrokoptéry, jsou pro hasiče a záchranáře neocenitelným nástrojem, který zásadně mění způsob, jakým jsou prováděny záchranné a hasicí operace.

Rychlá detekce a lokalizace požárů je nejdůležitějším úkolem záchranných složek. Výčet hlavních úkolů zahrnuje:

- Operativní vyhledávání a lokalizace zdrojů požáru pomocí termovizního snímkování;
- kontrola situace a koordinace hasičských jednotek;
- hlídkování v lesích s cílem zabránit vzniku a šíření požáru, pokud již požár vznikl;
- plánování bezpečných tras pro pohyb hasičských a záchranných týmů;
- pátrání a záchrana, koordinace akcí na pomoc obětem.

Požární kvadrokoptéra pomáhá zachraňovat životy, minimalizuje rizika pro pracovníky záchranných služeb a minimalizuje celkové náklady na pátrací a záchranné činnosti a hašení požárů.

Při hašení požárů je velmi důležité posoudit celkovou situaci, v takovém případě může být kvadrokoptéra nejlepším a někdy jediným způsobem, jak prozkoumat celou oblast požáru a okolí pro plánování záchranných služeb. Termokamera dokáže odhalit požár v jeho nejranější fázi, i když plameny nejsou vidět pouhým okem. Termovizní zařízení instalované na dronu umožní podrobně prozkoumat objekt požáru a zahájit jeho likvidaci. V případech, kdy se počítají vteřiny, je prodleva nepřijatelná. V tomto ohledu jsou výhody moderních dronů oproti letadlu nebo vrtulníku s posádkou nesporné. Vždyť ke vzletu je vhodné jakékoli místo a předletová příprava operátorovi zabere jen několik minut.

Jak již bylo zmíněno, kvadrokoptéry jsou vybaveny termovizními kamerami, které umožňují detekci požárů v jejich nejranějších fázích. Tato technologie je klíčová pro rychlou a efektivní reakci na požární nebezpečí, neboť umožňuje hasičským jednotkám získat přehled o situaci dříve, než se požár rozšíří do větších rozměrů.

Další výhodou použití UAV je jejich schopnost operovat v obtížně přístupných nebo nebezpečných oblastech, jako jsou husté lesy nebo horské terény. Drony mohou být nasazeny pro průzkum těchto oblastí, což pomáhá v předcházení požárům nebo v rychlé reakci v případě již vzniklého požáru. Kvadrokoptéry také umožňují hasičům plánovat bezpečné trasy pro evakuaci obyvatelstva a pohyb záchranných týmů.

Kromě průzkumu a detekce požárů mohou být drony využity pro přímé hašení menších ohnisek. Některé modely jsou vybaveny zařízeními, které umožňují vypouštění vody nebo retardérů, což přináší nové možnosti pro řízení požárů z bezpečné vzdálenosti.

V neposlední řadě UAV přináší zásadní výhody v koordinaci záchranných operací. Drony jsou schopné rychle přenášet záběry a data zpět do operačního střediska, což umožňuje záchranným týmům efektivnější koordinaci a lepší rozhodování v reálném čase. To je obzvláště důležité v chaotických situacích, kde každá sekunda může znamenat rozdíl mezi životem a smrtí. Jsou vybaveny kamerami a senzory, které umožňují identifikovat a lokalizovat oběti v těžko přístupných oblastech, jako jsou zříceniny budov po zemětřesení nebo zaplavené regiony. Díky UAV mohou záchranné týmy získávat živé záběry a data o situaci, sledovat požáry,

záplavy nebo jiné přírodní katastrofy a efektivně plánovat záchranné a evakuační akce. Drony také zlepšují komunikaci mezi různými složkami záchranných týmů tím, že slouží jako mobilní komunikační uzly, zajišťují plynulý tok informací a umožňují koordinovat zásahy v reálném čase. V neposlední řadě, UAV zvyšují bezpečnost záchranných týmů tím, že minimalizují potřebu vysílat osoby do extrémně nebezpečných oblastí a umožňují provádět průzkum a monitorování z bezpečné vzdálenosti. Integrace dronů do záchranných operací tak zásadně zlepšuje reakční schopnosti, efektivitu a bezpečnost záchranných týmů v kritických situacích.

Závěrem, využití UAV v požární ochraně a záchranných operacích je přelomové nejen z hlediska technologického pokroku, ale také z hlediska zlepšení bezpečnosti, efektivity a nákladové efektivnosti. Integrace bezpilotních letadel do standardních operací záchranných složek je příkladem, jak moderní technologie může přinášet zásadní zlepšení v ochraně životů a majetku.

6. Případové studie

V této kapitole se zaměříme na prozkoumání konkrétních studií případů, které zdůrazňují úlohu a přínosy dronů v oblasti integrovaných záchranných systémů (IZS). Bezpilotní letadla přinášejí revoluční možnosti pro zlepšení efektivity, rychlosti a bezpečnosti záchranných a krizových operací. Díky své schopnosti operovat v náročných a často nebezpečných podmínkách, kde by bylo nasazení lidí obtížné nebo riskantní, se drony stávají neocenitelným nástrojem v rukou hasičů, zdravotnických služeb, policie a dalších složek IZS. Každá případová studie představí specifické situace, kde bylo nasazení dronů klíčové, a poskytne vhled do technických, operativních a strategických aspektů jejich použití. Cílem je nejen zdokumentovat tyto případy, ale i ukázat potenciál pro budoucí vývoj a integraci dronů do standardních operací IZS. Tato kapitola nabídne komplexní pohled na dynamický vývoj v oblasti využití dronů pro potřeby záchranných služeb a poukáže na to, jak mohou technologické inovace přinášet reálné zlepšení v ochraně životů a majetku v krizových situacích.

6.1 Pátrací a záchranné mise

Pátrací a záchranné mise s využitím dronů představují rychle se rozvíjející oblast, kde technologie UAV nabízí zásadní zlepšení efektivity a bezpečnosti operací. V této podkapitole se zaměříme na historii, inovativní případy a geografické rozšíření využití dronů v pátracích a záchranných misích.

Jedním z prvních zaznamenaných využití dronů v reálných záchranných operacích byla reakce na hurikán Katrina, který v roce 2005 zasáhl jihovýchodní pobřeží Spojených států. Katrina, jedna z největších přírodních katastrof v historii USA, přinesla rozsáhlé záplavy, zejména v oblasti New Orleans. V této situaci byly drony nasazeny k průzkumu a mapování záplavových oblastí, což bylo kritické pro koordinaci záchranných a evakuačních operací. Drony poskytovaly vzdušné snímky, které umožnily záchranářům lépe pochopit rozsah škod a identifikovat oblasti, kde byla pomoc nejvíce potřebná. Tento případ ukázal, jak mohou drony efektivně pomáhat v situacích, kdy tradiční záchranné metody selhávají nebo jsou příliš pomalé.

S rostoucím poznáním potenciálu dronů pro záchranné účely začaly být tyto technologie více využívány také v dalších zemích a při různých typech katastrof. Příkladem může být využití dronů při zemětřesení v Nepálu v roce 2015, kde pomáhaly v mapování zničených oblastí a v lokalizaci přeživších. V této době země jako USA, Kanada, Švýcarsko a Japonsko jsou předními příklady států, které intenzivně využívají drony v rámci svých záchranných služeb.

Tato země investují značné prostředky do výzkumu a vývoje dronových technologií, aby rozšířily jejich aplikace ve veřejné bezpečnosti a záchranných operacích.

V České republice také začíná využití dronů v pátracích a záchranných misích nabírat na popularitě. Horská služba, hasiči a policie již mají k dispozici několik dronů, které využívají pro vyhledávání ztracených osob v horských oblastech, monitorování dopravních situací, či dokonce pro hledání pohřešovaných osob v rozlehlých lesních a polních oblastech. Jeden z pozoruhodných případů byl z roku 2019, kdy byl dron použit k nalezení ztraceného turistu v Krkonoších během nočního pátrání, což ukázalo velký potenciál těchto technologií pro záchranu životů.

SAR drony

Dnes jsou drony pro pátrání a záchranu, známé také jako SAR (Search and Rescue) drony, nezbytnými nástroji pro týmy rychlého zásahu po celém světě. SAR drony se liší velikostí a schopnostmi, od kompaktních kvadrokoptér, které jsou snadno nasaditelné a ovladatelné v těsných prostorech, až po větší, robustnější hexakoptéry, které mohou nést těžší náklady a provozovat se po delší dobu.

Přestože se tyto drony mohou lišit, obecně sdílejí několik společných charakteristik:

- **Pokročilé senzory a kamery.** SAR drony jsou vybaveny vysoce rozlišovacími vizuálními a termálními kamerami, které dokážou zachytit detailní snímky a detekovat tepelné stopy. Tyto funkce jsou zásadní pro lokalizaci pohřešovaných osob, identifikaci nebezpečí a hodnocení škod v oblastech zasažených katastrofou.
- **Systémy pro komunikaci v reálném čase.** Tyto drony často disponují schopností streamování videa v reálném čase, což umožňuje týmům pátrání a záchrany monitorovat živé záběry z dronu, komunikovat s operátory a rychle činit informovaná rozhodnutí.
- **Odolné provedení.** SAR drony jsou konstruovány tak, aby odolávaly náročným environmentálním podmínkám. Mohou pracovat v extrémních teplotách, silném větru a na náročných terénech, což zajišťuje spolehlivý výkon během kritických misí. (33)

Příkladem takových dronů, které se v současnosti používají, jsou DJI M300 RTK, DJI M30T, DJI Mavic 3 Enterprise, DJI Mavic 2 Enterprise Advanced, DJI Phantom 4 RTK a jiné.

6.2 Monitorování a krizový management

V posledních letech se drony stávají stále více využívaným nástrojem nejen v policejních a bezpečnostních složkách, ale také v soukromých bezpečnostních agenturách a službách pro mimořádné situace a jiných organizacích, kde je potřeba udržovat veřejný pořádek.

Jedním z prvních případů použití dronu v civilních policejních silách v USA bylo v roce 2005, kdy kancelář šerifa v Irwin County v Georgii využila dron s pevnými křídly k asistenci při hledání Tary Grinsteadové, učitelky a bývalé královny krásy. Specialisté na drony z RPFlightSystems, Inc., pod vedením Gene Robinsona, pomocí dronu zmapovali rozsáhlé oblasti, které mohly obsahovat stopy vedoucí k jejímu nalezení. (34) Toto bylo pravděpodobně první použití dronu civilní policií v USA.

Ale aktivní začleňování dronů do práce policie a hasičských jednotek bylo určitou měrou urychleno tragickými událostmi z června 2017, kdy došlo k požáru londýnského mrakodrapu Grenfell Tower, který si vyžádal více než 70 obětí. V té době se v médiích objevily fotografie dronu DJI Inspire, který byl použit při hašení požáru. Tento dron patřil hasičským a záchranným službám v hrabství Kent. (35)

V České republice také se v posledních letech stále častěji setkáváme s využitím dronů v rámci bezpečnostních a záchranných operací. Drony zde nabízejí účinnou pomoc v mnoha různých situacích, od monitorování přírodních katastrof po zajištění veřejného pořádku při velkých akcích. Podívejme se podrobněji na konkrétní příklady, jak jsou drony využívány v České republice.

Povodně v Jihočeském kraji, 2017

V roce 2017 byl Jihočeský kraj postižen rozsáhlými povodněmi, které ohrozily mnohé obytné i průmyslové oblasti. Policie České republiky nasadila drony, aby získala lepší přehled o rozsahu záplav a monitorovala situaci v reálném čase. Díky dronům mohly záchranné týmy efektivněji plánovat evakuace a nasazovat zdroje tam, kde byly nejvíce potřebné. Drony poskytly kritické záběry zasažených oblastí, což umožnilo rychlejší a cílenější reakci na měnící se situaci.

Pátrání po pohřešovaném turistovi v Krkonoších, 2018

V roce 2018 Policie České republiky využila dron k pátrání po pohřešovaném turistovi v Krkonoších. Tato horská oblast je známá svým náročným terénem a proměnlivým počasím, což činí pátrací akce zvláště složité. Dron byl nasazen pro průzkum špatně přístupných míst a zároveň pro monitorování velké oblasti, což by ručním týmům zabralo mnohem více času a energie. Nasazení dronu tak významně přispělo k rychlejšímu nalezení turistu a jeho bezpečnému návratu.

Monitorování demonstrace v Praze, 2019

Během velké politické demonstrace v Praze v roce 2019 byly drony použity k monitorování bezpečnosti a pohybu davu. Drony umožnily policii a bezpečnostním službám získat lepší přehled o situaci a rychle reagovat na jakékoli změny nebo možné narušení veřejného pořádku. Využití dronů také pomohlo koordinovat policejní síly na místě a zajistilo, že demonstrace probíhala klidně a bez větších incidentů.

Dohled nad hranicemi s Německem, 2020

V roce 2020, během období zvýšeného dohledu na hranicích kvůli pandemii COVID-19, využila Policie České republiky drony k monitorování pohybu osob a vozidel na hranicích s Německem. Drony poskytly cenné záběry a informace, které pomohly udržet kontrolu nad přechody hranic a zamezit nelegálním překročením hranice. Toto nasazení ukázalo, jak mohou být drony efektivně využity i v oblasti národní bezpečnosti a při ochraně státních hranic.

Níže je podrobněji popsán několik klíčových charakteristik důležitých pro využití policií:

- **Vysoko kvalitní kamery:** Moderní drony jsou vybaveny vysoko kvalitními kamerami, které umožňují pořizovat extrémně detailní a jasné snímky a videa z místa činu. Tyto kamery mohou mít vysoké rozlišení, dokážou zoomovat na velké vzdálenosti a zachytit detaily, které by mohly být klíčové pro identifikaci pachatelů nebo pro rekonstrukci události. Například, při dopravních nehodách mohou drony snadno získat přehledové záběry, které pomáhají analyzovat situaci a určit příčiny nehody.
- **Termokamery:** Termokamery na dronech umožňují policii vyhledávat osoby v tísni i v obtížných podmínkách, jako je tma nebo hustý kouř při požárech. Tyto kamery detekují teplo vyzařované těly, což umožňuje lokalizovat osoby skryté pohledu běžných kamer. Tato technologie je obzvláště užitečná při pátracích akcích v rozsáhlých nebo

nepřehledných oblastech, kde by manuální vyhledávání bylo časově náročné nebo nebezpečné.

- **Detekce obličejů:** Technologie rozpoznávání obličejů integrovaná do dronů umožňuje policii identifikovat osoby v davu. Tato schopnost je neocenitelná při monitorování velkých shromáždění, demonstrací nebo veřejných akcí, kde je potřeba rychle identifikovat hledané osoby nebo potenciální hrozby. Drony mohou být použity k průběžnému sledování davů a k okamžitému zasílání informací o identifikovaných jedincích do centrály.
- **Analýza dat:** Drony nejenže shromažďují data, ale moderní systémy jsou schopné data z dronů analyzovat a vyhledávat v nich trendy a vzory. Tato analýza může pomoci identifikovat oblasti s vysokým výskytem kriminality, monitorovat změny v určitých lokalitách či efektivně plánovat policejní zásahy. Využití umělé inteligence a strojového učení dále zvyšuje schopnosti dronů automaticky vyhodnocovat obrovské množství obrazových dat, což umožňuje policii rychleji reagovat a přizpůsobovat své taktiky v reálném čase.

6.3 Logistika a distribuce humanitární pomoci

Jedním z prvních dokumentovaných případů použití dronů pro distribuci humanitární pomoci byl po zemětřesení v Nepálu v roce 2015. Drony byly nasazeny k přepravě lékařských potřeb do odlehlých oblastí, které byly zemětřesením silně postiženy a kde byly tradiční dopravní cesty zničené nebo neprůjezdné. Díky dronům bylo možné doručit zásoby rychleji, než kdy byly závislé na pozemních dopravních prostředcích.

V Malawi byl zaveden první humanitární dronový koridor na světě ve spolupráci s UNICEF pro testování a vývoj dronových technologií zaměřených na zlepšení doručování vakcín, sledování epidemií a rychlou reakci na přírodní katastrofy.

Aplikace dronů v distribuci humanitární pomoci

Dodávka léků a vakcín. Drony se staly klíčovým nástrojem pro dodávky léků a vakcín do odlehlých a izolovaných oblastí, kde je omezený přístup k zdravotnickým zařízením. Organizace jako Zipline provozují dronové doručovací služby v afrických zemích, jako jsou Rwanda a Ghana, kde dronové dopravují vakcíny, léky a krevní transfuze přímo do zdravotnických zařízení.

Doprava krve a transplantačních orgánů. Drony se používají k transportu krve a orgánů pro transplantace, což výrazně snižuje čas potřebný k doručení těchto životně důležitých materiálů do nemocnic. Tímto způsobem drony zvyšují šance na záchranu životů a zlepšují výsledky léčebných zákroků.

Distribuce potravin a vody. V oblastech postižených katastrofami, kde je narušena běžná infrastruktura, drony poskytují neocenitelnou službu při distribuci potravin a pitné vody. Tyto letouny mohou rychle a efektivně doručit zásoby do oblastí, které by jinak byly těžko dostupné.

Sledování stavu oblastí postižených katastrofou. Kromě distribuce pomoci drony také zlepšují monitorování a hodnocení potřeb obyvatel v postižených oblastech. Mohou být nasazeny k mapování škod a analýze potřeb obyvatel, což umožňuje humanitárním organizacím plánovat a přizpůsobovat své intervence podle aktuální situace. Díky schopnosti rychle shromažďovat a analyzovat data mohou drony identifikovat nejnaléhavější potřeby a pomoci v cíleném rozmístění zdrojů.

V České republice se využití dronů pro logistiku a distribuci humanitární pomoci teprve rozvíjí. Zatím nejsou běžně používány v těchto oblastech na velkou škálu, ale s rostoucím zájmem o dronové technologie a jejich potenciálním přínosem pro krizové řízení se očekává, že jejich využití se bude rozšiřovat.

7. Případ v České republice

Na základě tragické události, kdy 24. června 2021 zasáhlo jižní Moravu největší tornádo v novodobé české historii, proberu, jak by drony mohly být využity efektivněji a jak by se dalo v záchranné situaci využít jejich schopností pro potřeby integrovaného záchranného systému.

Tornádo prohnalo se Břeclavskem a Hodonínkem a zanechalo po sobě šest mrtvých, desítky zraněných, stovky zdemolovaných domů a více než 1000 poškozených střech. Pět poničených vesnic zůstalo několik dnů bez proudu, plynu a mobilního signálu, záchranné akce a pohyb v obcích komplikovala suť. (36)

Dolů bude popsáno tři vhodné modely dronů, které mohly být použité, a popis jejich schopností, spolu s klíčovými způsoby jejich využití pro potřeby integrovaného záchranného systému:

Modely Dronů:

Specifické modely dronů jsou klíčové pro efektivní reakci na katastrofy. Jedním z příkladů je **DJI Matrice 300 RTK**, který je vybaven dlouhým letovým časem a širokým zorným polem kamer, umožňující rychlý a rozsáhlý průzkum postižených oblastí. Tento model také poskytuje detailní monitoring a vyhledávání osob v troskách díky svým termálním kamerám, což je klíčové pro rychlou reakci záchranných týmů.

Dalším modelem je **DJI Mavic 2 Enterprise**, který se vyznačuje rychlým nasazením a flexibilitou použití díky možnosti připojení různých modulů, jako jsou megafony a osvětlení. Jeho kompaktní a lehká konstrukce umožňuje snadnou manipulaci a rychlé reakce v kritických situacích. Tento dron je ideální pro dokumentaci škod a informování veřejnosti, díky schopnosti pořizovat vysoce kvalitní snímky a videa.

Třetí uvažovaný model, **Parrot ANAFI USA**, nabízí vysoce kvalitní zoom a termální zobrazení, které lze použít k vytváření 3D map postižených oblastí a což je výhodné pro vyhledávání osob v troskách. Jeho lehkost a přenosnost umožňují snadný transport a použití v různých záchranných scénářích, což je zásadní pro efektivní monitorování. Výhody jako dostupná cena a vysoká kvalita obrazu dělají z tohoto dronu významný nástroj pro záchranné operace.



Obrázek 7: Modely kvadrokoptér

Zdroj: Vlastní zpracování podle (37), (38)

Dolů můžete vidět porovnání těchto modelů a jejich podrobné technické charakteristiky a cenu.

	Parrot ANAFI USA	DJI Mavic 2 Enterprise	DJI Matrice 300 RTK
Hmotnost	500 g	905 g	6.3 kg (s baterií)
Rozměry	282 x 373 x 82 mm (rozložený)	322 x 242 x 84 mm (rozložený)	810 x 670 x 430 mm (rozložený)
Maximální vzletová hmotnost	644 g	1100 g	9 kg
Doba letu	32 minut	31 minut	55 minut
Maximální rychlost	55 km/h	72 km/h	82 km/h
Maximální dolet	4 km	10 km	15 km
Kamera	21MP	12MP	960P
Rozlišení videa	4K (60 fps)	4K (30 fps)	5.1K (30 fps)
Stabilizace obrazu	3osá elektronická stabilizace	3osá mechanická stabilizace	3osá mechanická stabilizace
Tepelná kamera	dostupná	dostupná	volitelná
Přenosové pásmo	2.4 GHz až 5.8 GHz	2.4 GHz až 5.8 GHz	2.4 GHz až 5.8 GHz
Maximální výška letu	4500 m	6000 m	5000 m
Rozsah provozních teplot	-33 až 50°C	-10 až 40°C	-20 až 50°C
Cena	224 490 Kč	159 990 Kč	279 000 Kč

Tabulka 1: Technické charakteristiky

Zdroj: (39), (40), (41)

Drony Parrot ANAFI USA, DJI Mavic 2 Enterprise a DJI Matrice 300 RTK mohou hrát klíčovou roli v záchranných operacích. Tyto drony nabízí možnost rychlého průzkumu postižené oblasti, což umožňuje okamžité zhodnocení škod a identifikaci nejvíce zasažených míst. Díky pokročilým sensorům a kamerám mohou tyto drony lokalizovat a sledovat osoby uvězněné ve sutinách, což zásadně zrychluje záchranné operace. Navíc, živé videozáznamy z dronů umožňují koordinátorům na základě efektivněji rozmístit záchranné týmy a zdroje. Po skončení bezprostřední záchranné fáze pak drony usnadňují plánování obnovy tím, že poskytují detailní mapy poškození a průběžně monitorují stav oprav.

V budoucnu drony pomohou při předpovídání tornád. Američtí vědci již použili drony ke sběru meteorologických dat v hurikánové zóně na západě USA. Drony mohou vstoupit do oblastí, kde jsou jiné zařízení omezeny kvůli špatným povětrnostním podmínkám, přičemž jsou levnější a bezpečnější než pilotovaná letadla. Umožňují provádění měření v širokém rozsahu výšek a překrývají větší oblasti než pozemní systémy, což je klíčové pro zkoumání tornád. Tato metoda má potenciál poskytnout důležitá data o formování tornád, což může zlepšit předpovědi a zvýšit připravenost na takové události. V tomto případě budeme používat drony pro predikce, což také je důležité pro záchranu lidského života a prevenci škod. (42)

Závěr

V průběhu této bakalářské práce jsem se zaměřila na ucelený pohled na potenciál využití dronů v rámci integrovaného záchranného systému (IZS), analyzujíc základní aspekty jejich konstrukce, legislativního rámce a aplikací. Bylo zjištěno, že drony mohou významně přispět k rychlejšímu a efektivnějšímu řešení krizových situací díky schopnosti provádět rychlé průzkumy postižených oblastí, efektivní koordinaci záchranných operací a schopnosti doručovat pomoc v reálném čase.

Hlubší pohled na legislativu ukázal, že i přes pokrok ve standardizaci a adaptaci zákonů stále existují bariéry, které omezují plnění potenciálu dronů ve veřejné bezpečnosti. Tato práce zdůrazňuje nutnost dalšího vývoje v technologickém a legislativním rámci, aby bylo možné překonat tyto výzvy a maximalizovat přínos dronů pro společnost.

V praktické části práce byla provedena analýza případových studií, které ukázaly, jak různé typy dronů byly úspěšně použity v operacích IZS, od pátracích a záchranných misí po logistiku a distribuci humanitární pomoci. Každý příklad poskytl důležité lekce o tom, jak drony mohou zlepšit rychlost, bezpečnost a efektivitu záchranných operací.

Výsledky práce jasně ukazují, že integrace dronů do záchranných služeb není pouze možná, ale stává se nezbytností pro moderní záchranné operace. Drony nabízejí unikátní schopnosti, které mohou zásadně transformovat reakce na mimořádné události a zlepšit bezpečnost a efektivitu záchranných týmů.

Seznam zdrojů

1. **Vydavatelstvo AST.** *Drony. Objev světa nebeských technologií.* Moskva : AST, 2023. ISBN 978-5-17-160623-7.
2. **Mikhail Pavlushenko, Gennady Evstafyev, Ivan Makarenko.** *Unmanned aerial vehicles. History, application, threat of proliferation and development prospects.* Moskva : Prava Cheloveka, 2005. ISSN 1605-7147.
3. **V.K, Nikishev.** *BLA- bezpilotní letouny.* Cheboksary : Vydavatelství Čuvašské univerzity, 2020. ISBN 978-5-7677-1739-2.
4. **Unmanned aerial vehicle.** *wikipedia.org.* [Online] [Citace: 20. červen 2024.] https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle.
5. **Books Ngram Viewer.** *Google.com.* [Online] Google. [Citace: 20. červen 2024.] https://books.google.com/ngrams/graph?content=drone%2CUAV&year_start=1800&year_end=2019&corpus=en-2019&smoothing=3.
6. **Mohsan, S.A.H., Othman, N.Q.H., Li, Y.** *Unmanned aerial vehicles (UAVs): practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends.* místo neznámé : Intel Serv Robotics 16, 2023.
7. **Dron kurer triumph gwd h 800t.** *tehnogrup.kz.* [Online] [tehnogrup.kz](https://tehnogrup.kz/drony-i-aksessuary/drony/premium/dron-kurer-triumph-gwd-h-800t). [Citace: 20. červen 2024.] <https://tehnogrup.kz/drony-i-aksessuary/drony/premium/dron-kurer-triumph-gwd-h-800t>.
8. **Podvodní robot FIFISH V6S s 4K UHD kamerou.** *geekbuying.com.* [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://cs.geekbuying.com/item/FIFISH-V6S-Underwater-Robot-with-4K-UHD-Camera-496680.html>.
9. **DJI Agras T40.** *shop.jamcopters.c.* [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://shop.jamcopters.cz/dji-agras-t40/dji-agras-t40-789>.
10. **DJI FPV Drone (Universal Edition).** *djishop.cz.* [Online] DJI shop. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.djishop.cz/dji-fpv-drone-universal-edition.html>.
11. **Zákon č. 49/1997 Sb. *zakonyprolidi.cz.*** [Online] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49>.
12. **Výhlaška č.108/1997 Sb. *zakonyprolidi.cz.*** [Online] [Citace: 13. leden 2024.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-108>.
13. **Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945. *Úřad pro civilní letectví.*** [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.caa.cz/dokumenty/predpisy/zakladni-informace-k-narizenim-eu/bezpilotni-letadla/narizeni-komise-v-prenesene-pravomoci-eu-2019-945/>.
14. **Kategorie provozu UAS. *Úřad pro civilní letectví.*** [Online] <https://www.caa.cz/provoz-stare/bezpilotni-letadla-stara/kategorie-provozu-uas/>.
15. **Označení třídy dronů: Přehled všech dronů se štítkem Cx. *shop.jamcopters.cz.*** [Online] 24. květen 2024. <https://shop.jamcopters.cz/clanky/clanek/oznaceni-tridy-dronu-prehled-vsech-dronu-se-stitkem-cx-8>.
16. **Radek. jak registrovat dron. *vzdusin.cz.*** [Online] <https://www.vzdusin.cz/jak-registrovat-dron>.

17. Minařík, Petr. Kvadrokořtéra Hybrix vydrží ve vzduchu dvě a půl hodiny. *droncentrum.cz*. [Online] 23. únor 2016. [Citace: 20. červen 2024.] <http://www.droncentrum.cz/kvadrokořtera-hybrix-vydrzi-ve-vzduchu-dve-a-pul-hodiny/>.
18. Dron pro zemědělství DJI Agras T30. *dronpro.cz*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://dronpro.cz/dron-pro-zemedelstvi-dji-agras-t30>.
19. Long range reconnaissance drone with fixed wings. *satuav.com*. [Online] SAT. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.satuav.com/vtol-fixed-wing-drone/long-range-reconnaissance-drone-with-fixed.html>.
20. Trikořtéra y6 ares filip adamopulos. *namars.fmk.utb.cz*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://namars.fmk.utb.cz/main/produkty/trikořtéra-y6-ares-filip-adamopulos/>.
21. Different Types of Drones and Uses (2024 Full Guide). *jouav.com*. [Online] 13. březem 2024. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.jouav.com/blog/drone-types.html>.
22. V.S, Yazencov. *Tvůj první kvadrokořtér: teorie a praxe*. Sankt-Peterburg : BHV-Peterburg, 2016. ISBN 978-5-9775-3586-1.
23. Axis flying af310 3010 v2 cinematic drone motor. *newbeedrone.com*. [Online] NewBeeDrone.com. [Citace: 20. červen 2024.] <https://newbeedrone.com/products/axis-flying-af310-3010-v2-cinematic-drone-motor-1010-1210kv>.
24. VBESTLIFE Propeller Toughness Lightweight Quadcořtér. *amazon.com*. [Online] amazon.com. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.amazon.com/VBESTLIFE-Propeller-Toughness-Lightweight-Quadcořtér/dp/B0CNVH3J1R>.
25. Agnihotri, Nikhil. How to select an electronic speed controller for your drone. *engineersgarage.com*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.engineersgarage.com/drone-quadcořtér-esc-selection/>.
26. Drone frame govde. *dronmarket.com*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.dronmarket.com/urun/s500-drone-frame-govde>.
27. SpeedyBee V3 F7 Flight Controller. *amazon.com*. [Online] Amazon.com. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.amazon.com/SpeedyBee-V3-F7-Flight-Controller/dp/B0B5QYXJNT>.
28. Magistrát HMP. Integrovaný záchranný systém. *bezpecnost.praha.eu*. [Online] <https://bezpecnost.praha.eu/clanky/integrovaný-zachranný-system>.
29. Hanuška, Zděnek. Integrovaný záchranný systém, bilance a současnost. *akutne.cz*. [Online] 1. březem 2017. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.akutne.cz/res/publication/000276/01-hanu.pdf>.
30. Josef Vilášek, Miloš fiala a David Vondrášek. *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století*. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2477-8.
31. Statistické sledování událostí v kraji. *hzscr.cz*. [Online] [Citace: 7. květen 2024.] <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-sledovani-udalosti-v-kraji.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>.
32. Bezpilotní letadlo (dron). *tadviser.ru*. [Online] 6. červen 2024. [Citace: 27. červen 2024.] https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB

%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82_(%D0%B4.

33. Drones for search and rescue. *flytbase.com*. [Online] FlytBase Inc., 1. srpen 2023. [Citace: 28. květen 2024.] <https://www.flytbase.com/blog/drones-for-search-rescue>.
34. McGraw, Seamus. Tara grinstead search defened. *crimelibrary.org*. [Online] 15. březen 2006. [Citace: 10. leden 2024.] https://www.crimelibrary.org/news/original/0306/1401_tara_grinstead_search_defended.html.
35. Drony ve službách policie a záchtanářů. *4vision.ru*. [Online] 4vision.ru. [Citace: 19. únor 2024.] <https://4vision.ru/blog/drony-na-sluzhbe-politsii-i-spasatelej>.
36. Jak pomahame lidem tornado na morave. *clovekvtisni.cz*. [Online] Člověk v tísni, o.p.s., 30. květen 2023. [Citace: 5. červen 2024.] <https://www.clovekvtisni.cz/jak-pomahame-lidem-tornado-na-morave-7876gp>.
37. Parrot anafi usa drone. *dronesdirect.co.uk*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.dronesdirect.co.uk/p/pf728210/parrot-anafi-usa-drone>.
38. Promyshlennye kvadrokoptyery. *dji-minsk.by*. [Online] DJI Minsk. [Citace: 20. červen 2024.] <https://dji-minsk.by/catalog/promyshlennye-kvadrokoptyery/>.
39. dji mavic 2 enterprise specifications. *thedroneproshop.com*. [Online] 26. prosinec 2018. [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.thedroneproshop.com/blogs/product-info/dji-mavic-2-enterprise-specifications>.
40. MATRICE 300 RTK. *store.dji.com*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://store.dji.com/cz/product/matrice-300-rtk-and-dji-care-plus?vid=111261>.
41. Technical specifications Anafi USA. *parrot.com*. [Online] [Citace: 20. červen 2024.] <https://www.parrot.com/us/drones/anafi-usa/technical-specifications>.
42. Drony pomůžou předpovídat tornado. *robogeek.ru*. [Online] Robogeek.ru, 19. prosinec 2014. [Citace: 5. červen 2024.] <https://robogeek.ru/letayuschie-roboty/drony-pomogut-v-predskazanii-tornado>.
43. Unmanned Aerial Systems (UAS). *skybrary.aeroU*. [Online] SKYbrary. [Citace: 10. leden 2024.] <https://skybrary.aero/articles/unmanned-aerial-systems-uas>.
44. Jak zvolit dron. *technogrup.kz*. [Online] TechnoGrupp, 12. prosinec 2023. [Citace: 9. květen 2024.] <https://tehnogrup.kz/kak-vybrat-dron-/shopblog/blog>.