



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Drony a jejich využití v rámci IZS

The Use of Drones within the IRS

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací
Autor bakalářské práce: Filip Toncar
Vedoucí bakalářské práce: kpt. Mgr. Tomáš Podskalský

Kladno 2023

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Toncar** Jméno: **Filip** Osobní číslo: **500103**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Drony a jejich využití v rámci IZS

Název bakalářské práce anglicky:

The Use of Drones within the IRS

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce budou drony a jejich využití v rámci integrovaného záchranného systému. V teoretické části bude nejprve uvedeno základní rozdělení složek IZS a stručná charakteristika složek, které drony využívají. Dále se práce bude věnovat dronům, jejich technickým parametrům a legislativě spojené s drony. Součástí teoretické práce bude i historie dronů a jejich dosavadní využití v rámci IZS. V praktické části bude proveden rozhovor s odborníkem z řad IZS o současném stavu a využitelnosti dronů v této oblasti. Dále budou popsány a analyzovány modelové situace, ve kterých lze drony prakticky použít pro potřeby IZS. Budou popsány výhody i rizika použití dronů v rámci IZS. V závěru práce budou formulována možná opatření k větší efektivitě nasazení dronů v rámci IZS.

Seznam doporučené literatury:

- [1] NOVÁK, Jan A., Drony: kompletní průvodce včetně přehledu nové legislativy, Praha: Grada Publishing, 2021, ISBN 978-80-271-0775-9
- [2] KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ, Drony, Brno: Computer Press, 2016, ISBN 978-80-251-4680-4
- [3] JURÁČKA, Petr Jan, Drony - fotografování z ptáčích perspektivy: co všechno potřebujete vědět o dronech a jejich využití pro leteckou fotografii a video, Praha: Grada, 2017, ISBN 978-80-247-5787-2

Jméno a příjmení vedouc(ho) bakalářské práce:

kpt. Mgr. Tomáš Podskalský

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2024**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Drony a jejich využití v rámci IZS vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Kladně dne 16.05.2023

.....
Filip Toncar

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce, kpt. Mgr. Tomáši Podskalskému, a to především za příkladné vedení a za trpělivou spolupráci při zpracování vybraného tématu. Chtěl bych poděkovat i za cenné rady a podstatné informace, bez kterých by zpracování bakalářské práce nebylo možné.

Zároveň chci poděkovat plk. Ing. Ondřeji Smotlachovi, který nejen že odpovídal na mé otázky v rámci rozhovoru, ale také mi poskytl mnoho rad a zajímavých informací, které jsem použil při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá drony a jejich využitím v rámci Integrovaného záchranného systému.

Teoretická část se věnuje stručnému popisu Integrovaného záchranného systému a jeho dvěma základním složkám, a to Hasičskému záchrannému sboru a Policii České republiky. Dále se teoretická část věnuje dronům obecně, včetně historie, jejich součástí a systémy, kterými mohou být vybaveny. Teoretická část obsahuje také zmínku o legislativě, třídách a kategoriích dronů a též dronům, které jsou v současné době využívány složkami Integrovaného záchranného systému.

Praktická část obsahuje otázky z rozhovoru s odborníkem a zároveň příslušníkem Policie České republiky. Vytvořeny jsou zde dvě modelové situace, na kterých je do detailu popsáno, jakým způsobem jsou v těchto případech drony využívány. V závěru praktické části jsou ze získaných poznatků popsány výhody a nevýhody používání dronů složkami Integrovaného záchranného systému.

Klíčová slova

Integrovaný záchranný systém; dron; létání; Hasičský záchranný sbor; policie

ABSTRACT

This thesis deals with drones and their use within the Integrated Rescue System.

The theoretical part is devoted to a brief description of the Integrated Rescue System and its two basic components, namely the Fire Rescue Corps and the Police of the Czech Republic. Furthermore, the theoretical part is devoted to drones in general, including their history, their components and the systems they can be equipped with. The theoretical part also includes a mention of legislation, classes and categories of drones and also drones that are currently used by the Integrated Rescue System.

The practical part contains questions from an interview with an expert and a member of the Police of the Czech Republic. Two model situations are created, which describe in detail how drones are used in these cases. At the end of the practical part, the advantages and disadvantages of the use of drones by the Integrated Rescue System are described from the obtained knowledge.

Keywords

Integrated rescue system; drone; flying; The fire brigade, police

Obsah

1	Úvod.....	10
2	cíle práce.....	11
3	přehled současného stavu.....	12
3.1	Integrovaný záchranný systém.....	12
3.1.1	Základní složky IZS	12
3.1.2	Ostatní složky IZS	13
3.2	Složky IZS využívající drony	13
3.2.1	HZS ČR.....	13
3.2.2	PČR.....	16
3.3	Dron.....	19
3.4	Konstrukce dronu.....	19
3.4.1	Rám.....	19
3.4.2	Vrtule.....	20
3.4.3	Motory.....	21
3.4.4	Řídící jednotka motorů.....	22
3.4.5	Řídící deska – autopilot.....	22
3.4.6	Akumulátor	23
3.4.7	Dálkový ovladač.....	24
3.4.8	Kamera a kamerový závěs	25
3.5	Systémy dronů	26
3.5.1	GPS	26
3.5.2	Gyroskop	27
3.5.3	Akcelerometr.....	27

3.5.4	Magnetometr.....	28
3.5.5	Barometr	28
3.5.6	Senzory	28
3.6	Historie dronů a jejich využití	30
3.7	Rozdělení dronů	30
3.8	Legislativa.....	32
3.9	Oprávnění.....	33
3.9.1	Otevřená kategorie.....	33
3.9.2	Specifická kategorie	36
3.9.3	Certifikovaná kategorie	37
3.10	Třídy dronů.....	38
3.10.1	Třída C0.....	38
3.10.2	Třída C1.....	39
3.10.3	Třída C2.....	39
3.10.4	Třída C3.....	40
3.10.5	Třída C4.....	40
3.10.6	Třída C5.....	41
3.10.7	Třída C6.....	41
3.11	Lety nad rámec běžných provozních omezení.....	42
3.11.1	Zakázané zóny letu	42
3.11.2	Provoz v blízkosti letišť	44
3.11.3	Výjimky	47
3.12	Aktuálně využívané drony v IZS	49
3.12.1	DJI MAVIC 2 ZOOM.....	49

3.12.2	DJI MAVIC 2 ENTERPRISE ADVANCED	50
3.12.3	BRUS – Bezpilotní rotorový univerzální systém.....	52
3.12.4	DJI MATRICE 210 RTK V2	53
4	Metodika.....	55
5	Výsledky	56
5.1	Rozhovor.....	56
5.2	Modelová situace č. 1	59
5.3	Modelová situace č. 2	65
5.4	Výhody a nevýhody dronů	69
5.4.1	Výhody	69
5.4.2	Nevýhody	70
6	Diskuze	72
7	Závěr	77
8	Seznam použitých zkratk.....	78
9	Seznam použité literatury	79
10	Seznam použitých obrázků	84
11	Seznam použitých tabulek.....	85

1 ÚVOD

Bezpečnost obyvatel je v rukou státu a na jejím zajištění se významně podílí naše bezpečnostní a záchranné složky. Velká škála různých nebezpečných situací si žádá také efektivní práci těchto složek, aby zajištění a ochrana bezpečnosti byla na co nejvyšší úrovni. I přes plné nasazení lidských zdrojů, kterými jsou profesionálové vyškolení na nejrůznější situace, by se ani tyto lidé neobešli bez technologií, které jim zásahy usnadňují a zvyšují jejich efektivitu.

Vzhledem k této snaze co nejvíce usnadnit a zvýšit efektivitu ochrany obyvatel před nebezpečnými situacemi nelze mezi používanými technologiemi opomenout drony, které jsou hitem poslední doby. Tyto relativně malá a na provoz nenáročná zařízení dokážou práci složek zajišťujících naši bezpečnost posunout o stupeň výš, jelikož přináší pestrou šálu využití. Taková pomoc může být pak nejen efektivnější, ale také bezpečnější pro zasahující, jelikož dokáže věci, které by sám člověk nezvládl.

Přínos těchto technických prostředků začíná být v současné době velmi doceňovaný a do budoucna lze počítat s rozšířením jejich použití. I díky tomu jsem si toto téma zvolil jako téma své bakalářské práce, jelikož jsem sám příslušníkem policie, s drony pracuji, a i z vlastních zkušeností vím, že drony jsou velkým pomocníkem v naší práci.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním úkolem této bakalářské práce s názvem Drony a jejich využití v rámci IZS je analýza současného stavu v oblasti bezpilotních letadel a jejich využití složkami IZS.

Teoretická část se bude věnovat nejprve stručné charakteristice IZS a jeho základním a ostatním složkám. Následně budou krátce popsány složky IZS, které v současnosti drony využívají a příklady takového použití. V další části teoretické práce se budu věnovat dronům, a to jejich konstrukci, systémům, rozdělení a také historii jejich využití. Současně bude zmíněna současná legislativa, potřebná oprávnění k létání, třídy dronů a také se budu věnovat letům nad rámec běžného provozního omezení. V neposlední řadě budou uvedeny konkrétní příklady dronů, které se v současnosti používají pro plnění úkolů složek IZS.

V praktické části si kladu za cíl provést rozhovor s odborníkem z řad IZS, kterému budou kladeny otázky ohledně současného stavu a využitelnosti dronů u IZS. V další části budou vytvořeny modelové situace, na kterých chci popsat názorné využití dronů pro některé úkoly složek IZS. Ze získaných poznatků bude provedena analýza výhod i nevýhod, či rizik, při použití dronů.

Výsledkem této práce by mělo být představení dronů, všech jejich technologií, a stejně tak pravidel létání všem čtenářům. Výstupem praktické části by poté mělo být zhodnocení využitelnosti dronů a efektivnosti jejich používání nejen u PČR, ale v rámci celého IZS. Vybrané modelové situace by měly názorně ukázat, že drony již v současné době jsou, a do budoucna určitě budou, nepostradatelnou technologií.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém (dále jen IZS) je koordinovaný postup a systém vazeb a pravidel spolupráce záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob, který se využívá při přípravě na mimořádné události a při společném provádění záchranných a likvidačních prací. [1]

Základy IZS byly položeny již v roce 1993. Z důvodu odlišnosti pravomocí a pracovní náplně jednotlivých složek bylo potřeba vytvořit koncepci na spolupráci a koordinaci postupů na místě události. Na tomto základě byl vytvořen zákon, který je klíčovým právním dokumentem, který upravuje IZS, a to je zákon č. 239/2000 Sb. Tento zákon upravuje spolupráci a koordinaci postupu jeho zákonem stanovených základních a ostatních složek při mimořádných událostech. Hlavním koordinátorem IZS je Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen HZS ČR). [1]

3.1.1 Základní složky IZS

Mezi základní složky IZS dle § 4 zákona č. 239/2000 Sb. patří HZS ČR a jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, poskytovatelé zdravotnické záchranné služby a Policie České republiky (dále jen PČR). Tyto základní složky mají územní pokrytí po celé České republice a zajišťují nepřetržitou pohotovost pro příjem ohlášení o vzniku mimořádné události přes linky tísňového volání. [1]

3.1.2 Ostatní složky IZS

Ostatní složky IZS poskytují při záchranných a likvidačních pracích plánovanou pomoc na vyžádání. Mezi ostatní složky patří vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím. [1]

3.2 Složky IZS využívající drony

3.2.1 HZS ČR

HZS ČR je jednotný bezpečnostní sbor a plní funkci hlavního koordinátora IZS. Základním úkolem je ochrana života a zdraví obyvatel, majetku a životního prostředí před požáry a ostatními mimořádnými událostmi. [2, 3]

Vznik této složky se datuje k 1. lednu 1995. V toto datum se tehdejší Sbor požární ochrany přeměnil na základě zákona č. 203/1994 Sb. na HZS ČR. Reorganizace sboru do současné podoby nastala na přelomu století a k 1. lednu 2001 začal platit nový zákon, a to zákon č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů. V současné době se činnost HZS ČR řídí zákonem č. 320/2015 Sb. [4]

HZS ČR je v současnosti strukturován na generální ředitelství, 14 Hasičských záchranných sborů kraje, Záchranný útvar HZS ČR, Střední odbornou školu požární ochrany a Vyšší odbornou školu požární ochrany. Dalšími organizačními složkami, které lze do struktury zařadit, jsou také vzdělávací, technická a jiná účelová zařízení. Zde se jedná o Školní a výcvikové

zařízení HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, Skladovací a opravárenské zařízení HZS ČR a Technický ústav požární ochrany Praha. [5]

Mezi základní úkoly HZS ČR patří zejména ochrana životů a zdraví obyvatel, ale také majetku, životního prostředí nebo zvířat, a to zejména před požáry a dalšími mimořádnými událostmi. Obecně plní HZS ČR úkoly na úsecích IZS, krizového řízení, civilního nouzového plánování a požární ochrany. Patří mezi základní složku IZS, v rámci kterého spolupracuje s ostatními složkami, jakožto i se správními úřady či jinými orgány státu, samosprávy, s právníckými a fyzickými osobami nebo neziskovými organizacemi. V rámci krizového řízení se HZS ČR podílí na krizové připravenosti a zajišťuje přípravu na krizové situace, zabezpečuje zpracování krizového plánu kraje nebo se podílí na plnění úkolů v oblasti hospodářských opatření pro krizové stavy. [2]

Mimo základní úkoly se HZS ČR podílí i na organizaci humanitární pomoci společně s Ministerstvem zahraničních věcí a také na plnění mimořádných úkolů, a to pokud je to nezbytné pro ochranu života a zdraví obyvatel, životního prostředí, zvířat nebo majetku a plnění takových úkolů nenáleží jiným orgánům, pokud je k plnění takových úkolů způsobilý anebo hrozí nebezpečí z prodlení. [2, 6]

Drony jsou u HZS ČR využívány několika způsoby a při plnění jejich úkolů v rámci zásahů jsou velmi dobrým pomocníkem. V rámci koncepce provozu bezpilotních letounů u HZS ČR jsou na území ČR zřízeny tzv. opěrné body, kde jsou dislokovány bezpilotní letouny. V současnosti tímto opěrným bodem disponuje skoro každý kraj. Na těchto místech je nasazen vyškolený personál, který v případě potřeby zajišťuje nasazení bezpilotních letounů pro potřeby HZS ČR. [7, 8]

Jak již bylo zmíněno, bezpilotní letouny mají pro hasiče široké spektrum uplatnění. Pomocí dronů lze ze vzduchu provádět průzkum a také zpřehlednit průběh zásahu, což má za výsledek zefektivnění vedení zásahu jeho velitelem. Díky dronům lze situaci rychleji zanalyzovat a na základě získaných informací vést zásah co nejefektivněji. Díky tomuto přínosu jsou bezpilotní letouny pro hasičské jednotky na místě zásahu velkou aktivní podporou. [7,8]

Díky možnosti provést během krátké doby průzkum a monitoring rozlehlých či špatně přístupných oblastí se dají drony využít zejména při lesních požárech, povodních a dalších rozsáhlých mimořádných událostech. Mimo standardní kameru, kterou jsou drony vybaveny, lze pro potřeby HZS ČR využít také termokameru, která může pomoci na rozsáhlém území zásahu vyhledávat skrytá ohniska. Využít ji lze však i pro vyhledávání osob či zvířat, a to nejen při požárech, ale např. při pátracích akcích. [7, 8]

Další možností, jak bezpilotní letouny využít, je při zásahu u požárů chemických podniků, zásobníků plynů, skladů pyrotechniky a výbušnin a dalších. V těchto případech, kdy je monitoring situace pro zasahující hasiče nebezpečný, lze dronem efektivně nahradit jejich fyzickou přítomnost. Navíc může být dron vybaven i přístroji na detekci chemických látek nebo radiace. Z dronu je pak možné naměřené hodnoty přenést k operátorovi či pilotovi. [7, 8]

Bezpilotní letouny najdou využití i u vyšetřovatelů z řad HZS ČR, kteří mají za úkol zjišťovat příčiny vzniku požárů. Jejich využití v této oblasti může spočívat například v zajištění obrazové dokumentace místa velkého rozsahu či místa těžce dostupného. Pomocí dronů lze tak místa požárů důkladněji ohledat a napomoci řádnému prošetření příčiny vzniku. [7, 8]

V neposlední řadě se drony dají využít k přenosu předmětů. Pro tyto účely bývají vybaveny doplňkovými systémy, které přenos umožňují. V rámci

HZS ČR se může jednat o přenos např. měřicích zařízení, reproduktorů nebo světelných zařízení. [7, 8]

3.2.2 PČR

PČR je jednotný ozbrojený bezpečnostní sbor zřízený zákonem České národní rady ze dne 21. června 1991. Slouží veřejnosti. Jejím úkolem je chránit bezpečnost osob a majetku, chránit veřejný pořádek a předcházet trestné činnosti. Plní rovněž úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti svěřené jí zákony, předpisy Evropských společenství a mezinárodními smlouvami, které jsou součástí právního řádu České republiky. [9, 10]

PČR vznikla přeměnou české části Veřejné bezpečnosti Sboru národní bezpečnosti, a to ke dni 15. července 1991, kdy byl vyhlášen zákon č. 283/1991 Sb., o Policii České republiky. V současné době je činnost policie upravena zákonem č. 273/2008 Sb., který nabyl účinnosti dne 1. ledna 2009. [11]

PČR je podřízena Ministerstvu vnitra, které pro plnění úkolů policie vytváří podmínky. V rámci struktury policejního sboru je na vrcholu Policejní prezidium, v čele s policejním prezidentem, které řídí činnost policie. Dalšími útvary v rámci policie jsou útvary s celostátní působností, krajská ředitelství a útvary zřízené v rámci krajských ředitelství. Mezi útvary s celostátní působností patří např. Národní centrála proti organizovanému zločinu a Národní protidrogová centrála služby kriminální policie a vyšetřování, Ochranná služba, Útvar rychlého nasazení, Letecká služba nebo Ředitelství služby cizinecké policie. [9, 10]

Mezi základní úkoly policie patří:

- ochrana bezpečnosti osob a majetku
- spolupůsobení při zajišťování veřejného pořádku a jeho obnova, byl-li porušen
- boj proti terorismu
- odhalování trestných činů, zjišťování jejich pachatelů a realizace opatření při předcházení trestné činnosti
- ve vymezeném rozsahu zajišťování ochrany státních hranic
- zajišťování ochrany ústavních činitelů a bezpečnosti chráněných osob, kterým je při jejich pobytu na území České republiky poskytována osobní ochrana podle mezinárodních dohod
- zajišťování ochrany zastupitelských úřadů, ochrany sídelních objektů Parlamentu, prezidenta, Ústavního soudu, Ministerstva zahraničních věcí, Ministerstva vnitra a dalších objektů zvláštního významu pro vnitřní pořádek a bezpečnost určených vládou
- dohlížení na bezpečnost a plynulost silničního provozu a spolupůsobení při jeho řízení
- odhalování přestupků. [9, 10]

Letecká podpora PČR je specifikována různorodou potřebou především výkonných složek speciálních útvarů a pohotovostních jednotek policie, s potřebou zajištění okamžitého nasazení vrtulníků a dronů. Dále pak úkoly preventivních a zásahových akcí pro útvary kriminální, dopravní a pořádkové služby. Mezi útvary, které využívají drony, patří Letecká služba PČR, některé specializované útvary a zřízena je i výjezdová skupina DRON. [12, 13, 14]

Letecká služba – U letecké služby je zřízeno samostatné oddělení, které má na starost drony. Jejich specializaci lze využít u všech útvarů PČR. Toto oddělení je vysláno operačním střediskem, anebo na žádost od útvarů, které potřebují jejich součinnost a vlastním dronem nejsou vybaveni. Tento útvar disponuje i zařízením na rušení dronů. [12, 13, 14]

Specializované útvary – Využívají drony k rekognoskaci terénu a objektů před plánovanou akcí, monitorují průběh vlastní akce v nepřístupném terénu nebo drony používají k vlastnímu vyhodnocení akce. [12, 13, 14]

Výjezdová skupina DRON – Výjezdová skupina je tvořena dvěma příslušníky PČR. Jedná se o příslušníka dopravní policie a policisty s povolením k létání s dronem, který je zároveň operátorem samotného dronu. Mají k dispozici výjezdové auto, které je vybaveno jak dronem, tak i stanicí GNSS a přenosným osvětlením. [12, 13, 14]



Obrázek 1- Vybavení vozidla PČR. Zdroj: vlastní

3.3 Dron

Bezpilotní letoun (někdy UAV z anglického Unmanned Aerial Vehicle, nebo také dron z anglického drone) je letadlo bez posádky, jehož řízení je možné na dálku, ale také pomocí předprogramovaných letových plánů či pomocí složitějších dynamických autonomních systémů. Velké využití mají drony v armádě, kde se využívají k průzkumným či útočným akcím. U bezpečnostních složek či záchranných sborů jsou pak bezpilotní letouny využívány například k hašení požárů, policejnímu sledování nebo průzkumu terénu. V civilním sektoru drony slouží zejména k pořizování obrazových záznamů ze vzduchu. Díky tomu, že se videa či fotografie dají pořídit z různé výšky a různých úhlů, jsou velmi oblíbeným technickým prostředkem například pro cestopisné nebo vzpomínkové záběry. Pomocí dronu se totiž lze pohledově dostat do míst, kam by to za normálních okolností nebylo možné. Proto jsou hojně využívány i ve filmařském průmyslu. [15, 16, 17]

3.4 Konstrukce dronu

3.4.1 Rám

Nosnou částí, která spojuje ostatní komponenty dohromady, je rám. Ten je složen z podvozku, trupu a ramen. Tato část je stěžejní pro vlastnosti dronu, jelikož má zásadní vliv na letové vlastnosti, rozšiřitelnost, údržbu či případné opravy stroje. Existují dvě skupiny rámu, a to skořepinové a trubkové. [15, 16]

Skořepinová konstrukce se obvykle vyznačuje tím, že nosná část včetně podvozku je tvořena jedním kusem plastu či laminátového kompozitu. Konstruována bývá tak, že tělo letounu schovává pohonnou část i většinu elektroniky. Tato konstrukce se nejčastěji objevuje u koupených dronů. Největší

nevýhodou je složitá až nemožná oprava po havárii a omezené možnosti rozšíření či vylepšení dronu uživatelem. [15, 16]

Druhá skupina rámu jsou rámy stavebnicového charakteru. Ty se prodávají jako stavebnice a také se dají do jisté míry rozebrat. Existuje u nich i možnost opravy, jelikož na ně bývají dostupné náhradní díly, např. ramena pro motory, náhradní podvozek atd. Na rozdíl od první skupiny však tyto rámy nezakrývají kabely a elektroniku. Z toho důvodu je třeba dbát zvýšené opatrnosti při zacházení s dronem či při jeho přepravě, jelikož by mohlo dojít k poškození některých součástí. [15, 16]

3.4.2 Vrtule

Vrtule neboli rotor, je součástí dronu, která je přímo zodpovědná za vytváření tahu, tedy aerodynamické síly. Ta uvádí letoun do pohybu. Obdobně jako u letadel či helikoptér se vrtule dronu skládá ze dvou či více listů, svým tvarem připomínajícím křídlo letadla. U většiny multikoptér jsou listy vrtule pevně spojeny k sobě, mají tzv. pevný úhel náběhu. Často je takový rotor plastovým výliskem, který je jednak levný a také velmi jednoduchý na výrobu. U lepších rotorů se k výrobě používá dřevo či uhlíkový kompozit. Díky pevnému spojení je pro změnu tahu potřeba měnit otáčky celého rotoru. Tvar vrtule určuje směr otáčení. V pojmenování vrtule jsou pak tyto údaje udávány zkratkou. Při montáži vrtule je z tohoto důvodu nutné si ohlídat směr rotace vrtule na všech ramenech dronu. Vrtule charakterizují dvě čísla, a to hodnoty průměru a stoupání, které jsou obvykle udávány v palcích. Příklad takové specifikace je např. označení 11 x 4,5, což znamená průměr 11 palců a stoupání 4,5 palců (po jednom otočení vrtule se posune o 4,5 palců). Pro správné fungování dronu je zapotřebí, aby vrtule byly vyvážené. [15, 16]



Obrázek 2 - Vrtule. Zdroj: vlastní

3.4.3 Motory

Standardní multikoptéra obsahuje tolik motorů, kolik má vrtulí. V dnešní době jsou používány zejména tzv. BLDC motory, což jsou motory bez komutátorů. Tento typ motorů je velmi jednoduchý, tudíž nevyžaduje speciální údržbu, a také spolehlivý. Složen je ze statoru a rotoru. Tah jednotlivých vrtulí dronu je zajištěn drobnými změnami v otáčkách každého jednoho motoru, což zajišťuje, že je dron ovladatelný. Motory jsou rozděleny podle výkonu a otáček a při jejich výběru je nutno brát v potaz hmotnost a parametry letounu. [15, 16]

3.4.4 Řídící jednotka motorů

ESC, z anglického Electronic Speed Controller, neboli regulátor otáček, je nezbytná součást každého motoru. Regulátorem otáček je elektronická komponenta, která reguluje elektrický proud, jež je do motoru dodáván z akumulátoru tak, aby bylo dosaženo požadovaných otáček motoru. V případě multikoptér jsou nároky na řízení velmi vysoké, takže regulátor musí nést vysoké hodnoty proudu a musí být schopen neprodleně reagovat na změny požadovaných otáček, řádově 100x za sekundu. Regulátor si sám zjišťuje v průběhu řízení, jaká je aktuální rychlost otáčení motoru. Z této informace vychází a přizpůsobuje objem proudu dodávaného do motoru tak, aby zajistil správnou hodnotu otáček. Hlavním parametrem, který rozlišuje jednotlivé regulátory otáček, je maximální elektrický proud, kterým jsou schopny motor ovládat. [15, 16]

3.4.5 Řídící deska – autopilot

Autopilot, nazývaný také jako řídicí deska nebo kontrolér, je srdcem každého dronu. Autopilot je vlastně počítač (vestavěný počítačový systém), díky němuž je dron letuschopný. Ve většině případů s pilotováním a ovladatelností dronu velmi pomáhá. Funguje na tom principu, že přijímá signály vysílané z dálkového ovladače a zároveň vysílá signály do regulátorů motorů. Defacto každý autopilot obsahuje, či je k němu připojeno, více či méně senzorů. Díky těmto senzorům je schopen odhadnout stav letounu, např. zrychlení, rychlost, pozici. Hlavní dva senzory, které v současnosti obsahuje téměř každý autopilot, jsou trojosý gyroskop a trojosý akcelerometr. Úkolem gyroskopu je měření rotace rámu letounu, zatímco akcelerometr slouží k určení úhlu naklonění rámu. Pakliže se přidají ještě přijímač signálu GPS, magnetometr (kompas) a barometr (tlakoměr), změní se těžko ovladatelný dron na poslušný dron, který ve vzduchu

najdeme tam, kde ho zanecháme. Např. současné modely kvadrokoptéry Phantom jsou natolik technologicky vyspělé, že jejich autopilot využívá kamery a ultrazvukového dálkoměru pro zjednodušení startu a letu v malé výšce nad zemí. Hlavním pozitivem výkonných autopilotů je zejména to, že obsluha se díky nim může více věnovat ovládání kamery než řízení letounu. [15, 16]

3.4.6 Akumulátor

Motorům a palubní elektronice v dronu je energie dodávána z akumulátoru, nejčastěji z tzv. Li-Poly (Lithium-Polymer) akumulátoru. Takové baterie jsou schopny dodávat obrovské proudy, ale jejich slabším článkem je složitější proces nabíjení, ke kterému je potřeba inteligentní nabíječka, a také je zde nutnost zamezit vybití. Baterie je složena z několika identických článků, které jsou zapojeny za sebou tak, aby vytvořily napětí dostatečné pro daný typ letounu. U baterie se přihlíží na 3 základní parametry, a to počet článků, kapacita a maximální objem dodávaného proudu. Manipulace s akumulátory má svá pravidla, např. že nabíjení by mělo probíhat ideálně v nehořlavém ochranném obalu a za přítomnosti poučené osoby. Další zásadou je, že při skladování a přepravě by taktéž měl být využíván nehořlavý obal. Poškozené či opotřeбенé akumulátory by neměly být dále využívány a jsou určeny k ekologické likvidaci. [15, 16]



Obrázek 3- Akumulátor. Zdroj: vlastní

3.4.7 Dálkový ovladač

Dálkový ovladač, umožňující řízení letu, je zpravidla již součástí dronu při jeho koupi, a bývá nastavený a připravený k použití. Řízení letu je umožněno pomocí dvojice ovladačů, v podobě pák s volností ve dvou směrech. Stejně tak umožňuje přepínání letových módů apod. U vyspělejších a dražších dronů může ovladač obsahovat i modul pro přenos obrazu, ke kterému lze připojit tablet. Pokud jsou drony stavěny vlastnoručně, může si jejich tvůrce vybrat ze široké škály ovladačů. Ty obvykle komunikují na kmitočtu 2,4 GHz a umožňují vlastní nastavení přepínačů. Jeden takový ovladač následně může být využit pro několik letounů, a to za předpokladu, že jsou vybaveny kompatibilním přepínačem. [15, 16]



Obrázek 4- Dálkový ovladač. Zdroj: vlastní

3.4.8 Kamera a kamerový závěs

Jak již bylo zmíněno, drony se využívají ve velké míře k tomu, že pomocí nich lze vytvářet fotografie nebo videozáznamy. K tomuto účelu se na dron připevňují kamery, které jsou nejčastěji na dronu zavěšeny na tzv. Gimbalu, což je speciální kloubový závěs, jehož úkolem je kompenzace náklonu dronu tak, aby byl obraz stabilní. Gimbal vychází z dat, které mu dodávají senzory náklonu umístěných na plošince s kamerou. Tyto senzory pracují obdobně jako u autopilotu a řídí motory v kloubech tak, aby kameru udržely vodorovně a zároveň umožňovaly náklon kamery dle potřeb obsluhujícího personálu. [15, 16]



Obrázek 5- Kamera na závěsu. Zdroj: vlastní

3.5 Systémy dronů

3.5.1 GPS

Global Positioning System neboli GPS, je satelitní navigační systém poskytující informace a aktuální poloze a čase. Obecně je využíván v mnoha systémech a aplikacích, včetně navigace pro drony, kterým umožňuje přesně určit polohu a navigovat do cíle. Pokud dron letí, signály přijímá z několika satelitů GPS. Signály slouží k výpočtu údajů o poloze a výšce dronu, na jejich základě letoun určuje svůj kurz a rychlost. To umožňuje autonomní létání bez potřeby lidské obsluhy. [18]

Tato technologie zároveň umožňuje, že jsou drony schopny se vyhýbat překážkám a dalším nebezpečím. Pomocí dat získaných ze satelitů GPS detekovat překážky v dráze letu a podle nich svoji trasu upravit, což umožňuje bezpečné dosažení cíle bez jakéhokoliv nebezpečí havárie a následného poškození. Tak, jako slouží technologie GPS dronu, slouží i operátorovi, který díky ní může sledovat postup dronu a zajistit správnou trasu. Tato technologie

je již nezbytnou součástí navigace dronů, které jsou díky tomu spolehlivější a efektivnější. [18]

3.5.2 Gyroskop

Gyroskop je zařízení využívající principů momentu hybnosti. Slouží k měření a udržování orientace a je základním článkem gyroskopického systému dronu. Tento systém je velmi složitým mechanismem, který je však nezbytný pro správné fungování dronu, jelikož má zodpovědnost za udržení orientace a stability dronu ve vzduchu. Gyroskop je složen z rotujícího kola nebo disku, namontovaného na rámu volně se otáčejícím v libovolném směru. Při pohybu dronu gyroskop zaznamenává změnu orientace, na základě čehož vysílá do řídicího systému dronu signály za účelem úpravy polohy dronu. [19]

3.5.3 Akcelerometr

Akcelerometr je senzorem pracujícím s reakcemi na vnější podněty. Tento elektronický senzor je určen k odhadu rychlosti, jakou se dron pohybuje, a to pomocí měření zrychlení na všech osách. Spolupracuje společně s gyroskopem – gyroskop se specializuje na rotační pohyb, zatímco akcelerometr určuje lineární pohyb podél libovolné osy. Příkladem takové spolupráce může být např. detekce nárazu silného větru akcelerometrem. Detekce nárazu je předána PID regulátoru, kterým vyhodnotí informaci a následně řídicí jednotka motorů dá podnět motorům, aby působily proti této změně, čímž se stabilizuje pohyb. Nejčastější kombinací je trojosý gyroskop s trojosým akcelerometrem, označovaná jako šestiosá gyroskopická stabilizace. [20]

3.5.4 Magnetometr

Magnetometr je zařízením, které měří magnetické pole. Zpravidla se jedná o malé a lehké zařízení. Systém magnetometru je pak složen ze samotného magnetometru a dalších dvou součástí, kterými jsou procesor a vysílač. Za interpretaci dat z magnetometru je zodpovědný právě procesor, který je také následně předává do vysílače. Samotný vysílač pak odesílá data do navigačního systému dronu, kde jsou nadále využívány k určení polohy a směru dronu. [21]

Magnetometr je důležitým článkem navigačního systému, jelikož umožňuje přesně určit polohu a směr dronu, což je důležité zejména při letu v oblastech s velkým magnetickým rušením. Takovými oblastmi může být blízké okolí elektrického vedení nebo jiných velkých kovových předmětů. Bez magnetometru by dron v těchto oblastech nebyl schopen přesné navigace a mohlo by dojít k havárii. [21]

3.5.5 Barometr

Barometr, též tlakoměr, je senzorem měřícím tlak vzduchu. V dronech je tento přístroj využíván k měření nadmořské výšky a vyskytuje se téměř v každém dronu. Oproti GPS poskytuje přesnější data o nadmořské výšce. [20]

3.5.6 Senzory

Základní tři typy senzorů, sloužící k vyhýbání se překážkám, jsou stereoskopické, ultrazvukové a infračervené. Takové senzory však nejsou běžnou výbavou každého dronu, jelikož jsou instalovány spíše do dražších modelů. Zmíněné tři typy senzorů v dronu tvoří tzv. protikolizní systém, jehož úkolem je zabránění srážkám dronu s překážkami. Pomáhají i při startu, přistání a letu nízko nad zemí. Dron může být těmito senzory vybaven buď jen zepředu, nebo i z více směrů. Protikolizní systém se všemi senzory ovšem nezaručuje

stoprocentní bezpečí, ke srážce může dojít i přes přítomnost senzorů, jelikož horizontální senzory nemusí rozpoznat např. tenké větve, dráty a podobné menší překážky, zatímco vertikální senzory mohou mít problém s rozpoznáním vzdálenosti od vodní hladiny či jiných rovných lesklých ploch. [20]

Stereoskopické senzory fungují na principu kombinace obrazů ze dvou různých kamer, ze kterých odvozují trojrozměrné tvary předmětů v okolí. Ultrazvukové senzory nejen vysílají, ale také přijímají ultrazvukové vlnění. Prostřednictvím vypočtení časového rozdílu od vyslání signálu po jeho přijetí zpět stanoví vzdálenost stroje od potenciální překážky. Na stejném principu pracuje i poslední typ senzorů, a to infračervené. Jediným rozdílem je, že místo ultrazvukových vln pracuje s infračervenými vlnami, které jsou hůře zachytitelné. Na jednom dronu se může vyskytovat kombinace vícero senzorů. V dnešní době je hojně využívána technologie Intel RealSense. Ta využívá speciální kamerové zařízení, které je schopno vytvořit trojrozměrný model okolí pomocí právě stereoskopické techniky. Největší výhodou je paměť tohoto zařízení, což znamená, že dron je schopen si pamatovat modely, které již byly vytvořeny, a tak je schopen si zapamatovat překážky v prostředí, kde se již pohyboval, což zvyšuje jeho autonomnost a bezpečnost pohybu. [20]



Obrázek 6- Senzory. Zdroj: vlastní

3.6 Historie dronů a jejich využití

Zmínka o prvním bezpilotním letounu sahá až ro roku 1916 kdy byl vyroben první prototyp, který se jmenoval Aerial Target (Vzdušný cíl) a byl sestaven panem Archibaldem Montgomery Lowa. Během první světové války byla snaha o sestrojení bezpilotního letounu, který by byl schopný nést bombu. Takový prototyp se podařilo sestrojít, ale během této války už nestihl být nasazen v boji. V průběhu války bylo sestrojeno několik dalších modelů. Většina z nich sloužila k pořizování fotografií, zbytek byl osazen zbraněmi. Postupem času se technologie zdokonalovali a drony se zmenšovaly až do rozměrů které známe dnes. V rámci PČR se můžeme bavit o přelomu a nasazení dronů v roce 2016. V tomto roce policie pořídila dron, a to konkrétně BRUS (BRUS – bezpilotní rotorový universální systém). [22, 23, 24]

3.7 Rozdělení dronů

Komerční drony lze řadit do nejrůznějších kategorií dle různých parametrů. Obecně lze drony rozdělit na drony pro zábavu a drony, které jsou určeny pro profesionály, ke specializovaným činnostem. Mezi těmito dvěma skupinami je rozdíl především ve velikosti, hmotnosti, použitém materiálu a v neposlední řadě v pořizovací ceně. Drony pro zábavu mohou být pro úplné začátečníky, ale i pro pokročilejší uživatele, kdy takové drony například umožňují řízení dvěma osobami a jejich výstupy se přibližují profesionálním dronům. U profesionálních dronů je předpokladem časté využívání, a to mnohdy v náročných podmínkách, proto je důraz kladen na multifunkční využití, což znamená např. více druhů použitých senzorů. Také jsou samozřejmě tvořeny z kvalitnějších a odolnějších materiálů, s důrazem na co nejnižší váhu. Pořizovací cena takových dronů je pak mnohonásobně vyšší než u dronů pro běžné uživatele. U dronů pro specializované využití je ovládání dronu zpravidla pro dvě osoby, a to pilot

a operátor. Zatímco pilot ovládá pohyb dronu, operátor ovládá senzor, a to nezávisle na pohybu dronu řízeného pilotem. [22, 23, 24]

Dalšími parametry pro rozdělení dronů jsou hmotnost, velikost, druh pohonu, počtu motorů a další vlastnosti. Dle těchto parametrů se drony dělí na multikoptéry, bezpilotní vrtulníky, bezpilotní letouny a křídla. [22, 23, 24]

Multikoptéry mají nejrozumnější počet vrtulí s motory, které umožňují kolmý vzlet a přistání, jelikož sousední vrtule mají opačný směr otáčení. Čím více má multikoptéry vrtulí, tím má vyšší výkon, stabilitu pohybu ve vzduchu a také je zajištěna větší bezpečnost v případech, kdy by některý z motorů měl poruchu. Multikoptéra je vybavena již výše zmíněným Gimbaelem, který umožňuje umístění různých senzorů a přenos obrazu v reálném čase na připojený monitor. [22, 23, 24]

Bezpilotní vrtulníky nejsou tolik využívány běžným způsobem, jelikož jsou větších rozměrů a jejich pohon zajišťuje většinou spalovací motor. Využívány jsou pro armádní aplikace a průzkum. [22, 23, 24]

Bezpilotní letouny mají oproti multikoptérám další výdrž letu, proto jsou využívány k monitoringu a mapování větších oblastí. Senzor v jejich spodní části je zpravidla pevně umístěn a zaznamenává letecké fotografie oblasti podle předem vytvořeného letového plánu. Jejich start se provádí buď hodem z ruky, nebo startují z odpalovacích ramp. V poslední době se začínají vyrábět i bezpilotní letouny s vrtulemi umožňujícími kolmý vzlet a přistání, ovšem samotný pohyb je stále bez použití vrtulí klouzáním, jako u letounu. Ve výbavě letounu může být i padák, díky kterému může letoun kolmo přistát. [22, 23, 24]

Poslední typ, tzv. křídla, jsou speciální typy bezpilotních letounů, které mají název podle svého vzhledu. Tyto tenké letouny jsou konstruovány do

aerodynamického tvaru připomínajícího křídla. Sestrojeny jsou z lehkého materiálu, např. z uhlíkových vláken. Vzlet probíhá obdobně hodem z ruky nebo startem z odpalovací rampy. [22, 23, 24]

3.8 Legislativa

Již v roce 1944, konkrétně 7. prosince, byla na jednání Organizace spojených národů a USA přijata Chicagská úmluva, která stanovila mezinárodní práva ohledně létání. Současně s tím byla založena Mezinárodní organizace pro civilní letectví – ICAO (International Civil Aviation Organization). Tato dohoda byla podepsána 52 národy, mezi kterými bylo i tehdejší Československo. Na našem území byla úmluva přejata do našeho právního systému jako Dohoda č. 147/1947 Sb., Úmluva o mezinárodním civilním letectví, která nabyla účinnosti 4. dubna 1947. [26]

V současné době je v naší právní úpravě aktuální zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, jehož předchůdcem byl zákon č. 47/1956 Sb., o civilním letectví. Tzv. letecký zákon zahrnuje veškeré požadavky stanovené nejen Úmluvou o mezinárodním civilním letectví, ale i ostatními mezinárodními úmluvami. [26]

Dalšími legislativními normami je např. předpis L2 o pravidlech létání, který obsahuje Doplněk X o bezpilotních systémech. Od 1. ledna tohoto roku je v platnosti také prováděcí nařízení komise EU č. 2019/947 ze dne 24. května 2019. Toto nařízení stanovuje pravidla a postupy provozu bezpilotních letadel a byla jím sjednocena pravidla létání pro celou Evropu, tudíž jsou celoevropská, čímž byly odstraněny různé odchylky v pravidlech jednotlivých evropských států. [26]

3.9 Oprávnění

Drony se dělí do třech kategorií, a to otevřená, specifická a certifikovaná. [28, 29]

3.9.1 Otevřená kategorie

Tato kategorie zahrnuje drony, které díky svému nízkému provoznímu riziku nepodléhají potřebě certifikace ani povolení Úřadem civilního letectví, tudíž je zájmová pro uživatele z řad široké veřejnosti. Podmínky provozování dronu pro provozovatele/pilota jsou:

- *Registrace provozovatele*
- *Nepřekročení žádného z omezení pro otevřenou kategorii při provozu*
- *Dron nepřesahuje hmotnost 25 kg a přitom:*
 - o *spadá do jedné ze „tříd“ dronů dle práva EU (což výrobce označí na dronu příslušným symbolem – aktuálně se jedná o kategorie „C0“ – „C4“), nebo*
 - o *je soukromě zhotoven, nebo*
 - o *i bez označení „třídy“ splní další podmínky pro použití ve dvouletém přechodném období*
- *Provozovatel/pilot absoluuje zpravidla online školení a úspěšně dokončí online test pro danou podkategorii A1, A2 nebo A3.*

Otevřená kategorie se dále dělí na tři podkategorie – A1, A2, A3. [29]

Podkategorie A1:

- *provoz bezpilotních letadel:*
 - o *po přechodné období do 1. ledna 2023 s maximální vzletovou hmotností nižší než 500 g (bez uvedení třídy letadla);*

- s maximální vzletovou hmotností nižší než 250 g (bez uvedení třídy letadla), pokud jde o bezpilotní systémy, které nejsou soukromě zhotoveny a byly uvedeny na trh přede dnem 1. lednem 2023; nebo
- provoz letadel tříd C0 a C1;
- přelétávání shromáždění osob je zakázáno;
- přelétávání osob nezapojených do provozu je v zásadě možné. Kdykoliv je to však možné, měl by se pilot přelétávání osob nezapojených do provozu vyhnout, a kde je to nevyhnutelné (neočekávaná situace), by měl postupovat s mimořádnou opatrností;
- provozovatel letadla je registrován a letadlo je označeno registračním číslem provozovatele;
- pilot je registrován a je držitelem dokladu o absolvování online výcviku (pro podkategorie provozu A1 a A3, pro letadla bez uvedení třídy, případně pro třídu C1);
- pilot je obeznámen s pokyny výrobce poskytnutými výrobcem bezpilotního systému. [29]

Podkategorie A2: se zabývá provozem, u kterého je předpoklad, že významná část letu se bude odehrávat v blízkosti lidí. Minimální dodržená vzdálenost od osob, které nejsou součástí provozu, je od 5 do 50 metrů. V případě nejnižší minimální vzdálenosti (5 metrů) musí být dodržena podmínka, že bezpilotní letadlo je vybaveno funkcí nízkorychlostního režimu, která musí být zapnutá, a současně byla pilotem provedena analýza situace, s ohledem na počasí, výkonnost bezpilotního letadla a vyhrazení přelétávané oblasti.

- provoz bezpilotních letadel:
 - po přechodné období do 1. ledna 2023 s maximální vzletovou hmotností 500 g a vyšší, avšak nižší než 2 kg (bez uvedení třídy letadla); případně
 - provoz letadel třídy C2;

- přelétávání shromáždění osob je zakázáno;
- přelétávání osob nezapojených do provozu je zakázáno;
- provoz v bezpečné horizontální vzdálenosti od osob minimálně 50 m (v případě letadel třídy C2 se tato vzdálenost snižuje na 30 m, případně až na 5 m s využitím aktivní funkce nízkorychlostního režimu „low speed mode“). Doporučená horizontální vzdálenost bezpilotního letadla od osob by neměla být menší než je výška letadla nad zemí (tzv. pravidlo 1:1); v žádném případě však nesmí jít pod uvedené minimální vzdálenosti;
- provozovatel letadla je registrován a letadlo je označeno registračním číslem provozovatele;
- pilot je registrován a je držitelem dokladu o absolvování online výcviku (pro podkategorie provozu A1 a A3)(pro letadla bez uvedení třídy, případně pro třídu C2);
- pilot je držitelem osvědčení o způsobilosti dálkově řídicího pilota (pro podkategorii provozu A2)(pro letadla bez uvedení třídy, případně pro třídu C2)
- pilot je obeznámen s pokyny výrobce poskytnutými výrobcem bezpilotního systému;
- provozovatel je povinen zajistit informování všech osob zapojených do provozu bezpilotního letadla přítomných v oblasti provozu o rizicích a jejich výslovného souhlasu se svou přítomností. [29]

Podkategorie A3: se zabývá provozem, který se děje v oblastech, kde pilot důvodně očekává, že provozem bezpilotního letadla nebudou ohroženy žádné osoby, které nejsou zúčastněny v provozu a které se nacházejí v dosahu bezpilotního letadla. Vyjma této podmínky musí zároveň platit, že je let prováděn v bezpečné horizontální vzdálenosti od obytných, obchodních, průmyslových nebo rekreačních oblastí. Bezpečná vzdálenost je zde stanovena na 150 m.

- provoz bezpilotních letadel:

- *po přechodné období do 1. ledna 2023 s maximální vzletovou hmotností 500 g a vyšší, avšak nižší než 25 kg (bez uvedení třídy letadla);*
- *s maximální vzletovou hmotností 250 g a vyšší, avšak nižší než 25 kg, pokud jde o bezpilotní systémy, které nejsou soukromě zhotoveny a byly uvedeny na trh přede dnem 1. ledna 2023; nebo*
- *provoz letadel tříd C2, C3 a C4;*
- *přelétávání shromáždění osob je zakázáno;*
- *provoz v prostoru, kde dálkově řídicí pilot důvodně očekává, že nebudou ohroženy žádné nezapojené osoby v okruhu, v němž je provozováno bezpilotní letadlo po celou dobu provozu bezpilotního systému (tzn. oblast provozu by měla být prostá osob nezapojených do provozu);*
- *provoz v bezpečné horizontální vzdálenosti minimálně 150 m od obytných, obchodních, průmyslových nebo rekreačních oblastí;*
- *provozovatel letadla je registrován a letadlo je označeno registračním číslem provozovatele;*
- *pilot je registrován a je držitelem dokladu o absolvování online výcviku (pro podkategorie provozu A1 a A3)(pro letadla bez uvedení třídy, případně pro třídu C2, C3, C4).*
- *pilot je obeznámen s pokyny výrobce poskytnutými výrobcem bezpilotního systému;*
- *provozovatel je povinen zajistit informování všech osob zapojených do provozu bezpilotního letadla přítomných v oblasti provozu o rizicích a jejich výslovného souhlasu se svou přítomností. [29]*

3.9.2 Specifická kategorie

Tato kategorie je určena dronům, jejichž provoz přesahuje limity stanovené pro otevřenou kategorii. Jedná se zejména o větší riziko při provozu, proto je pro provoz specifické kategorie potřeba získání povolení Úřadu pro

civilní letectví. Tyto drony se používají zejména k profesionální činnosti, ke které je nutností zpracování tzv. posouzení provozních rizik. Taková analýza se oznamuje Úřadu pro civilní letectví a v případě náročnějšího provozu se na Úřad pro civilní letectví zasílá k vyhodnocení, zdali lze takový provoz povolit, což se stvrzuje vydáním oprávnění k provozu. Do specifické kategorie řadíme bezpilotní prostředky složek IZS. [28, 29]

Max. velikost dronu	Typ letu	Letová omezení:
1 m	VLOS	nelze létat nad shromážděními osob
3 m	VLOS	Ize létat jen nad plochou, kde se nacházejí pouze zapojené osoby; nelze létat nad shromážděními osob
1 m	BVLOS	Ize létat nad řídcem osídlenými oblastmi, s využitím pozorovatele
3 m	BVLOS	Ize létat jen nad plochou, kde se nacházejí pouze zapojené osoby

Obrázek 7- Letové omezení. Zdroj: [30]

VLOS – přímý vizuální dohled pilota

BVLOS- bez přímého vizuálního dohledu pilota

3.9.3 Certifikovaná kategorie

Nejsložitější a nejnáročnější kategorií z výše uvedených je kategorie certifikovaná. Ačkoliv se to zdá nereálné, v budoucnu se počítá s tím, že bezpilotní prostředky budou převážet různé náklady, včetně těch nebezpečných, nebo dokonce i osoby. Pro tyto případy je předpokládán nejvyšší možné zajištění bezpečnosti, k čemuž bude potřeba řada osvědčení. Bepilotní letadla v této kategorii budou procesem certifikace procházet již při samotném vývoji, od návrhu, přes samotnou výrobu až po jejich údržbu. Certifikací samozřejmě

budou procházet i piloti, provozovatelé a další účastníci provozu dronů, např. provozní personál. Pro představu, certifikace se bude týkat právnických i fyzických osob, které mají co dočinění s výrobou a provozem, a taková certifikace bude srovnatelná s certifikací běžných letadel s posádkou. Certifikace se nebude týkat pouze samotného dronu, ale zároveň dálkové řídicí stanice, systému používaných pro zahájení a ukončení letu a řídicího a kontrolního datového spoje. [28, 29]

Do certifikované kategorie řadíme obecně drony větší než 3 metry, které jsou určeny pro let nad shromážděním osob, stejně tak letadla určená pro přepravu cestujících či nebezpečného nákladu. Spadají sem i letadla, jejichž provozem vznikají taková rizika, která po vyhodnocení Úřadem pro civilní letectví nelze zmírnit v rámci specifické kategorie. Pravidla a podmínky provozu bezpilotních letadel jsou předmětem detailního vývoje na mezinárodní úrovni v ICAO, kde za ČR přispívá i ŘLP ČR. Ačkoliv v jednotlivých zemích se může tento provoz stávat realitou i dříve, globální účinnost pravidel je plánována na rok 2026. [28, 29]

3.10 Třídy dronů

3.10.1 Třída C0

„Bezpilotní systém musí být navržen tak, aby ovládání bylo co nejsnadnější. Neměly by se zde vyskytovat ostré hrany, stejně tak tvar a umístění vrtulí musí být zkonstruovány tak, aby případně způsobily co nejmenší zranění. Tyto drony mohou být vybaveny systémem Follow-me, což je systém automatického sledování, do maximální vzdálenosti 50 metrů od pilota, s možností kdykoliv převzít řízení. Součástí musí být návod popisující technické údaje a jednoznačné provozní pokyny a omezení. Také musí obsahovat informační sdělení Agentury EU pro bezpečnost letectví (EASA), ve kterém jsou implementovány omezení a povinnosti v souladu s nařízením EU.

Maximální hmotnost: 250 g

Maximální rychlost: 19 m/s

Maximální dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů

Maximální napětí: 24 V“ [32]

3.10.2 Třída C1

„Na rozdíl od dronů třídy C0 musí drony této třídy mít jedinečné sériové číslo a přímou identifikaci na dálku. Vysílají informace o výrobním čísle, aktuální poloze, směru a výšce. Jejich součástí musí být také systém geo-awareness, který obsahuje informace o omezeních vzdušného prostoru. V návodu musí být uvedeny informace o akustickém výkonu, údržbě a o odstraňování poruch. Při slabé baterii letadla a řídicí stanice musí mít nastavené jednoznačné varování, které zajistí pilotovi dostatek času k tomu, aby mohl bezpečně přistát.

Maximální hmotnost: 900 g

Maximální rychlost: 19 m/s

Maximální dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů nebo hodnota, kterou může zvolit pilot

Maximální napětí: 24 V“ [32]

3.10.3 Třída C2

„Oproti předchozí kategorii C1 musí tyto drony disponovat chráněným datovým spojením proti neoprávněnému přístupu k velení a řízení. U dronu je přípustné i připoutání na lanko o délce maximálně 50 metrů. V případě, že dron připoután není, systém vysílá vyjma výrobního čísla i informaci o registračním čísle provozovatele. Dále musí disponovat režimem nízké rychlosti, která sníží maximální rychlost na nejvýše 3 m/s.

Navíc musí být vybaven světly pro lepší orientaci, a také pro lepší viditelnost v případě nočního létání, aby byl pro osobu na zemi odlišitelný od letadla s posádkou.

Maximální hmotnost: 4 kg

Maximální rychlost: neurčena

Maximální dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů nebo hodnota, kterou může zvolit pilot

Maximální napětí: 48 V“ [32]

3.10.4 Třída C3

„S výjimkou maximální hmotnosti zde žádné zásadní rozdíly oproti C2 nejsou.

Maximální hmotnost: 25 kg

Maximální rychlost: neurčena

Maximální dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů nebo hodnota, kterou může zvolit pilot

Maximální napětí: 48 V“ [32]

3.10.5 Třída C4

„Jedná se o modely, které nejsou schopny automatického řízení. Uživatelská příručka musí obsahovat technické parametry, obecné vlastnosti užitečného zatížení, informace o vybavení a software, popis chování v případě ztráty spoje, pokyny pro údržbu, pokyny pro odstraňování poruch a provozní omezení.

Maximální hmotnost: 25 kg“ [32]

3.10.6 Třída C5

„Bezpilotní systém třídy C5 může být tvořen bezpilotním systémem třídy C3 vybaveným soupravou příslušenství, která zajišťuje přestavbu bezpilotního systému třídy C3 na bezpilotní systém třídy C5. V tomto případě musí být štítek třídy C5 umístěn na každou součást příslušenství.

Maximální hmotnost: 25 kg

Maximální rychlost: neurčena

Maximální napětí: 48 V

Maximální dosažitelná výška nad terénem může přesáhnout 120 metrů

Nemusí být vybaveno funkcí "Geo-awareness"

Může mít pevná křídla pouze při upoutaném provozu

Během letu poskytuje dálkově řídicímu pilotovi informace o výšce, kvalitě spojení a systémová varování

Není-li upoután, je vybaven režimem nízké rychlosti, který může zvolit dálkově řídicí pilot a který omezuje maximální pozemní rychlost na nanejvýš 5 m/s." [32]

3.10.7 Třída C6

„Bezpilotní systémy třídy C6 tedy dle specifikací zahrnují i neupoutané letouny s pevnými křídly schopné automatických (např. mapovacích) misí.

Maximální hmotnost: 25 kg

Maximální rychlost: 50 m/s při vodorovném letu

Nemusí být poháněn výlučně elektromotorem

Maximální dosažitelná výška nad terénem může přesáhnout 120 metrů

Nemusí být vybaveno funkcí "Geo-awareness"

Poskytuje prostředky k programování dráhy letu

Během letu poskytuje dálkově řídicímu pilotovi informace o výšce, zeměpisné pozici, kvalitě spojení a systémová varování.“ [32]

3.11 Lety nad rámec běžných provozních omezení

3.11.1 Zakázané zóny letu

S výjimkou, kdy tak povolí Úřad pro civilní letectví na základě předchozího souhlasu příslušného správního orgánu či oprávněné osoby, se let bezpilotního letadla nesmí provádět v ochranných pásmech stanovených příslušnými právními předpisy podél nadzemních dopravních staveb, tras nadzemních inženýrských sítí, tras nadzemních telekomunikačních sítí, uvnitř zvláště chráněných území, v okolí vodních zdrojů a objektů důležitých pro obranu státu a ve zvláště chráněných oblastech typu CHKO nebo v národních parcích. Nad těmito ochrannými pásmy smí být let prováděn pouze způsobem vylučujícím jejich narušení za běžných i mimořádných okolností. [28, 30]

Zakázané zóny

- Zákaz létání nad lidmi bez jejich souhlasu (koncerty, sportovní události, kulturní akce atd.),
- zákaz létání v blízkosti letiště,
- zákaz létání ve výšce přesahující 120 metrů nad zemí,
- zákaz létání nad městy, cestami, železnicemi a jinými zastavěnými oblastmi,
- zákaz létání nad zakázanými, vojenskými a dalšími nebezpečnými zónami,
- zákaz natáčení prostor a osob na soukromých pozemcích,
- zákaz letu v noci (od občanského západu slunce do občanského východu slunce),
- zákaz létání bez patřičného povolení pod pokutou až 5 mil. Kč,
- zákaz riskování srážky s jinými letadly ve vzduchu,

- při letu musí vždy ovládající osoba udržovat vizuální kontakt s dronem,
- vzlety se smí provádět pouze s písemným souhlasem vlastníka vzletové plochy. [28, 30]

Ochranná pásma podél dopravních staveb

- u celostátní a regionální dráhy 60 m od osy krajní koleje, nejméně však 30 m od hranice obvodu dráhy
- u celostátních drah vybudovaných pro rychlost vyšší jak 160 km/h–100 m od osy krajní koleje, nejméně však 30 m od hranice obvodu dráhy
- u vlečky 30 m od osy krajní koleje
- u lanové dráhy 10 m od nosného lana, dopravního lana nebo osy krajní koleje
- u dráhy tramvajové a trolejbusové 30 m od osy krajní koleje nebo krajního trolejového drátu
- 100 m od osy vozovky přilehlého jízdního pásu dálnice a silnice budované jako rychlostní komunikace
- 50 m od osy vozovky silnice I. třídy
- 25 m od osy vozovky silnice II. třídy a místní komunikace, pokud je budována jako rychlostní komunikace
- 20 m od vozovky silnice III. třídy
- 15 m od osy vozovky místní komunikace I. a II. Třídy. [28, 30]

Ochranná pásma podél tras inženýrských sítí

Ochranná pásma v energetických odvětvích jsou stanovena zákonem. Ochranné pásmo venkovního vedení elektrické energie je vymezeno svislými rovinami vedenými po obou stranách vedení od krajních vodičů a mění se podle napětí:

- nad 1 kV do 35 kV 7 m
- nad 35 kV do 110 kV 12 m
- nad 110 kV do 220kV 15 m
- nad 220 kV do 440 kV 20 m
- nad 440 kV 30 m [28, 30]

U plynovodů a plynárenských zařízení se ochranným pásmem rozumí prostor ve vodorovné vzdálenosti od půdorysu plynárenského zařízení, měřeno kolmo na jeho obrys. Ochranná pásma činí:

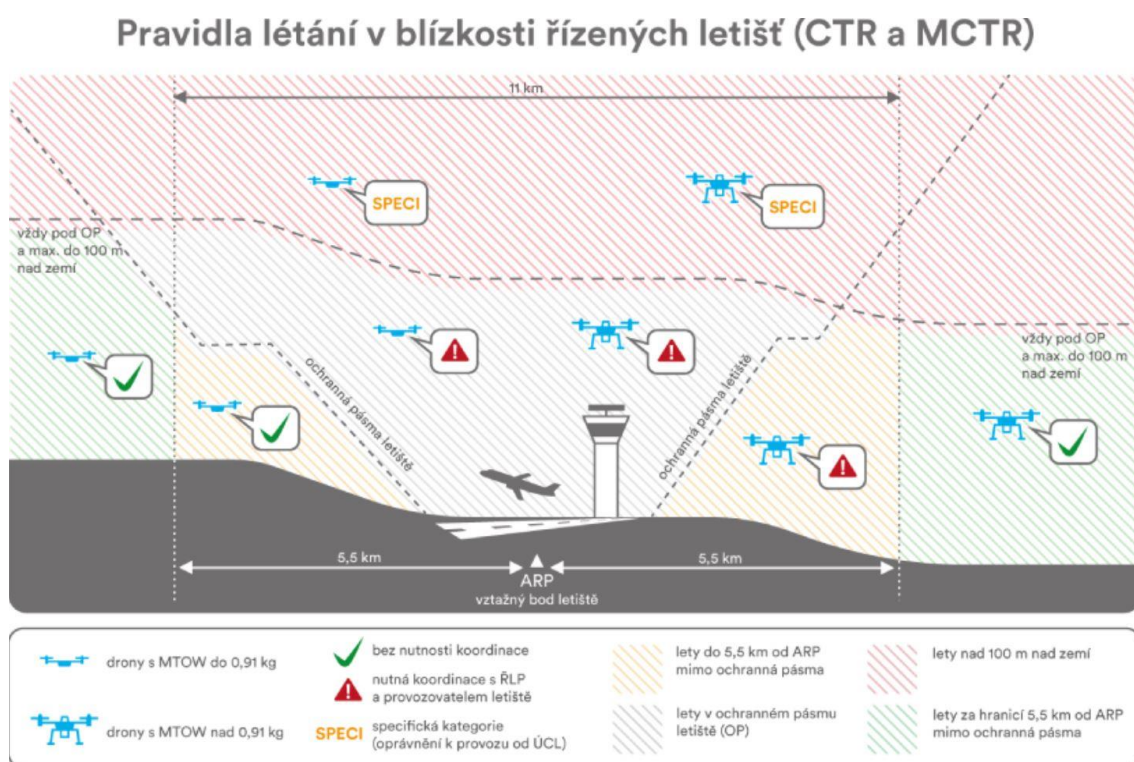
- u plynovodů a přípojek nad průměr 500 mm 12 m
- od průměru 200 mm do 500 mm 8 m
- do průměru 200 mm včetně 4 m [28, 30]

3.11.2 Provoz v blízkosti letišť

Řízený okrsek CTR (Control zone) je řízený vzdušný prostor sahající od povrchu země do nadmořské výšky 600 až 1 500 m. V CTR je poskytována služba řízení letového provozu a jedná se o vzdušný prostor třídy D. Hranice CTR jsou

vyznačeny v mapové aplikaci DronView, stejně jako bližší informace k podmínkám provozu v CTR. [33, 34, 35]

Nepovolí-li Úřad pro civilní letectví jinak, smí být let bezpilotního letadla prováděn v blízkosti řízených letišť v řízeném okrsku (CTR a MCTR) letiště do výšky 100 metrů nad zemí, s výjimkou povolení příslušného stanoviště řízení letového provozu a v horizontální vzdálenosti větší než 5 500 m od vztažného bodu řízeného letiště, s výjimkou, kdy tak povolí Úřad pro civilní letectví nebo v případě leteckých prací a leteckých veřejných vystoupení na základě koordinace s příslušným stanovištěm řízení letového provozu a provozovatelem letiště. Let bezpilotního letadla s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg může být prováděn v řízeném okrsku bez koordinace i v menší vzdálenosti od letiště, avšak pouze do výšky 100 metrů nad zemí a mimo ochranná pásma daného letiště. [33, 34, 35]



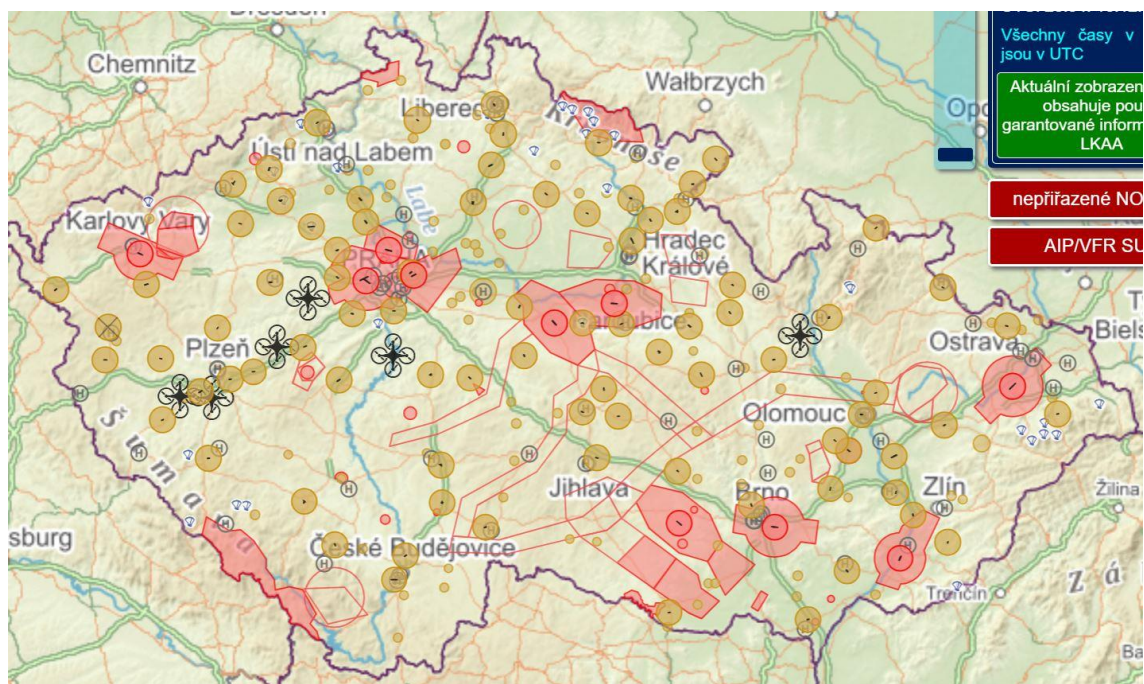
Obrázek 8- Znáznornění pravidel létání v blízkosti letišť. Zdroj: [28]

Na letištích, kde není poskytována klasická služba řízení letového provozu, je zřízena tzv. letištní provozní zóna – ATZ (Aerodrome Traffic Zone), která slouží k ochraně místního letištního letového provozu, a obvykle je zde poskytována informační služba AFIS nebo RADIO. Neřízená letiště a zóny ATZ jsou graficky znázorněny v aplikaci DronView. S plánováním provozu dronu v blízkosti neřízeného letiště může pilotovi pomoci následující rozhodovací diagram. ATZ je vymezena horizontálně kružnicí o poloměru 5,5 km od vztažného bodu letiště a vertikálně zemským povrchem a nadmořskou výškou 1200 m. Některá ATZ mohou být tvarově i výškově zmenšena, a to v závislosti na tom, jestli zasahují do jiného typu vzdušného prostoru. [33, 34, 35]

Podmínky stanovené provozovatelem každého letiště je možné nalézt ve VFR příručce (část VFR AD), případně se informovat telefonicky u vybraného letiště. Kontakty jsou uvedeny rovněž ve VFR příručce. Odkaz na informace ke konkrétnímu letišti naleznete přímo v DronView. V případě, že chcete v letištní provozní zóně létat s letadlem lehčím než 0,91 kg, může být let prováděn i bez předchozí koordinace, avšak pouze do výšky 100 m nad zemí a mimo ochranná pásma s výškovým omezením staveb daného letiště. Průběh ochranných pásem je možné zjistit u provozovatele letiště. V praxi lze tento požadavek nejjednodušeji splnit tak, že pilot bude létat maximálně do výšky okolních překážek (např. stromů nebo staveb). Není-li stanoveno jinak, provoz dronů v ATZ ve výšce větší než 120 m nad zemí je možný jen pokud se poskytuje služba AFIS nebo je zajištěno poskytování informací známému provozu. Pro takový let však není potřeba oprávnění k provozu od Úřadu pro civilní letectví. [33, 34, 35]

Nepovolí-li Úřad pro civilní letectví jinak, smí být let bezpilotního letadla prováděn v blízkosti neřízených letišť na základě splnění podmínek stanovených provozovatelem letiště a na základě koordinace s letištní letovou informační službou (dále jen AFIS), se stanovištěm poskytování informací známému

provozu nebo s provozovatelem letiště, není-li AFIS nebo poskytování informací známému provozu zajištěno. Nad vzdušným prostorem třídy G lze v ATZ lety provádět jen pokud se poskytuje AFIS nebo je zajištěno poskytování informací známému provozu. Let bezpilotního letadla s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg může být prováděn v ATZ i bez koordinace, avšak pouze do výšky 100 metrů nad zemí a mimo ochranná pásma daného letiště. [33, 34, 35]



Obrázek 9- Letecká mapa pro piloty dronu. Zdroj: [36]

3.11.3 Výjimky

Lety nad rámec běžných provozních omezení mohou být dle ustanovení Čl. VII odst. 8 Dohody provedeny pouze při plnění úkolů PČR. Odchýlení od jednotných pravidel musí být zjevně nezbytné a neodkladné a zájem chráněný takovým odchýlením v dané věci převažuje nad zájmy chráněnými ustanovením § 52 zákona o civilním letectví. V každém případě hraje stále bezpečnost hlavní roli, tudíž musí být přijata taková opatření, která zajistí, že nedojde k ohrožení

bezpečnosti létání ve vzdušném prostoru, stejně tak k ohrožení bezpečnosti osob, majetku a životního prostředí. Před realizací každého letu je vyžadováno povolení od osoby, která odpovídá za provoz bezpilotních letadel. [33, 34, 35]

Pátrací akce

Pakliže by použití dronu zvýšilo efektivitu, může být provoz nad rámec běžných opatření povolen i v rámci pátrací akce pro PČR a HZS. Mezi výjimky, které jsou v těchto situacích povoleny, patří např. létání v nočních hodinách, v zakázaném, nebezpečném nebo jiným uživatelem aktivovaném omezeném prostoru, rezervovaném nebo vyhrazeném prostoru a také v Chráněných krajinných oblastech.

Koordinace složek IZS při zásahu

I v tomto případě lze využít tzv. výjimku, kdy je možné se odchýlit od zákonných požadavků na provoz dronu. Může se jednat o různé druhy dopravních nehod, kdy je zapotřebí provést dokumentaci za pomoci dronu, čímž je proveden let nad dopravní cestou, popřípadě železnicí. Dále je možné využít letu nad hustě osídleným prostorem a dalšími prostory, kde je za normálních okolností v civilním sektoru provoz dronu zakázán.

Bezpečnostní opatření

Využití dronů při bezpečnostních opatřeních má za cíl ochranu osob a zejména monitoring celého průběhu opatření. Uplatnění najdeme u akcí s velkým počtem osob, jako jsou demonstrace, sportovní utkání, venkovní koncerty atd. Let v tomto případě je prováděn s maximální obezřetností.

3.12 Aktuálně využívané drony v IZS

3.12.1 DJI MAVIC 2 ZOOM

Bezpilotní letadlo DJI Mavic 2 ZOOM je složeno z centrální části trupu, která má obdélníkový tvar. Na trup jsou připevněna 4 ramena nosných rotorů, která lze sklopit do pozice podél centrální části, což má za následek menší rozměry dronu. Na vnějším konci ramen je nainstalován pohonný elektromotor s vrtulí. Centrální část obsahuje řídicí jednotku, přijímač a vysílač řídicího signálu a přenosu obrazu, výkonové regulátory pohonu, ultrazvuková a optická antikolizní čidla, přijímač GPS, palubní inteligentní akumulátor, záznamové zařízení pro obrazový záznam kamery. V přední části nalezneme ještě závěs kamery s trojosou stabilizací, který nese 4K UltraHD kameru s dvojnásobným optickým zvětšením. [37]

Maximální doba letu	31 minut
Maximální rychlost	72 km/h
Maximální nadmořská výška	6000 m
Váha	905 g
Maximální výška letu	500 m
Maximální dosah	5000m
Video rozlišení	4K
Rozsah provozní teploty	-10° až 40°C
Rozměry rozloženého dronu	32,2×24,2×8,4cm (délka×šířka×výška)
Cena	Od 30 000 Kč

Tabulka 1-DJI Mavic 2 ZOOM Zdroj: [37]



Obrázek 10- DJI Mavic 2 ZOOM. Zdroj: vlastní

3.12.2 DJI MAVIC 2 ENTERPRISE ADVANCED

Tento typ dronu je složkami IZS využíván zejména díky tomu, že jeho výbava je rozšířena o termokameru. Ta má rozlišení 640x512 pixelů a díky ní je dron schopný vykonávat průmyslové inspekce či vyhledávání osob a zvířat. Je vybaven i klasickou kamerou s rozlišením 48 megapixelů, která má zároveň 32 násobný digitální zoom. Termokamera je integrována do jednoho gimbálu a v kombinaci se standardní kamerou umožňuje radiometrii, tudíž je schopna vyfotit fotografii-termogram, ve které se uloží teplota pro každý pixel. Dále umožňuje obrazovou frekvenci 30 Hz, 16 násobný digitální IR zoom a přesnost zhruba 2°C. Přenos obrazu na ovladači dronu lze rozdělit do duálního vidění, což znamená, že lze pozorovat termokameru a normální kameru zároveň. Na dron lze nainstalovat RTK modul, díky němuž je dron schopný přesného polování s přesností na centimetry, a lze vytvořit až 240 navigačních bodů pro provádění různých úkolů. Mimo to disponuje dron dalším příslušenstvím, např. dvojitým reflektorem, jež umožňuje použití dronu v oblastech s nízkou intenzitou osvětlení, a také reproduktor s výkonem 100dB, který lze použít pro

hlasový přenos v reálném čase, čímž zajišťuje komunikaci s pozemními týmy.
[38]

Maximální doba letu	31 minut
Maximální rychlost	72 km/h
Maximální nadmořská výška	6000 m
Váha	909 g
Maximální výška letu	500 m
Maximální dosah	6000 m
Video rozlišení	4K
Rozsah provozní teploty	-10° až 40°C
Rozměry rozloženého dronu	32,2×24,2×8,4cm (délka×šířka×výška)
Cena	Od 99 000 Kč

Tabulka 2-DJI Mavic2 Enterprise Advanced. Zdroj: [38]



Obrázek 11- DJI Mavic 2 Enterprise advanced. Zdroj: vlastní

3.12.3 BRUS – Bezpilotní rotorový univerzální systém

Tento moderní bezpilotní prostředek s kolmým startem a přistáním se využívá zejména v náročných podmínkách, kde nelze využít klasické letecké techniky, nebo by její použití bylo ekonomicky nevýhodné. Je schopen prověřit rozsáhlé oblasti. Velkou stabilitu dronu poskytuje šest rotorů s průměrem 71 cm, které zároveň dodávají dostatečný výkon. V materiálech, ze kterých je vyrobena konstrukce, mají největší zastoupení uhlíková vlákna. Maximální zátěž dronu jsou 2 kilogramy. Dron dosahuje velmi nízké hlučnosti. Tento typ je také vybaven záchranným padákovým systémem, díky němuž je zajištěna maximální bezpečnost pro osoby a majetek na zemi, ale také pro samotný dron. Tento systém je schopen zachránit dron při pádu z minimální výšky 5 metrů. Je iniciován buď to pilotem, nebo je schopen i samostatné aktivace při poruše palubního řídicího systému. Dron disponuje kamerou v HD rozlišení s nočním viděním a termokamerou, které jsou připevněny na stabilizovaném závěsu. [39]

Maximální doba letu	80 min
Maximální rychlost	60 km/h
Maximální nadmořská výška	
Váha	8,7 kg
Maximální výška letu	
Maximální dosah	10 km
Video rozlišení	HD
Rozsah provozní teploty	-20° až 50°C
Rozměry rozloženého dronu	Průměr 120 cm výška 50 cm
Cena	Cca 900 000 Kč

Tabulka 3- BRUS. Zdroj: [39]



Obrázek 12- BRUS. Zdroj: [14]

3.12.4 DJI MATRICE 210 RTK V2

Konstrukce M210 RTK V2 splňuje stupeň krytí IP43, a proto s dronem můžete létat i za deštivého počasí. S maximální vzletovou hmotností 6,14 kg je umožněno připojení dodatečné zátěže do hmotnosti až 1,23 kg. Nabízí variabilní připojení gimbalu a na spodní stranu je možné instalovat 2 stabilizátory současně, ke kterým lze připojit jeden stabilizátor na vrchu. Díky tomu lze přidělat další příslušenství, např. termokameru nebo standardní kameru. Je osazen RTK moduly pro zvýšení přesnosti polohy. Tento typ dronu má ve své výbavě velitelský vůz HZS Karlovarského kraje a jeho pořizovací cena v roce 2019 byla 790 543,- Kč. [40, 41, 42]

Maximální doba letu	33 min
Maximální rychlost	81 km/h
Maximální nadmořská výška	3000 m
Váha	4190 g
Maximální výška letu	500m
Maximální dosah	5000m

Video rozlišení	Dle zakoupené kamery
Rozsah provozní teploty	-20° až 50°C
Rozměry rozloženého dronu	88,3 x 88,6 x 49,7 cm
cena	Od 289 000 Kč

Tabulka 4- DJI Matrice 210 RTKV2. Zdroj: [40]



Obrázek 13- DJI Matrice 210 RTK V2. Zdroj: [41]

4 METODIKA

Při zpracování bakalářské práce jsem čerpal zejména z literárních a elektronických zdrojů, ale také ze zkušeností odborníků z této oblasti a ze zkušeností vlastních.

Základní použitou metodou v teoretické části byla metoda literární rešerše, což je vyhledávání a čerpání informací o dané problematice. Jednalo se o zdroje literární, elektronické, ale také legislativní. Literární rešerši byly ze zdrojů získány potřebné informace, díky kterým byl charakterizován současný stav využívání dronů, ale také informace o dronech samotných.

V praktické části byly informace získány zejména formou rozhovoru, a to s odborníkem z řad IZS. Tomu byly kladeny připravené otázky a na základě jeho odpovědí a sdělených informací mohla být provedena analýza získaných poznatků. Použito bylo také vytvoření vlastních modelových situací, na kterých je názorně popsáno praktické využití dronů u IZS. Na závěr jsou uvedeny klady a zápory na základě vlastní dedukce a analýzy nabytých znalostí a vědomostí.

5 VÝSLEDKY

5.1 Rozhovor

V úvodní části praktické části byl uskutečněn rozhovor s odborníkem z řad IZS, kterým byl příslušník PČR, plukovník Ondřej Smotlacha, který je odpovědnou osobou za provoz dronů u policie Středočeského kraje. Otázky se týkaly počátkům dronů u PČR, přes současný stav až po vizi do budoucna.

Otázka č. 1 - Dobrý den, mohl byste se prosím krátce představit?

Dobrý den, mé jméno je plk. Ondřej Smotlacha a působím jako náměstek ředitele pro Službu kriminální policie a vyšetřování Krajského ředitelství policie Středočeského kraje (dále jen KRPS). Zároveň jsem osoba odpovědná za provoz bezpilotních prostředků KRPS.

Otázka č. 2 – Jak dlouho se věnujete dronům a létání s nimi?

Létání s drony a dronům samotným se věnuji od roku 2016.

Otázka č. 3 - Jaké byly začátky s drony u Policie?

V roce 2016 byly KRPS pořízeny bezpilotní prostředky BRUS, VTÚ s.p., VTÚL a PVO a započal výcvik 7 pilotů územního odboru Příbram. V té době nebyla nastavena legislativa pro provoz policejních bezpilotních letadel v ČR. Následně byla uzavřena dohoda mezi Ministerstvem dopravy a Ministerstvem vnitra upravující tuto problematiku, a tak mohlo být v dubnu 2017 vydáno ze strany Úřadu pro civilní letectví první povolení k létání bezpilotního letadla PČR. Jednalo se o BRUS KRPS poznávací značky OK-X999Z. Bylo potřeba nastavit postupy provozu a údržby, vytvořit provozní příručku a postupně získat provozní zkušenosti. Po prokázání bezpečného provozu bylo vydáno

KRPS povolení k leteckým činnostem pro vlastní potřebu, povolení k leteckým pracím včetně provozování letecké školy.

Otázka č. 4 - Jaká je využitelnost dronů u PČR v současné době?

Využitelnost je velmi široká, od monitoringu situace ve prospěch bezpečnostních opatření nebo zásahu IZS, přes pátrací akce, po dokumentaci míst protiprávního jednání, jako jsou místa trestných činů či dopravních nehod. Rovněž z pohledu provozu je v současné době možné, za respektování dohodnutých podmínek k zajištění bezpečnosti, provádět lety v rozporu s některými běžnými provozními omezeními, nejčastěji v ochranných pásmech pozemních komunikací, elektrických a telekomunikačních vedení nebo hustě osídleném prostoru. Tento postup však musí být nezbytný k provedení služebního úkonu a o každém takovém provozu je podána zpráva Úřadu pro civilní letectví a Ministerstvu dopravy ČR.

Otázka č. 5 - Jaký je současný stav dronů v rámci PČR?

V současné době jsou bezpilotní prostředky provozovány Leteckou službou PČR a některými Krajskými ředitelstvími policie. Hlavním gestorem problematiky je Letecká služba PČR. Aktuálně se řeší přechod legislativy z národní úpravy na úpravu evropskou a nastavení dalšího provozu policejních bezpilotních letadel.

Otázka č. 6 - Jaké je pokrytí dronů je v rámci kraje?

U KRPS je koncepce nastavena tak, aby byly bezpilotní prostředky rovnoměrně rozprostřeny v rámci kraje, a byly tak dostupné na celém území. Každý územní odbor, kterých je celkem 13, má vycvičené piloty na odděleních kriminalistické techniky, a tato oddělení jsou vybavena technikou, bezpilotními prostředky typu DJI Mavic. U skupiny územního odboru Příbram je navíc

bezpilotní systém BRUS, včetně upoutané varianty pro hlídkování v Chráněné krajinné oblasti Brdy.

Otázka č. 7 – Jaký je stav celkově napříč celou republikou?

Některé další kraje v současné době zvažují zavedení bezpilotních letadel a jejich provozování, nicméně musí vyčkat na nové nastavení. Po novelizaci zákona č. 49/1997 o civilním letectví není možné vydávat povolení k létání podle národní úpravy (byl vypuštěn §52).

Otázka č. 8 – Jaká je s drony a jejich využíváním vize do budoucna?

Do budoucna lze předpokládat další vývoj bezpilotních prostředků a zlepšení jejich parametrů, což by mohlo vést k provozování lehčích typů, které splňují technické požadavky na optické a další senzory a zároveň budou představovat nižší provozní riziko. Dále lze předpokládat další integraci GPS a RTK modulů do bezpilotních letadel a tím usnadnit a zrychlit dokumentaci míst fotogrammetricky. Více by se mohly také prosadit algoritmy pro optimalizaci a automatizaci letu bezpilotního letadla pro konkrétní úkoly, např. pátrací akce. Nelze však v blízké budoucnosti předpokládat provozování bezpilotních letadel v autonomním režimu.

Otázka č. 9 - Myslíte si, že policejní drony jsou přínosem u PČR?

Z mého pohledu si myslím, že drony jsou už nedílnou součástí v řadách policie. Když se podíváme, jakým způsobem jdou drony dopředu, co se týká vývoje, tak sám jsem zvědav, co nás za pár let ještě čeká ať už ve vývoji, nebo v použitelnosti u policie. Myslím si, že drony se dostanou i do dalších krajů v republice, kde budou sloužit stejně dobře, jako u nás ve středočeském kraji.

5.2 Modelová situace č. 1

Tématem modelové situace je vyhledání nebezpečného ozbrojeného pachatele za pomoci dronu a jeho následné zadržení zásahovou jednotkou PČR. Modelová situace se uskutečnila 27.4.2023 během taktického výcviku zásahové jednotky ve spolupráci s výjezdovou skupinou DRON, pro samotné zadokumentování výcviku. Tato situace byla zaměřena na využitelnost dronu při vyhledávání osoby a systému koordinace s pozemními silami operátorem dronu. Jako místo modelové situace byl vybrán vhodný výcvikový prostor. Modelová situace byla provedena dronem značky DJI Mavic 3. Jako figurant byl vybrán policista zásahové jednotky. Do zákroku byla zapojena jedna skupina zásahové jednotky středočeského kraje.

Byla provedena jedna modelová situace. Modelová situace byla po jejím skončení vyhodnocována jak z hlediska hodnocení postupu, tak hodnocení koordinace skupiny operátorem dronu. Zasahující policisté byli i v rámci modelové situace vyzbrojeni jako do běžné služby, a to i za přítomnosti služebních vozidel. Vyzbrojeni byli cvičnými zbraněmi fungujícími na stejném principu jako zbraně ostré. Spojení s operačním střediskem bylo zajištěno standardní radiostanicí na cvičném kanálu.

Situace byla namodelována tak, že ve středočeském kraji během odpoledních hodin došlo k přepadení a usmrcení muže střelnou zbraní. Pachatel následně odcizil vozidlo poškozeného a odjel neznámo kam. Z toho důvodu, že se jedná o nebezpečného pachatele, byla informace o události předána přes operační středisko i zásahové jednotce, která byla v pohotovosti připravena k okamžitému výjezdu. Za pomoci sociálních sítí a televizního vysílání byla PČR zveřejněna pomoc při pátrání po vozidle a doposud neznámém pachateli. Během pár hodin bylo na tísňovou linku policie oznámeno, že bylo spatřeno hledané vozidlo černé barvy se shodnou registrační značkou, jak vjíždí do areálu

a následně z vozidla vystoupila jedna osoba, která se nachází v areálu. Na linku byl předán i popis osoby, která z vozidla vystoupila. K popisu osoby bylo uvedeno, že se jedná o muže středního věku a vyšší postavy, který má na sobě červenou mikinu. Z důvodu, že areál byl velkého rozsahu a ze strany policie nechtělo dojít k vyrušení pachatele vrtulníkem letecké služby PČR, byla operačním důstojníkem na místo vyslána hlídka DRON a zásahová jednotka.

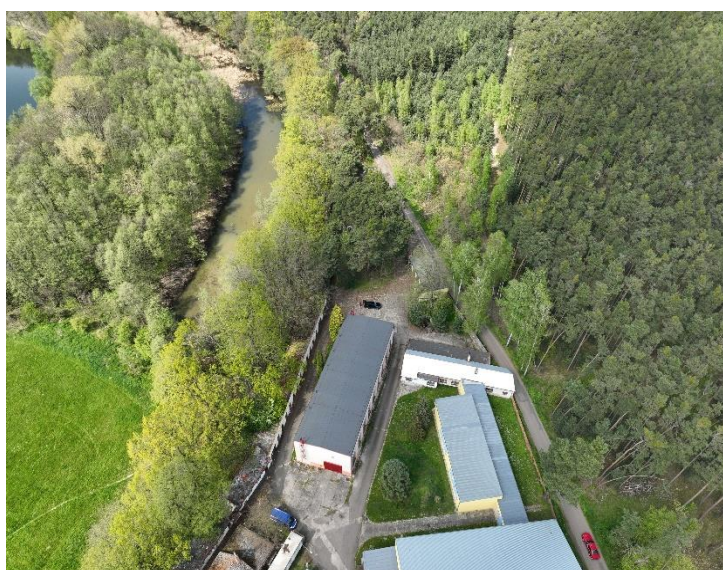
Hlídka DRON zastavila v bezpečné vzdálenosti od objektu a o pár minut později se na místo dostala i skupina zásahové jednotky. Operátor dronu si připravil dron a vzletl nad areál, kde se měl nacházet nebezpečný pachatel. Let byl proveden ve výšce 100 m nad zemí. Během pár minut bylo nalezeno vozidlo, které bylo odcizeno, a u vozidla stála osoba odpovídající popisu. Operátor dronu za pomoci obrazového přenosu ukázal skupině zásahové jednotky místo, kde se možný pachatel nachází. Členové zakročující skupiny se rozdělili na dva mikro týmy a vjeli do areálu. Takticky se přiblížili ze dvou stran k objektu tak, aby nebyli na dohled. Za pomoci radiostanice oba týmy navázaly spojení mezi sebou a s operátorem dronu. Poté oba zasahující týmy provedly přiblížení k objektu po plášti budovy a následně byl proveden zákrok proti ozbrojenému pachateli. Ten byl na místě zpacifikovaný a okamžitě se doznal k události, co provedl.

Na obrázku č. 14 je za pomoci dronu DJI Mavic 3 zobrazen celý areál, kde se měl pachatel nacházet. Do areálu je vjezd umožněn jen jedním vjezdem. Jak je na obrázku vidět, v areálu se nachází několik budov a součástí areálu je i les u příjezdové cesty.



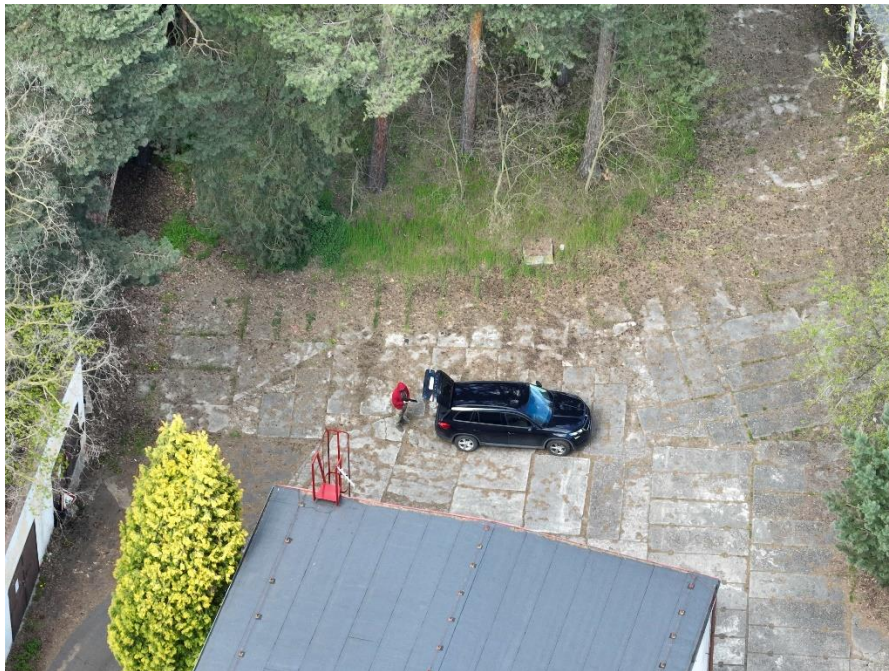
Obrázek 14- Celkový pohled na areál. Zdroj: vlastní

Obrázek č. 15 nám znázorňuje zachycení pachatele u vozidla, který se nachází za halou v prostoru objektu. Tato fotografie byla pořízena bez pomoci přiblížení objektivu. V tuto chvíli byla skupině zásahové jednotky předána informace o tom, kde se pachatel nachází, a byla přeposlána fotografie objektu.



Obrázek 15- Vyhledání pachatele. Zdroj: vlastní

Obrázek č. 16 je ze stejného místa jako obrázek č. 15, avšak za použití 7násobného optického ZOOMu, na kterém je vidět detailnější pohled na pachatele, který je blíže identifikovaný dle popisu. Pachatel se nachází u zadní části vozidla, kde je vidět, že muž drží v ruce zbraň.



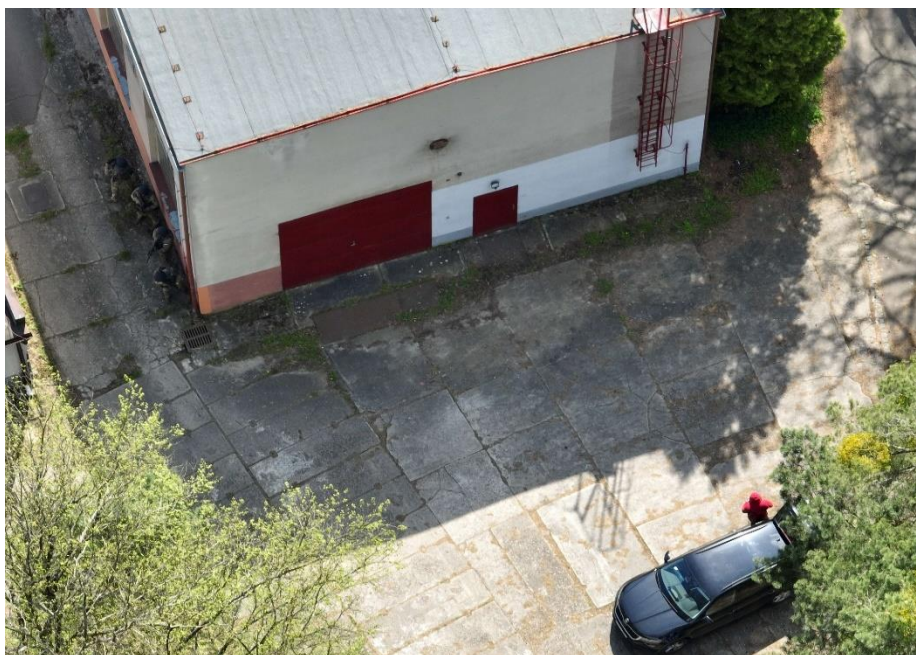
Obrázek 16- Využití optického zoomu. Zdroj: vlastní

Obrázek č. 17 znázorňuje odstavení vozidel zásahové jednotky před halou, a to v bezpečné vzdálenosti od pachatele. V tento okamžik byla skupina již připravena k zákroku a jak bylo rozhodnuto velitelem skupiny, tak taktický postup byl po plášti budovy k pachateli.



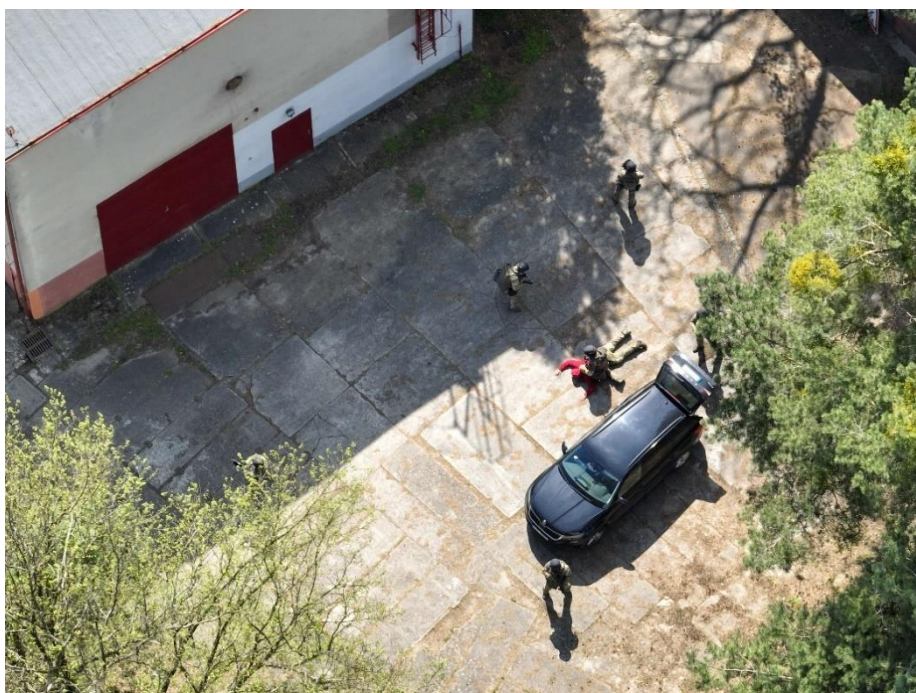
Obrázek 17-Příprava zásahové jednotky k zákroku. Zdroj: vlastní

Obrázek č. 18 ukazuje přístup členů zásahové jednotky podél pláště budovy ze dvou stran pro efektivní zákrok, vyčkání jednoho mikro týmu na příchod druhého na kraj budovy a spojení se obou mikro týmů za pomoci radiostanice pro jednotný přístup k vozidlu a pachateli.



Obrázek 18- Načasování pro současný zákrok zásahové jednotky. Zdroj: vlastní

Obrázek č. 19 zabírá zpacifikovaného pachatele na místě se zajištěnou střelnou zbraní. Následně byla provedena kontrola vozidla a zajištění perimetru vozidla pro bezpečnost zakročujících policistů.



Obrázek 19- Zadržení pachatele zásahovou jednotkou. Zdroj: vlastní

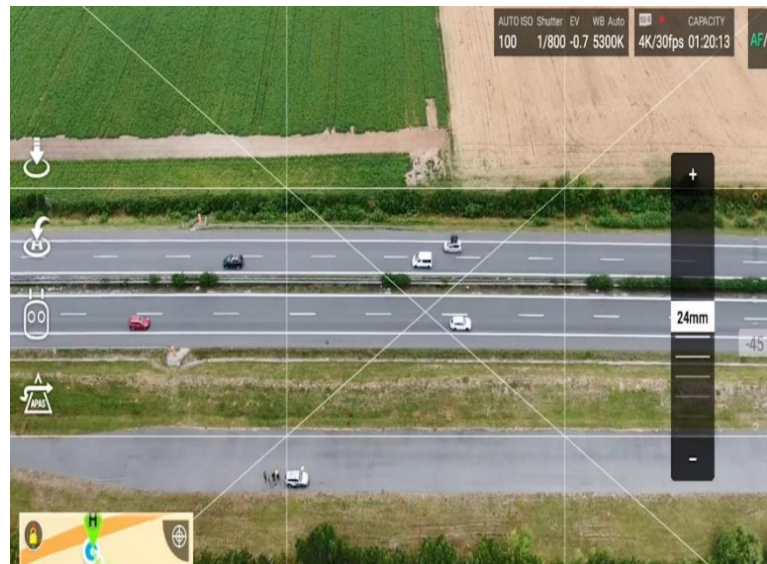
5.3 Modelová situace č. 2

Tématem modelové situace byla spolupráce výjezdové skupiny DRON a dopravní policie při pomoci na preventivním dohledu na bezpečnost a plynulost silničního provozu. V této modelové situaci bylo využito dronu DJi Mavic 2, který byl napojen na systém RCE, k vyhodnocování dat pořízených ze záznamu z dronu, který je vysílán do přenosné stanice, kde jsou výsledky okamžitě k dispozici. Připojení dronu k systému může být jak přes datové spojení, tak i za pomoci připojeného datového kabelu mezi systémem a samotným dronem. Tato situace byla pořízena za běžné dopravní situace z důvodu většího počtu vozidel a lepších možností dokumentace. K samotné modelové situaci bylo využito dvou míst, a to z důvodu, aby bylo možné zobrazení i křižovatky. Tyto měření a vyhodnocování se provádějí nejčastěji ve výšce okolo 70-100 m nad zemí. V této modelové situaci bude znázorněno, jak je systém schopný změřit rychlosti vozidel, odstup mezi samostatnými vozidly nebo dodržování zastavení vozidel na křižovatce se signálem Stůj, dej přednost v jízdě.

K modelové situaci bylo využito bezpečné místo pro vzlet a přistání dronu. Toto místo bylo vybráno z důvodu velké frekvence vozidel na silnici, tudíž bylo vhodné k patřičnému měření. Nejdříve došlo k samotnému monitoringu dopravní cesty za pomoci dronu, a následně k zadání parametrů do systému RCE. Tento systém je sám schopen si vyhodnotit dle velikosti vozidla, o jaký druh vozidla se jedná, a sám si označí vozidlo přiděleným číslem pro lepší přehled ve vyhodnocení. V prvním případě měření se jednalo o zjištění rozestupů mezi samotnými vozidly v provozu, kdy zadáním údajů, které chceme měřit do systému, nám program vyhodnocoval rozestupy mezi vozidly. Jako další parametr byl nastaven měření rychlosti vozidel a v posledním případě se jednalo o kontrolu zastavení na křižovatce se značkou Stůj, dej přednost

v jízdě. Při testu na zastavení na dopravní značce bylo do mapy zakresleno dle souřadnic místo, kde by mělo vozidlo přijíždějící ke křižovatce zastavit, a to cca 10 metrů od hranice křižovatky až po samou hranici křižovatky. Následně se vyobrazený prostor zbarvil, když bylo vozidlo již v měřeném prostoru, a poté vyhodnotil dle rychlosti vozidla, zda bylo řidičem na místě zastaveno či nikoli.

Na obrázku č. 20 je zachycen pohled na silnici před samotným měřením. Tento pohled je důležitý pro samotné měření z důvodu monitoringu místa ohledně bezpečnosti jak obsluhy dronu a systému, tak i pro samotné účastníky silničního provozu.



Obrázek 20- Monitoring místa. Zdroj: vlastní

Na obrázku č. 21 je výbava k vyhodnocování dat. Ta se skládá z přenosných kufrů, vyhodnocovacího zařízení s nainstalovaným systémem pro měření, napájecího zařízení a kabelů pro připojení samotného dronu.



Obrázek 21- Vybavení měřicího systému. Zdroj: vlastní

Na obrázku č. 22 je znázorněno vyhodnocení situace, kdy jsou označeny vozidla jednotlivými ID identifikátory, a zobrazení rychlosti vozidel, časový rozestup mezi jednotlivými vozidly a rozestup v metrech.



Obrázek 22- Vzdálenost mezi vozidly. Zdroj: vlastní

Obrázek č. 23 znázorňuje samotné měření rychlosti vozidel.



Obrázek 23- Měření rychlosti vozidel. Zdroj: vlastní

Na obrázku č. 24 jsou znázorněny všechny parametry, které byly na začátku modelové situace popsány. Je zde náhled na křižovatku s vyobrazeným ohraničením, kde by vozidlo mělo zastavit dle příslušné dopravní značky.



Obrázek 24- Kontrola vozidel v křižovatce. Zdroj: vlastní

Druhá modelová situace popisuje situaci, kdy jsou drony využívány v rámci dohledu nad bezpečností silničního provozu. Z hlediska situací v dopravě nalezneme pro drony však i jiné využití, jelikož mohou být velkým pomocníkem dopravních policistů při dokumentaci a následnému vyšetřování dopravních nehod.

5.4 Výhody a nevýhody dronů

5.4.1 Výhody

- **Finance** – Náklady na drony jsou mále, ať už v pořizovací ceně samotného dronu, vyškolení obsluhy pilota dronu, nebo náklady spojené se servisem či obměně samotného dronu. Oproti využitelnosti policejních vrtulníků při zásahu, kde cena začíná okolo 50 000 Kč za hodinu letu, spočívají náklady na provoz dronu jen v nabití baterie samotného dronu a jeho ovladače.
- **Obsluha** – Pilot dronu je velmi rychle vycvičen a vyškolen, což je důležité z hlediska samotného chodu útvaru, který žádá o vyškolení svého příslušníka. Samotná obsluha dronu je nenáročná, a přesto velmi efektivní.

- **Nízká hlučnost** – V rámci PČR, kdy je zapotřebí nepozorovatelného letu, je obrovská výhoda i to, že dron je velmi málo hlučný. Již od pár desítek metrů nad samotným objektem je dron takřka neslyšen, ale i neviděn, což je pro policii přínosem.
- **Nízká hmotnost** – K převozu dronu, díky své hmotnosti a rozměrech složeného dronu, nám postačí osobní automobil. Vzhledem k oblibě menších typů dronů se může dron přenášet i v batohu či brašně, který se dá přikoupit přímo na vybraný dron.
- **Výbava** – V této době, kdy vývoj dronů jde neustále dopředu, se u dronů v cenové dostupnosti pár desítek tisíc Kč naskytne velké množství příslušenství, ať už je to samotná kamera s výborným rozlišením a zoomem, tak i termokamera nebo přídatné komponenty jako světlo, reproduktor, či u větších dronů různé druhy snímačů.

5.4.2 Nevýhody

- **Akumulátory** – Výdrž akumulátoru se pohybuje v řádu desítek minut. Při potřebě průzkumu většího prostoru, např. při pátrání po osobě, by bylo efektivnější disponovat větší výdrží baterie. Jako každý akumulátor, také ten u dronu je náchylný na teplotu, tudíž při nižších teplotách ztrácí svoji kapacitu rychleji a při vyšší teplotě dochází k přehřátí samotného akumulátoru. Dále dochází k poklesu své kapacity z důvodu stárí.
- **Meteorologické podmínky** – V současnosti existují již drony, které je možno využít i za nepříznivého počasí, jako je déšť. Co se však týká menších dronů, ty provozovat v dešti nelze. Jako další nežádoucí jev k provozu dronu je silný vítr, kdy poryvy větru vytváří nebezpečí ztráty kontroly nad dronem, a poté může dojít k pádu dronu. Provoz dronu není možný ani za snížených viditelnostních podmínek, jako je třeba mlha. V tomto případě by byl vzlet dronu kontraproduktivní, protože by za pomoci kamery nebylo možné pozorování.
- **Rušičky** – Ačkoli jsou rušičky dronů zakázány, přece jen by se v civilním sektoru mohla nějaká objevit, čímž by došlo k ohrožení a následnému

pádu dronu. Samotný dron je přece jen elektronický přístroj, tudíž je nebezpečí i případného hackerského útoku.

- **Dostupnost** – Vzhledem ke snadné dostupnosti dronů dochází i k situacím, kdy si civilní osoby chtějí natočit třeba zásah složek IZS, ke kterému se blíží vrtulník policie, či zdravotnický vrtulník, a dochází k ohrožení samotných pilotů a posádky vrtulníků. Jako nevýhodu snadné dostupnosti by bylo vhodné zmínit i pozorování chráněných objektů.
- **Nebezpečí hrozby** – Drony mohou představovat hrozby i jako nosiče nebezpečných předmětů, které by poté mohly být shozeny na svůj cíl.
- **Konstrukce** – Konstrukce dronu není odolná na nárazy či pády, tudíž při nárazu do překážky, či při pádu i z malé výšky, dochází ke škodě nebo rovnou ke zničení celého dronu.

6 DISKUZE

Cílem praktické části této práce bylo provedení rozhovoru s odborníkem na problematiku dronů. Touto osobou byl plk. Ondřej Smotlacha, který se dronům věnuje v rámci PČR. Výstupem tohoto rozhovoru je zhodnocení využitelnosti dronů složkami IZS. Rozhovor obsahuje 9 otázek, ve kterých je jasně popsán současný stav a význam dronů pro práci policie.

Z rozhovoru vyplývá, že drony jsou již nyní nedílnou součástí a velkým pomocníkem pro plnění úkolů policie. Plk. Smotlacha v rozhovoru uvádí, že drony se využívají pro široké spektrum policejních činností, od monitoringu různých situací, přes pátrací akce až po dokumentaci míst trestných činů nebo dopravních nehod. Zde spatřuji výrazné zefektivnění práce policie, jelikož prostředek, jakým je dron, velmi těžko nahradí sám člověk. Výhoda létání je v těchto případech nesporná.

V rozhovoru je také uvedeno, že vybavení policie drony je na vzestupu, tudíž je zde snaha o rozvoj a širší zapojení dronů. Do budoucna lze dle plk. Smotlachy předpokládat rozvoj nejen v rozšíření dronů v rámci policie po celé republice, ale také jejich technologický vývoj, což s sebou přinese nespočet dalších výhod a další formy využití.

Jelikož jsem sám vyškoleným pilotem dronu u PČR, výhody jejich využití jsem popsal na vybraných modelových situacích. V prvním případě se jedná o ukázkou toho, jak dron pomáhá policii, konkrétně zásahové jednotce, v hledání nebezpečného pachatele v rozsáhlém objektu. Scénář situace byl takový, že zásahová jednotka byla vyrozuměna o nebezpečném ozbrojeném pachateli, který usmrtil osobu střelnou zbraní a následně odcizil její vozidlo. Po oznámení na tísňovou linku, kde se má pachatel nacházet, měl být policisty vyhledán a zadržen. Na této situaci je názorně ukázáno, jak drony přispívají k bezpečnosti

zasahujících policistů. Bez jejich použití by totiž rozsáhlý objekt museli prohledávat bez jakýchkoli informací, což s sebou v případě ozbrojeného pachatele nese značné riziko. S použitím dronu lze však místo dopředu zmapovat z výšky. Na přiložených obrázcích jsou přiloženy fotografie pořízené z dronu, kde je krásně vidět, jakými technologiemi dron disponuje. Zachycen je celkový pohled na areál, kde se měl pachatel nacházet, a po monitoringu oblasti dronem můžeme vidět na fotografiích záběry z dronu, které zachycují vyhledanou osobu, která odpovídá popisu. Díky využití optického zoomu lze pachatele i z výšky, ve které se dron, nachází, celkem přesně odhalit a na základě obrazového materiálu i potvrdit, že se jedná o osobu odpovídající popisu. Ukázán je i postup zásahové jednotky, což při správném spojení pilota dronu se zasahujícími členy opět přináší značné výhody, jelikož jsou ve spojení a pilot dronu může na základě přenášeného obrazu i během zákroku informovat své kolegy o aktuálním vývoji situace. Díky použití dronu se tak rizika pro zasahující příslušníky policie značně zmenšila a precizní prací všech zúčastněných byl pachatel zadržen, na čemž se samozřejmě výrazně podílí i pilot se svým dronem, ačkoliv oproti ostatním není přímo v místě zásahu, nýbrž v bezpečné zóně.

Na druhé modelové situaci je znázorněno použití dronu v sice ne tak nebezpečné situaci, ovšem i přes to se jedná o situaci, kde je dron významným pomocníkem. V rámci činnosti dopravní policie by bez dronů byli policisté odkázáni pouze na pozemní síly a prostředky. Dohled nad bezpečností silničního provozu a odhalování přestupků v dopravě je dle mých vlastních zkušeností mnohdy složitou záležitostí. Dohled vykonávaný policisty ve vozidlech je značně omezen počtem zkontrolovaných řidičů. Drony však zvládnou mnohem větší výkon, co se týče nejen kvantity, ale také kvality, jelikož jsou schopny zároveň poskytovat důkazní materiály v podobě fotografií. Dron vybavený moderními technologiemi nacházející se ve vzduchu nad

vybraným silničním úsekem je dle mého názoru o mnoho efektivnější než pozemní hlídka. Zároveň si myslím, že zde opět svou roli hraje i bezpečnost, jelikož řešení jakékoliv situace v provozu např. na dálnici či frekventované silnici může ohrozit policisty, kteří takovou situaci řeší. Jak je popsáno, a i názorně ukázáno v modelové situaci č. 2, pomocí dronu je nejprve zmapováno kontrolované místo, jehož parametry jsou zavedeny do systému. Poté už je škála použití opět široká, jelikož dron dokáže měřit např. vzdálenost mezi vozidly či rychlost vozidel, nebo kontrolovat respektování dopravního značení, ať už se jedná o dopravní značení svislé nebo vodorovné.

Stejně tak lze v rámci dopravní policie využít drony i k mapování míst dopravních nehod, což je dle mého názoru rychlejší a také efektivnější, jelikož snímky pořízené dronem jsou mnohem přehlednější, zaberou větší část místa než fotografováním ze země a tím pádem přináší policistům šetřícím dopravní nehody mnohem kvalitnější a rychlejší informace, které zkrátí jejich práci o podstatnou dobu.

Na základě poznatků získaných rozhovorem a vlastních zkušeností jsem uvedl na závěr praktické části výhody a nevýhody použití dronů v rámci IZS. Jedna z výhod jsou určitě finanční náklady. Ačkoliv pořízení samotného dronu, schopného takových činností, aby dokázal být efektivním pomocníkem, není úplně levná záležitost, dá se říct, že náklady na jeho provoz nejsou ve výsledku tak nepříznivé, pokud bereme v úvahu to, že obdobných výsledků by jinak šlo dosáhnout pouze za použití vrtulníků, jejichž cena letové hodiny začíná na 50 000 korunách. Oproti tomu je pořizovací cena dronu i s řádným vyškolením jeho pilotů či náklady na údržbu stále nízká v poměru s využitím vrtulníku.

Stejně tak lze v porovnání s vrtulníky zmínit i výcvik pilotů, jelikož stát se pilotem dronu není zdaleka tak náročné. Výcvik a vyškolení je relativně

rychlou záležitostí, obsluha dronu je nenáročná, a přesto lze jejich použitím dosáhnout obdobných, ne-li lepších výsledků, jelikož lze nalézt mnoho věcí, které drony na rozdíl od vrtulníků zvládnou.

Další nespornou výhodou je nízká hlučnost. Nejen proto, že při jeho nasazení neruší, ale také se neprozradí, když je zapotřebí uskutečnit nepozorovaný let, což je například pro policii v některých situacích velmi přínosné. Stejně tak jsou jeho parametry a nízká hmotnost výhodou ve vztahu k přepravě, jelikož pro přenos či převoz dronu postačí mnohdy batoh či brašna, u větších pak osobní automobil.

V neposlední řadě hraje velkou roli výbava, kterou může dron disponovat. V dnešní době a pokročilém vývoji umí drony s pořizovací cenou v řádech desítek tisíc velké množství věcí. Dle mého názoru je jedním z nejzásadnějších komponentů pro práci PČR a HZS termokamera, která u policie může pomoci najít pohřešované osoby v nepřístupném terénu, nebo u hasičů odhalit skrytá ohniska např. při lesních požárech či požárech jiných rozsáhlých území.

Co se týče nevýhod, které jsem v používání dronu našel, jednou z těch hlavních je akumulátor, který dronu dodává energii pro to, aby mohl fungovat. Výdrž akumulátorů je totiž v řádech desítek minut, což v některých situacích nemusí být dostatečné. Zajištění delší výdrže baterie by jednoznačně bylo velkým přínosem, otázkou je, zdali je možné tohoto technicky dosáhnout.

Další z nevýhod jsou meteorologické podmínky, které bohužel nelze úplně ovlivnit. Ačkoliv některé z dnešních dronů jsou již na nepřízeň počasí připraveny, u menších dronů nelze zaručit, že déšť či silný vítr přežijí ve stavu, v jakém by fungovaly. Stejně tak nelze drony efektivně nasadit při snížených

viditelnostních podmínkách, je-li potřeba např. obrazového přenosu pomocí kamery.

Jako jeden z negativních aspektů uvádím i dostupnost dronů, avšak ne tak úplně ve vztahu ke složkám IZS, jakožto k civilním osobám. Vzhledem k poměrně snadné dostupnosti dronů a jejich velké popularitě jsme i v našem území již zažili situaci, kdy se na místo zásahu u nějaké události chtěli dronem podívat nejen zasahující, ale také civilní osoby. V takovém případě je velmi snadné ohrozit např. přistávající vrtulník. Myslím si, že i přes to, že je takové jednání zakázáno, existuje reálné nebezpečí, že takových situací bude přibývat, jelikož zvědavost lidí je v souvislosti s netěžkým pořízením dronu velkým lákadlem. Ve vztahu k civilním osobám lze mít za negativum i to, že stejně tak, jako dokážou drony nést předměty ve prospěch složek IZS, jsou schopny nést i předměty ve prospěch civilních osob, a to i předměty nebezpečné. Dle mého názoru je takové použití dronu další snadnou metodou, jak ohrozit obyvatelstvo např. teroristickým útokem.

Po zhodnocení všech pozitiv a negativ spatřuji ve dronech opravdu značnou pomoc, v této době možná ještě ne tak doceněnou. Jakožto člověk, který má s dronem zkušenosti, doufám, že jejich rozvoj do budoucna bude vzrůstat, jelikož je zde dle mého názoru velká příležitost, jak rozvoj dronů přetavit k užitku složkám IZS. Každá činnost vedoucí k záchraně lidí či zajištění jejich bezpečnosti by měla být zefektivněna na maximum, čehož lze pomocí dronů dosáhnout. Ačkoliv nechci zpochybnit lidský faktor, tak v současné době pokročilých technologií je již nesmysl tyto technologie nevyužívat, jelikož si myslím, že s jejich pomocí je právě onen lidský faktor ještě mnohem výkonnější než bez nich.

7 ZÁVĚR

V této práci jsem se věnoval tématu Dronů a jejich využití v rámci IZS. Drony neboli bezpilotní letouny, jsou letadla bez posádky, jejichž řízení je možné na dálku. Díky svým vlastnostem mají u IZS nejrůznější využití v situacích, kdy je potřeba vnést do situace pohled z výšky nebo kdy je nasazení dronů z hlediska bezpečnosti výhodnější, než nasazení samotných osob.

Cílem teoretické části bylo stručně seznámit čtenáře s pojmem IZS a s jeho dvěma základními složkami – HZS ČR a PČR. Dále mělo být srozumitelně popsáno a vysvětleno, co to vlastně dron je, jaká je jeho konstrukce a jaké obsahuje systémy. Teoretická část měla také za úkol zmínit legislativu, popsat třídy a kategorie dronů a uvést pravidla létání. Na závěr teoretické části jsou charakterizovány drony v současnosti využívané složkami IZS.

Úkolem praktické části bylo provedení rozhovoru s odborníkem z řad IZS, se kterým bylo pohovořeno vzhledem k jeho příslušnosti k policii o aktuálním stavu využívání dronů u PČR. Další část je věnována dvěma vytvořeným modelovým situacím, ve kterých je příkladně prezentováno, jaké využití drony mohou u složek IZS mít. Ve zbytku praktické části jsou pak uvedeny vyhodnocené klady a zápory používání dronů. V následné diskuzi jsou prezentovány výsledky a poznatky získané v části praktické.

Věřím, že se mi podařilo mnou zvolené téma zpracovat tak, aby i čtenář neznalý této problematiky dokázal pochopit, o co se jedná, a aby ho dané téma alespoň trochu zaujalo. Drony jsou téměř určitě budoucností pro práci složek IZS. Cíle, které byly pro tuto práci vytyčeny, byly splněny a doufám, že tato bakalářská práce bude přínosem nejen pro mě, ale i pro čtenáře, které dané téma zajímá, nebo se jím zabývají.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

IZS Integrovaný záchranný systém

HZS ČR Hasičský záchranný sbor České republiky

PČR Policie České republiky

KRPS Krajské ředitelství policie Středočeského kraje

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. *Hasičský záchranný sbor České republiky: Integrovaný záchranný systém* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranny-system.aspx>
2. *Hasičský záchranný sbor České republiky: Postavení a úkoly* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/postaveni-a-ukoly-postaveni-a-ukoly.aspx>
3. *Zákon č. 320/2015 Sb: Zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů* [online]. Česko, 2015 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>
4. *Hasičský záchranný sbor České republiky: Historie* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/uvod-hasicsky-zachranny-sbor-cr-historie.aspx>
5. *Hasičský záchranný sbor České republiky: Organizace* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/organizace-organizace.aspx>
6. *Hasičský záchranný sbor České republiky: Závěrečná informace k realizovanému projektu Národní základny humanitární pomoci* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/zaverecna-informace-k-realizovanemu-projektu-narodni-zakladny-humanitarni-pomoci.aspx>
7. *112: Uplatnění bezpilotních letounů u hasičů*. Praha: Hasičský záchranný sbor České republiky, 2019, 1/2019(XVIII). ISSN 1213-7057.
8. *Jak pomáhají drony českým hasičům v kritických situacích?* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.redbull.com/cz-cs/tech-drony-a-cesti-hasici-hzs-vyuziti-zachrana>
9. *Policie České republiky* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/o-nas-policie-ceske-republiky-policie-ceske-republiky.aspx>

10. *Policie české republiky* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Policie_%C4%8Cesk%C3%A9_republiky
11. 30 let policie - ŠTEINBACH, Miroslav. *30 let Policie České republiky*. Praha: Policejní prezidium ČR, 2021. ISBN 978-80-908139-0-8
12. *Policie České republiky: Vybavení Letecké služby PČR novými drony* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/vybaveni-letecke-sluzby-pcr-novymi-drony.aspx>
13. *Využití dronů u Policie ČR* [online]. 2019 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <http://tydenikpolicie.cz/vyuziti-dronu-u-policie-cr/>
14. *Policie České republiky: Policejní drony* [online]. 2017 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/policejni-drony.aspx>
15. *Co je dron?* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/co-je-dron>
16. *Fotografování z ptačí perspektivy - JURAČKA, Petr Jan. Drony - fotografování z ptačí perspektivy: co všechno potřebujete vědět o dronech a jejich využití pro leteckou fotografii a video*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-5787-2
17. HALLIDAY, Brian. *Drones: The Professional Drone Pilot's Manual*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. ISBN 978-1978442658.
18. *Jak funguje systém GPS dronu?* [online]. 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://ts2.space/cs/jak-funguje-system-gps-dronu/>
19. *Jak funguje gyroskopický systém dronu?* [online]. 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://ts2.space/cs/jak-funguje-gyroskopicky-system-dronu/>
20. *222 tipů a triků - KARAS, Jakub. 222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4874-7

21. *Jak funguje systém magnetometru dronu?* [online]. 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://ts2.space/cs/jak-funguje-system-magnetometru-dronu/>
22. HOHENHOLE, Stephan. *Drony: stručně a přehledně: výběr vhodného modelu, ovládání, foto a video, legislativa*. Frýdek-Místek: Alpress, 2016. ISBN 978-80-7543-234-6.
23. KOCOUREK, Jaroslav a Jaroslav ŘEŠÁTKO. *Drony: praktická příručka pro majitele dronů DJI*. Třetí vydání. Praha: Telink, spol. s r.o., 2021. ISBN 978-801-1001-865.
24. TAL, Daniel a John ALTSCHULD. *Drone technology in architecture, engineering, and construction: a strategic guide to unmanned aerial vehicle operation and implementation*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2021. ISBN 978-111-9545-880
25. KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4
26. *Legislativa a pravidla létání pro drony* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/legislativa>
27. *Kategorie (rozdělení podle druhu provozu): Evropská legislativa* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/cs/Novinky-clanky/legislativa/kategorie-rozdeleni-podle-druhu-provozu>
28. *Vše o bezpilotním létání* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://letejtezodpovedne.cz/vse_o_letani
29. *Jaké jsou požadavky v jednotlivých podkategoriích „otevřené“ kategorie?* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/ufaqs/jake-jsou-pozadavky-v-jednotlivych-podkategoriich-otevrene-kategorie/>

30. *Pravidla pro létání s drony 2021* [online]. 2021 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa#kde-letat>
31. *Pravidla létání s drony v České republice* [online]. 2016 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.rcprofi.cz/poradna/pravidla-letani-s-drony-v-cr>
32. *Třídy letadel (rozdělení podle technických parametrů): Evropská legislativa* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/cs/Novinky-clanky/legislativa/tridy-letadel-rozdeleni-podle-technicky-parametru>
33. *Jak se orientovat v letecké mapě a předejít tak problémům při létání s dronem?* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/jak-se-orientovat-v-letecke-mape-a-predejit-tak-problemum-pri-letani-s-dronem>
34. *Drony a problematika jejich provozu v okolí letiště* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/drony>
35. *Ochranná pásma* [online]. 2022 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://www.kolmanl.info/index.php?show=leg_OP
36. *Dronview* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://dronview.rlp.cz/>
37. *Dron DJI Mavic 2 Zoom* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/dji-mavic-2-zoom>
38. *Dron Mavic 2 Enterprise Advanced* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/dron-mavic-2-enterprise-advanced>
39. *BRUS – Bezpilotní Rotorový Univerzální Systém* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vtusp.cz/produkty/pruzkumne-a-monitorovaci-systemy/brus/>

40. *Dron DJI Matrice 210 RTK V2* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
<https://dronpro.cz/dron-dji-m210-rtk-v2>

41. *Hasiči v Karlovarském kraji mají unikátní velitelský vůz s dronem, poskytne přehled nad místem zásahu* [online]. 2020 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z:
<https://www.pozary.cz/clanek/232901-hasici-v-karlovarskem-kraji-maji-unikatni-velitelsky-vuz-s-dronem-poskytne-prehled-nad-mistem-zasahu/>

42. NOVÁK, Jan Antonín. *Drony: Kompletní průvodce včetně přehledu nové legislativy*. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-4269-9

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Vybavení vozidla PČR. Zdroj: vlastní.....	18
Obrázek 2 - Vrtule. Zdroj: vlastní	21
Obrázek 3- Akumulátor. Zdroj: vlastní.....	24
Obrázek 4- Dálkový ovladač. Zdroj: vlastní.....	25
Obrázek 5- Kamera na závěsu. Zdroj: vlastní.....	26
Obrázek 6- Senzory. Zdroj: vlastní	29
Obrázek 7- Letové omezení. Zdroj: [30].....	37
Obrázek 8- Znázornění pravidel létání v blízkosti letišť. Zdroj: [28]	45
Obrázek 9- Letecká mapa pro piloty dronu. Zdroj: [36].....	47
Obrázek 10- DJI Mavic 2 ZOOM. Zdroj: vlastní	50
Obrázek 11- DJI Mavic 2 Enterprise advanced. Zdroj: vlastní	51
Obrázek 12- BRUS. Zdroj: [14]	53
Obrázek 13- DJI Matrice 210 RTK V2. Zdroj: [41].....	54
Obrázek 14- Celkový pohled na areál. Zdroj: vlastní	61
Obrázek 15- Vyhledání pachatele. Zdroj: vlastní	61
Obrázek 16- Využití optického zoomu. Zdroj: vlastní.....	62
Obrázek 17-Příprava zásahové jednotky k zákroku. Zdroj: vlastní.....	63
Obrázek 18- Načasování pro současný zákrok zásahové jednotky. Zdroj: vlastní.....	64
Obrázek 19- Zadržení pachatele zásahovou jednotkou. Zdroj: vlastní.....	64
Obrázek 20- Monitoring místa. Zdroj: vlastní.....	66
Obrázek 21- Vybavení měřicího systému. Zdroj: vlastní	67
Obrázek 22- Vzdálenost mezi vozidly. Zdroj: vlastní.....	67
Obrázek 23- Měření rychlosti vozidel. Zdroj: vlastní	68
Obrázek 24- Kontrola vozidel v křižovatce. Zdroj: vlastní	69

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1-DJI Mavic 2 ZOOM Zdroj: [37]	49
Tabulka 2-DJI Mavic2 Enterprise Advanced. Zdroj: [38].....	51
Tabulka 3- BRUS. Zdroj: [39]	52
Tabulka 4- DJI Matrice 210 RTKV2. Zdroj: [40].....	54