

**Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informačních technologií**

**Využití dronů v integrovaném záchranném systému ČR z pohledu
kybernetické bezpečnosti, IS a návazností na SmartCities
Bakalářská práce**

Autor: Marek Šimák
Studijní obor: Informační managementu

Vedoucí práce: Ing. Bc. Hana Švecová

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/zpracovala samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 29.4.2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'G. M. V.', written in a cursive style.

vlastnoruční podpis
Jméno a Příjmení

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Bc. Haně Švecové za metodické vedení práce a odbornou pomoc při zpracovávání mé bakalářské práce.

Anotace

Cílem bakalářské práce je analýza a komparace využití bezpilotních letadel (dronů) z legislativního a konstrukčního řešení v návaznosti na využití v integrovaném záchranném systému ČR v koncepci Smart Cities.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, na část teoretickou a část praktickou. Teoretická část rozpracovává legislativní rámec bezpilotních letadel a záchranný systém ČR. V praktické části jsou analyzovány dílčí typy bezpilotních letadel z konstrukčního hlediska s následnou komparací a využitím u záchranných složek v ČR v návaznosti na bezpečnost obyvatel a koncepci Smart Cities.

Annotation

Title: Use of drones in the integrated rescue system of the Czech Republic from the point of view of cyber security, IS, and connections to SmartCities.

The aim of the bachelor's thesis is to analyze and compare the use of unmanned aircraft (drones) from the legislative and design solution in connection with the use in the integrated rescue system of the Czech Republic in the concept of Smart Cities.

The bachelor thesis is divided into two parts, a theoretical part and a practical part. The theoretical part develops the legislative framework of drones and the rescue system of the Czech Republic. The practical part analyzes the partial types of unmanned aircraft from a design point of view with subsequent comparison and use by rescue services in the Czech Republic in relation to the safety of the population and the concept of Smart Cities.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle a metodika zpracování	3
3	Rozdělení dronů	4
4	Legislativní rámec UAV	8
5	Integrovaný záchranný systém ČR.....	10
5.1	Policie	12
5.2	Zdravotnické záchranné složky	14
5.3	Horská záchranná služba	16
5.4	Hasičský záchranný sbor	19
6	Drony v koncepci Smart Cities	23
7	Využití dronů v budoucnosti	30
8	Závěr.....	33
9	Seznam obrázků	34
10	Zdroje	35

1 Úvod

První zmínky o dronech pochází z období počátku 20. století. V roce 1916 Archibald Montgomery Low sestrojil první bezpilotní letoun Unmanned Aerial Vehicle (UAV – dron). Od té doby se UAV zlepšují, modernizují a přizpůsobují k aktivitám, pro které mají být využívány.

V současné době platí asi rok nová legislativa pro oblast využívání dronů. Majitelé dronů musí být vlastníky certifikátu, aby daný typ UAV mohli pilotovat. Složení certifikátu spočívá v náročném on-line testu. Certifikace neznamená jen to, že víme, jak dron pilotovat, ale také funguje jako obeznámení se s pravidly vzdušného civilního provozu (prostoru). Například na letištích a v jejím okolí je zakázáno létat, dále pak v zastavěných oblastech a vojenský oblastech je to restriktivně zakázáno s výjimkou zvláštního povolení.

Rozlišujeme i několik kategorií dronů, a to A1, A2 a A3. Pro každou skupinu jsou stanoveny konkrétní omezení a důležité parametry. Společnou vlastností dronů je to, že někde na zemi musí být někdo, kdo bude dron skrze ovladač neboli controller ovládat. Pro ovládání dronů rozlišujeme dva typy ovládání pomocí virtuální reality a pomocí ručního dálkového ovladače.

U dronů řešíme i mnoho dalších parametrů např. podle využití či rozlišení podle hmotnosti. Dále rozlišujeme drony na vnitřní a venkovní drony neboli outdoor a indoor. Při pohledu na drony musíme zhodnotit jejich funkce jako jsou například doba letu na nabití, dále třeba dosah dronu od controlleru a jeho rychlost při vodorovném letu. Další parametry dronů mohou být rozlišení kamery a její stabilizace, také můžeme u dronů nalézt funkce jako GPS, senzory proti střetu s objekty v okolí a různé softwarové funkce pro sledování objektů během natáčení bez asistence pilota atd.

Tato kvalifikační práce je zaměřena na analýzu a komparaci při využití dronů u integrovaného záchranného systému (IZS) zejména v souvislosti s ochranou obyvatel např. využití pro výstavbu budov, záchranu a bezpečnost lidí, zkoumání půdy v návaznosti na koncepci Smart Cities

Využití dronů v záchranném systému (IZS), u hasičského záchranného systému jsou drony využívány s termokamerou pro zkoumání polohy epicentra požáru. V cizině se snaží využívat i jiné technologie např. pro hašení ohně přímo z dronu pomocí tlakových lahví.

Dále drony mohou být využívány u záchranných a horských složek, kde pomocí termokamery záchranáři mohou jednodušeji najít zachraňovanou oběť. V horském prostředí umožňuje nasazení dronu rychlejší vypátrání osoby v nouzi. Tím je možné předcházet často

dlouhému hledání oběti a ztrátě drahocenného času při záchraně. Vždy ale záleží na konkrétní situaci, nasazení dronu není efektivní, pokud se jedná například o osobu zavalenou pod lavinou nebo v lese.

A jako poslední zde mohou být policejní složky, které pomocí dronů s kamerou přenášejí živý obraz a ukládají jako záznam do informačních systémů pro další zpracování např. pro boj s kriminalitou pro snazší a rychlejší identifikaci pachatelů anebo pohřešovaných osob.

2 Cíle a metodika zpracování

Cílem bakalářské práce je analýza a komparace využití bezpilotních letadel (dronů) z legislativního a konstrukčního řešení v návaznosti na využití v integrovaném záchranném systému (IZS) České republiky v koncepci Smart Cities.

V první teoretické části bude rozpracován legislativní rámec o provozu UAV v rámci zákona (č. 49/1997Sb.), který platí pro celou Evropskou unii (EU), a dále budou analyzovány jednotlivé typy UAV včetně základních parametrů.

V praktické části bude provedena komparace UAV s využitím záchrannými složkami České republiky spadajícími do IZS z pohledu bezpečnosti obyvatel v návaznosti na koncepci Smart Cities.

V závěru práce bude provedeno celkové zhodnocení využívání bezpilotních letadel u záchranných složek, a dále budou představeny možné budoucí trendy využití dronů pro ochranu obyvatel ve Smart Cities.

3 Rozdělení dronů

Bezpilotní letadlo neboli Unmanned Aerial Vehicle (UAV) je znám pod názvem dron, v překladu letadlo bez posádky. V technologickém kontextu se jedná o bezpilotní vozidlo, které je ovládáno buďto člověkem na dálku skrze controller nebo mohou létat autonomně, a to pomocí softwarově řízeného letového plánu. Uvnitř dronu je nahrán software, který slouží pro dálkové ovládání, přistávání, vzlet či pro další integrované funkce např. navigace, přenos obrazu z kamer.

Rozdělení dronů má přesně stanovené podmínky, které určují, do jaké skupiny konkrétní typ dronu spadá.

Rozlišují se dvě kategorie:

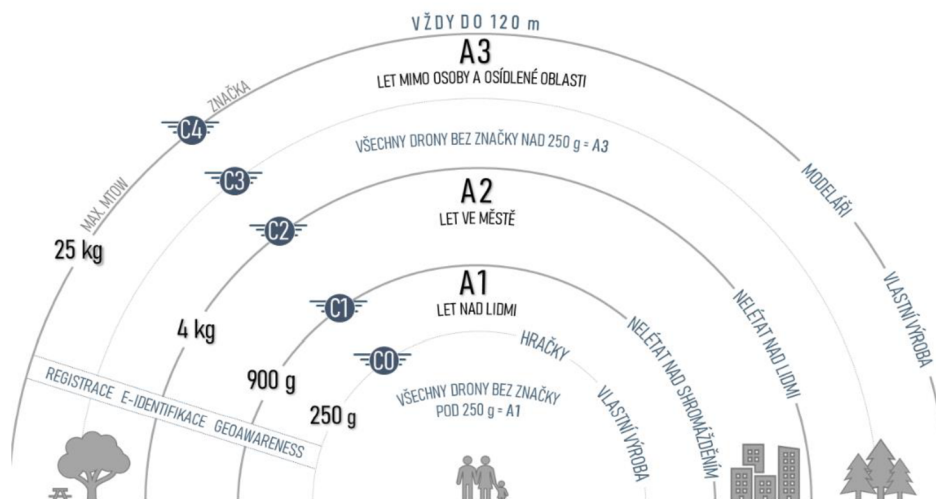
- otevřená,
- uzavřená.

V této bakalářské práci bude analyzována především otevřená kategorie, protože do uzavřené kategorie patří bojové a vojenské drony a drony se speciálním vybavením., jejichž bližší informace jsou vzhledem utajení téměř nedostupné.

Do otevřené kategorie spadají všechny drony, které nepřekračují hmotnost 25 kg, a přitom spadají do kategorie C0 až C4.

S drony lehčími než 500 gramů mohou létat za předpokladu, že nebudou přelétávány osoby, které nejsou zapojeny do provozu nebo nebude přelétáváno shromáždění osob. Drony překračující 500 gramů, s nejvyšší hmotností 2 kg však musí udržovat horizontální vzdálenost alespoň 50 metrů od nezapojených osob a pilot musí být držitelem osvědčení o způsobilosti řízení dronů. Do nejvyšší otevřené kategorie spadají všechny zbylé drony, které mají hmotnost od 2 kg do 25 kg za podmínky udržení horizontální vzdálenosti alespoň 150 metrů od obytných, průmyslových, rekreačních a obchodních oblastí a za letu v prostoru, kde pilot předpokládá, že nebudou ohroženy nezapojené osoby a stejně jako u kategorie předtím, pilot musí vlastnit osvědčení o způsobilosti řízení bezpilotního letadla (*Řízení letového provozu České republiky, 2020*).

Jak již bylo zmíněno v otevřené kategorii jsou další podkategorie a to A1, A2 a A3. Všechny tyto kategorie mají odlišné požadavky na přípustnou nejvyšší hmotnost těla dronu, dále se zde řeší minimální vzdálenost od nezúčastněných lidí a jako poslední úroveň kvalifikace a proškolení pilota dronu (*Řízení letového provozu České republiky, 2020*).



Obrázek 1 - Rozdělení podkategorií

Pravidla pro létání s drony v otevřené kategorii:

Skupina A1-C0

Do této kategorie spadají všechny drony, které nepřekračují maximální hmotnost bezpilotního letadla 250 g, to platí i pro letadla vlastní výroby. Dále zde dron nesmí překročit maximální horizontální výšku od země a to 120 m. Pokud dron není osazen kamerou či jiným přístrojem, který může zaznamenat video či pořídit fotografii, pilot zde nemusí mít registraci. Pokud však dron tímto přístrojem disponuje, pilot je nucen mít registraci o řízení daného typu letadla. Pokud tyto všechny pravidla dron i pilot splňují, pilot může létat nad osobami, které nejsou zapojeny do provozu. Nesmí však létat nad shromážděním osob a jinými zakázanými oblastmi (*Řízení letového provozu České republiky, 2020*).



Obrázek 2 - Podkategorie A1-C0

Skupina A1-C1

Do této kategorie spadají všechny drony, které mají od 250 gramů do 900 gramů. Pro létání s těmito drony je potřeba být vlastníkem osvědčení o tom, že danou kategorii mohou pilotovat. A současně zde platí, že pilot nesmí létat nad osobami, které nejsou součástí pilotování letadla, nebo lidé, kteří nepodali výslovný souhlas s tím, že nad nimi bude dron létat. Samozřejmě jako v každé ve výše uvedených kategoriích, provozovatel musí mít stále viditelný kontakt s dronem (*Řízení letového provozu České republiky, 2020*).



Obrázek 3 - Podkategorie A1-C1

Skupina A2-C2

Tato kategorie je již více zaměřená na profesionální typy dronů. Do této kategorie patří všechny drony od 900 gramů až po 4 kg. Pro piloty platí i striktnější pravidla. Pilot se zde nesmí přiblížit k nezúčastněným osobám blíže jak na 30 metrů. Výjimkou je, pokud dron vlastní funkci nízko rychlostního režimu, kdy je možné se při aktivaci se přiblížit na 5 metrů od nezúčastněných osob. Dále je zde nutností, aby pilot absolvoval zkoušku na Úřadu pro civilní letectví (ÚCL) nebo na letecké škole a samozřejmě absolvoval online test, který již byl zmíněn v předchozí kapitole (*Řízení letového provozu České republiky, 2020*).



Obrázek 4 - Podkategorie A2-C2

Skupina A3-C2, C3, C4

Do poslední podkategorií spadají drony s hmotností do 25 kg. Tyto drony jsou řízeny pouze profesionály, a podmínky jsou stejné jako pro kategorii C2, avšak v některých případech jsou pravidla striktnější. Pilot zde nesmí překročit minimální bezpečnou vzdálenost od obytných, obchodních, průmyslových či rekreačních oblastí (*Řízení letového provozu České republiky, 2020*).



Obrázek 5 - Podkategorie A3-C2, C3, C4

Souhrnné provozní a technické omezení je zobrazeno níže v tabulce č. 1

A1	<p>Bezpilotní letadla kategorie C0 a C1, nebo soukromé stavby do 250 gramů omezení maximální rychlosti 70 km/h. Drony třídy C0 nesmí přelétávat shromáždění osob. Drony třídy C1 nesmí přelétávat shromáždění osob, ani nezapojené jednotlivé osoby. Pilot je obeznámen s uživatelskou příručkou a úspěšně absolvoval on-line kurz a zkoušku.</p>
A2	<p>Pro drony kategorie C2. Minimální vzdálenost 30 metrů od nezapojených osob, s nízko rychlostním režimem přípustná vzdálenost 5 metrů. Pilot je obeznámen s uživatelskou příručkou a úspěšně absolvoval on-line kurz a zkoušku, dále podal prohlášení o praktickém výcviku a složil další rozšířenou zkoušku z teorie.</p>
A3	<p>Pro letadla do 25 kg a třídy C2, C3, C4. Minimální horizontální vzdálenost 150 metrů od obytných, průmyslových, obchodních a rekreačních oblastí.</p>

Tabulka č. 1 – Provozní a technické omezení dronů

4 Legislativní rámec UAV

V roce 2020 vstoupila v platnost nová legislativa (č. 49/1997Sb.) pro provoz UAV a je platná i na celém území EU. Tato nová legislativní pravidla byla aplikována na všechny typy UAV, včetně leteckých modelů. Nová vyhláška zavádí nové členění UAV („Úřad pro civilní letectví“, 2021).

Schválením nové legislativy byly přijaty velké změny, od účinnosti nové legislativy už nemůže registrovat dron jeho provozovatel ale pouze pilot. Současně bylo možné před přijetím nové legislativy vlastnit více dronů a na každý dron musela být vystavena registrace. Díky nové legislativě však postačí vlastnit certifikaci na své jméno, a je možné létat s jakýmkoliv drony (obdoba řídičského oprávnění). Pro provozovatele mladší 18 let musí provést registraci jejich jménem zákonný zástupce („Úřad pro civilní letectví“, 2021).

Registrace nevyžaduje žádné cvičení a lze ji vyplnit online. V systému je nutné vyplnit informace o pilotovi / vlastníkovi dronu, a dále vyplnit již uváděný test. Po úspěšně vyplněném testu na email přijde osvědčení o absolvování testu. Výsledkem je elektronický pilotní průkaz, který lze vytisknout. Celý systém je v rámci státní správy unikátní, protože

veškerá komunikace je vedena prostřednictvím online formy a nezabere víc než několik minut. Registrace se provádí pouze jednou, nezávisle na počtu dronů, které pilot provozuje. Registrace je poté platná ve všech státech EU po dobu stanovenou pro konkrétní kategorie. Poté je třeba registraci opětovně obnovit. Při používání dronů mimo soukromý pozemek policie může požadovat předložení pilotního průkazu pro identifikaci a kontrolu, zda pilot má oprávnění pilotovat daný dron.

Výjimkou registrace dronů jsou drony, které spadají do kategorie lehčí jak 250 g, a přitom neobsahují kameru či jiný senzor schopný jakkoli zachycovat osobní údaje, nebo pokud se jedná o hračku. Takzvaně pokud je jedná o bezpilotní letadlo na hraní pro děti do 14 let. Pokud by se jednalo o letoun s výjimkou z registrace musí tak být napsáno přímo na těle letadla výrobcem.

Pokud se jedná o jakýkoliv jiný dron, který spadá do letadel, které se musí registrovat, zde spadají i ty drony, které byly soukromě zhotoveny. Provozovatel musí na všechny drony, které bude pilotovat zadat registrační číslo, které obdržel na pilotním průkazu, jedná se o skupinu znaků, které má každý pilot originální. Pro Českou republiku to je CZE a následuje 12 alfanumerických znaků. Kombinace čísel může být na více dronech stejná. Následně jej provozovatel nanese na dron. Buď ve variantě nálepky nebo postačuje uvést, číslo na dronu tak, aby bylo čitelné a nemohl ho třeba déšť nebo pád do vody poničit („Úřad pro civilní letectví", 2021).

Celkové vypracování předpisů, který by umožnilo provoz a vývoj bezpilotních letadel je extrémně těžký úkol. Je zde strana profesionálů, kteří využívají drony pro komerční využití, fotky, videa a podobně, dále zde máme pracovníky, kteří používají drony pro veřejnou správu, jako je policie a hasiči. Poslední a největší skupinou jsou osoby, které používají drony pro zábavu nebo pro osobní potřebu. Pro tvorbu takové legislativy je proto důležité myslet na všechny zájmové subjekty, aby profesionálové nebyli nijak omezováni, ale na druhou stranu, aby současně osoby, které o dronech a pravidlech s drony tolik nevědí, neporušovali zákony či nijak neomezovali nebo dokonce neohrožovali jiné osoby kolem ve svém okolí či neohrozili bezpečnost celého státu. Tyto předpisy musí předpokládat nutnost integrace bezpilotního a pilotovaného letectví. Dosažení zmíněné integrace vyžaduje v první řadě rozvoj technologie, prostředků a nutnost legalizace, přičemž úroveň bezpečnosti bezpilotních letů je minimálně stejná jako v pilotovaném letectví. Vývoj legislativy také povede k širšímu využití bezpilotního letectví, avšak s bezpečnou integrací do jiných práv a zákonů. Proto je velmi důležité si uvědomovat stávající předpisy, aby nedocházelo

k hrozbám, které mohou být způsobeny přítomností dronu na místě, pro které není určeno (Konert et al., 2019).

Tato pravidla platí pro Českou republiku a členy Evropské unie, například Spojené státy právní legislativu pro drony zavedli mnohem dříve, a to již v červnu v roce 2017. Vydalo ji Federal Aviation Administration, zřízení pro bezpilotní i pilotní letadla. Toto ustavení je podobné tomu v České republice, a to s povinným certifikátem o řízení dronů. Další omezení jsou shodná, ve většině nařízeních totožná.

Dalším velkým nebezpečím dronů ani není dron samotný, ale způsob jeho použití jako například kamery, které mohou omezit soukromí cizích osob, nebo různá odposlouchávající zařízení, které by byla zcela nelegální.

Drony také mohou sloužit k narušování Wi-Fi signálu nebo jiné frekvenční komunikaci. I na tato porušení musí být v legislativě poukázáno, aby nedocházelo k podobným útokům.

5 Integrovaný záchranný systém ČR

Označení integrovaný záchranný systém (IZS) se rozumí koordinovaný postup jeho složek při mimořádných událostech mezi které můžeme zařadit například povodně, požáry, vyprošťování, nehody a jiné záchranné a likvidační práce. Záchranný systém se dělí na 3 hlavní složky které jsou tvořeny Policií České republiky, Zdravotní záchrannou službou a Hasičským záchranným sborem, a dále ostatními složkami, mezi které patří například záchranná horská služba či jednotky požární ochrany.

Pro záchranné složky je kvalita a funkčnost dronů nejvíce důležitá. Ve škále všech sériově vyráběných dronů však vévodí dva drony, které jsou používány u IZS nejvíce. A to DJI Phantom a DJI Inspire. Jedná se o kvadrotéry s akumulátorem (Alsamhi et al., 2019).

DJI Phantom je velmi dobrým bezpilotním letadlem ve městě, díky skvělé kameře a software, který napomáhá pilotovi dronu se pohybovat mezi překážkami. Jedná se o finančně dostupnější dron, který nepotřebuje předletovou přípravu a lze s dronem vzlétnout do několika sekund (DJI – Official Website, 2022).

Na druhou stranu DJI Inspire je o krok dále. Jedná se o nejmodernější sériově vyráběný dron s mnoha funkcemi a maximální možnou rychlostí a to 94 km/h. Dron dále disponuje funkcí self-heating, což umožňuje létat s dronem i při nízkých teplotách. Největší výhodou tohoto dronu je možnost výměny kamery. Tuto funkci mohou využít složky IZS při použití termo kamery při hledání osob. Další významnou funkcí je to, že tento dron

v jeden čas mohou pilotovat dva piloti zároveň. Jeden pilotuje samotný dron a druhý ovládá a spravuje samotnou kameru, přičemž kamera při letu se může otáčet v celé šíři a to ve 360 stupních při maximálním rozlišení 6k při použití speciálních SSD disků. Dron disponuje automaticky ovládanými rameny, na kterých jsou umístěny 4 rotory. (DJI – Official Website, 2022).

Záchranné složky v České republice i po celém světě nepoužívají nejen sériově vyráběné drony, ale i drony, které jsou vyráběny na zakázku, podle využití daného dronu. Například s možností transportu zdravotních materiálů, zbraní, až po transport osob. Taktéž nemusí být pouze čtyř motorové, ale šesti či dvanácti. To však nese značnou spotřebu energie, kde jsou potřeba akumulátory s kapacitou tisíce miliampér. Celé tělo dronu pak může vážit i desítky kilogramů. Pro využívání takovýchto dronů pilot musí splňovat další nutná kritéria (Hohenlohe & Kříž, 2016).

Srovnání technických parametrů výše uvedených dronů nejčastěji využívaných u IZS zobrazuje tabulka č. 2

Parametry	DJI Phantom	DJI Inspire
Doba letu	30 min	27 min
Maximální rychlost	72 km/h	94 km/h
Kapacita baterie	5300 mA	2x 4000 mA
Rozlišení kamery	4k (3840px x 2160px)	6k (6144px x 3456px)
Maximální vzletová hmotnost	1388 g	4250 g
Možnost externí kamery	Ne	Ano
Let v nízkých teplotách	Ne	Ano
Individuální ovládání kamery a dronu	Ne	Ano
Předletová příprava	Ne	Ano
Cena	46 000 Kč	92 000 Kč – 295 000 Kč

Tabulka č. 2 – Technické parametry dronů využívaných u IZS

5.1 Policie

Policie České republiky (PČR) je ozbrojený bezpečnostní sbor s působností po celém území republiky. Prací policie je chránit bezpečnost osob a majetku, zajišťování veřejného pořádku, odhalování trestných činů se zadržení pachatele, dále dohled na plynulost silničního provozu.

V dalších částech se zaměřím na využití dronů při činnostech policie. Práce s drony by mohla policie přinést určité ekonomické i ekologické výhody, a navíc by některých případech mohla chránit samotné členy policie.

První službou, kde by dron mohl být nápomocný je hledání pohřešovaného člověka. Do nedávna, pokud se pohřešovala osoba, byly dvě varianty, pokud byla pravděpodobnost, že se nachází osoba v městské části, byly využity městské a dopravní kamery, pokud se jednalo o hledání mimo město, například v lesích, polích museli policisté procházet přírodou a náročným terénem a pátrat po nezvěstných. Mnohdy pátrání trvalo několik desítek hodin či dokonce dnů. Drony při pátracích akcích mohou však velmi pomoci zrychlit nalezení pohřešované osoby. Dron je vybaven termokamerou, která snímá, zda se například v lese nenachází nějaká osoba. Dosah kamery je okolo jednoho kilometru, vždy však záleží na počasí a povrchu, který kamera má snímat. Také je zde odchylka při takovéto vzdálenosti, ta se pohybuje do půl prvního metru. Odchylka při pátrání je ale velmi zanedbatelná, proto můžeme konstatovat, že termokamera je přesná na 100 %.

Pokud dron vyhledá pomocí kamery danou osobu, přiletí nad ní, zjistí svou přesnou polohu pomocí GPS a vyšle zprávu jednotkám, kde se osoba nachází.

V případech, kdy by policie současně zapojila více pátracích dronů, by se jednalo o takzvanou síť dronů a pátrání by bylo ještě efektivnější. Drony by letěly přímočaře jedním směrem, dokud by nenašly hledanou osobu, nebo by musely přistát z důvodu vybité baterie či nepříznivého počasí. Každý dron by měl vymezený sektor, kterou má zkontrolovat, sektory by byly na sebe navzájem propojeny, aby nedošlo k tomu, že by zde vznikla místa, které by drony neprohledaly.

Akce by trvala v řádech několika minut maximálně hodin, než by prostor byl zcela prohledán. Při nasazení této technologie by bylo současně ušetřeno i mnoho finančních prostředků. Nebylo by zde potřeba tolik pracovníků policie, a některé složky policie ve stejný čas by tak mohly být nasazeny u jiných případů. Podobné akce se nazývají akcemi SAR. Tato zkratka znamená Search and Rescue, neboli najdi a zachraň (Alsamhi et al., 2019).

Další výhodou dronů u policie je, že drony mohou autonomně sledovat pachatele nebo fungovat jako bezpečnostní kamery. Toto využití bude detailně probráno v dalších kapitolách.

Využití v České republice zatím není tak vysoké jako v zahraničí, ale v menší míře jsou drony využívány u PČR i u nás. Příkladem může být akce z 18. května minulého roku ve Středočeském kraji ve Městě Měřín byla první letová ukázka policejního dronu. Bezpilotní rotorový univerzál se systémem BRUS, který byl vytvořen Vojenským technickým ústavem letectva a protivzdušné obrany. Zakázka tohoto dronu činila dva miliony korun a zahrnovala vývoj dvou dronů včetně optických senzorů, výcvik sedmi pilotů, šest pohonných akumulátorů, pozemní řídicí a zobrazovací stanice a další nezbytné základní náhradní díly, které je potřeba pravidelně měnit z důvodu opotřebení. Jde o moderní bezpilotní prostředek s kolmým startem a přistáním. Používá se v náročných podmínkách, kdy nelze ve výjimečných případech použít klasickou leteckou techniku, nebo je to ekonomicky nevýhodné.

Prostředek je prioritně určen k nasazení v prostoru chráněné krajinné oblasti Brdy, kde bude využíván především k hlídkovým a monitorovacím letům, a to v rámci spolupráce s ostatními složkami IZS, s pyrotechnickou službou a dále k odhalování či dokumentaci protiprávního jednání směřujícího proti životnímu prostředí, jako jsou nelegální skládky a nepovolená těžba lesních porostů. Rovněž bude nápomocen při pátracích akcích. Nepočítá se s jeho nasazením v obydlených oblastech, kde je to nebezpečné či nadbytečné. Šest rotorů o průměru 71 cm poskytuje dronu velikou stabilitu a dostatek výkonu pro plnění náročných úkolů. Dosahuje velmi nízké hlučnosti. Pro snadnou přepravu a manipulaci byl navržen jako skládací, vejde se do kufru běžného automobilu (60 x 70 x 90). Jeho předností je pokročilý řídicí systém s mapovými podklady a s dosahem až 10 km. Dalšími parametry jsou: průměr 120 cm, výška 50 cm, maximální vzletová hmotnost 8,8 kg, maximální zátěž 2 kg, letová výdrž 40 min, při určité kapacitě baterie se aktivuje funkce return to home, maximální rychlost 50 km/h, letové podmínky – vítr do 10 m/s, maximální tah 180 N, příkon motorů 6 x 450 W, je osazen HD kamerou, termo kamerou a padákovým záchranným systémem (*Policejní drony - Policie České republiky, b.r.*).

Policie v Anglii ve městě Dorset plně zavedla práci s drony, které napomáhají práci policii. Mají zde několik zaměstnanců na plný úvazek, kteří spravují drony. Dalších třicet procent policie ve Walesu uvažuje zavedení dronů pro vyšetřování trestných činů (Khan & Safi, 2018).

Dalším státem, kde masivně zavádějí drony pro využití u policie je Čína. Drony zde mají práci jako poskytovatele pomoci při sledování podezřelých a lokalizaci opiových farem (Khan & Safi, 2018).

Nelze opomenout Dubaj, která ráda zavádí nové technologie do praxe. Využívá drony u policie, zatím je využívá jako dopravní kamery pro lokalizaci dopravních nehod a pomocí nahrávky z kamery, který dron má umístěn ve svém těle, je jednoduché zjistit, kdo a jak spáchal dopravní nehodu (Khan & Safi, 2018).

5.2 Zdravotnické záchranné složky

Záchranné složky jsou dnes a denně využívány k pomoci obětem dopravních havárií, kriminálních zločinů nebo například při živelních katastrofách, kdy v jeden okamžik potřebuje pomoci několik desítek, někdy i stovek lidí a záchranné složky s pomocí policie a hasičů se musí o všechny postarat a poskytnout včas potřebnou péči a léčbu. Aby záchranné složky byly co nejvíce efektivní začali využívat moderní technologie jako jsou GPS a jiné důležité komunikační zařízení, které jim zjednoduší práci. Mezi jejich pomocníky můžeme zařadit i drony.

Drony v záchranných složkách mají vícero možných využití, jedním z nich je rychlost. Mnohdy se kvůli přetížené dopravě sanitky v hustých městech potýkají s dopravními zácpami nebo naopak, pokud se jedná o horské oblasti, kde se sanitní vozy komplikovaně dostávají k pacientům. Tento problém však může vyřešit dron, který přímočaře letí na místo, kde se nachází pacient. U těchto dronů není samozřejmě taková výbava jako v sanitních vozech, ale důležité věci jako je defibrilátor, lékárnička a nejdůležitější prášky zde nalezneme. Defibrilátor funguje automaticky, jakmile se připojí k hrudi oběti. Dále je dron vybaven kamerou, kterou záchranáři mohou pozorovat online stav pacienta a kontrolovat, zda zachraňující dělá vše, tak aby byl nejvíce nápomocný a více neublížil pacientovi. Dále se zde ještě nachází mikrofon s reproduktorem, aby mohli profesionální záchranáři komunikovat jak s pacientem, pokud je při vědomí, nebo se zachraňující osobou. Pokud dron na místě pomocí kamery označí více zraněných osob, automaticky vyšle tísňové volání s polohou (Khan & Safi, 2018).



Obrázek 6 - Sanitní dron

Dále krom již zmíněného, drony pomohou zajistit i převoz krve. Například pokud se jedná o velkou havárii a v sanitním voze už není dostatek krve, záchranáři si mohou zažádat o další právě pomocí dronů. Dron dopraví krev přímo na místo bez zásahu sanitní posádky. Už při pokusech se testovalo, zda krev, tím, jak s ní dron letí neztratí důležité látky, nebo například červené krvinky, ale testy vždy vyšly negativní. To znamená, že transport krve pomocí dronu nemá na kvalitu krve žádné účinky a jen se tím urychlí její transport.

V České republice podobné využití dronů ještě implementováno. Zatím je to jen v přípravě a v testech. Česká republika v dalších letech přijme od polského technického institutu leectva, který vytvořil dron s názvem AtraxM. Tento dron byl postaven za účelem záchranných operací. Dron dokáže dokonale identifikovat místo nehody, počet obětí a celkový rozsah události ještě před příjezdem záchranných složek. Výhodou toho je, že se na místo vyjede přesný počet hasičů, policie i záchranářů. Zajistí se tím stoprocentní služba, ale nebude tam na druhou stranu nadbytek záchranářů, a tím se ušetří jejich čas a jejich práce bude moci být využita při jiných výjezdech. Další výhodou je to, že se ušetří spousta vynaložených peněz, které budou moci být investovány jinde. Tyto drony budou mít svoje zásobníky pro lékařské vybavení jako například obvazový materiál, život zachraňující sady pro zotavení po otřesech, či dokonce balíčky s krví (Konert et al., 2019).

Institut dále pracuje na dalším vývoji dronů, jehož cílem je zahrnout kontejner pro první diagnostiku, který bude obsahovat EKG, glukometr, přístroje pro měření krevního tlaku a teploty. Všechny tyto přístroje budou vždy před odletem dronu vybrány lékařem, který bude znát příčiny a prvotní informace o oběti, události a nehodě. V případě, kdy lékař posoudí, že je to vhodné může dron osadit externím defibrilátorem pro bezpečnou defibrilaci v případě zástavy srdce a koncentrátem kyslíku nebo nebulizéru pro rychlou reakci v situacích selhání dýchání (Konert et al., 2019).

Dalším polským projektem je projekt s názvem AirVein, spočívá v tom, že bude mezi nemocnicemi transportovat krev. Náklady na transporty budou zanedbatelné oproti transportu osobními vozidly a při velkém provozu i dosti rychlejší (Konert et al., 2019).

První příklady využití záchranných dronů se ukázali v roce 2015, kdy pátrací a záchranné služby doručovaly záchranné vesty lidem uvězněným na kamenech uprostřed řeky Little Androscoggin ve státě Maine (Khan & Safi, 2018).

Nizozemský student Alex Monton vytvořil sanitní dron, který automaticky komunikuje s telekomunikačním zařízením záchranných složek a tento dron obdrží zprávu o místu, kde se zraněná osoba nachází a pokud je v dosahu, kam dron dokáže doletět, tak vzlétne. Jedná se o lehký dron, ale pokud jde o léky, které by dotyčná osoba potřebovala, lze tuto akci zprostředkovat. Už po jedné minutě může být dron na cestě, není omezován dopravou a tím je značně rychlejší než sanitka, která sice vždy k dronu dorazí, ale až se značným zpožděním (Khan & Safi, 2018).

Moskevský technologický institut (MTI) a ruská lékařská společnost ALTOMEDICA postavila záchranný sanitní dron, který sice není vybaven defibrilátorem, ale může také dodávat léky a bio materiály v nouzových situacích (Khan & Safi, 2018).

A podobné záchranné akce se staly po světě. Například v Chile a Íránu použili dron vybavený záchranným kruhem, který byl spuštěn topící se osobě. Dále ve Švýcarsku začali používat drony pro transport krve. Jejich zmíněný dron unese 2 kg krve, a to přímočarou rychlostí 36 km/h s maximálním dosahem 20 km. Benefitem švýcarských dronů je to, že jsou opatřeny padáčkem, který při poruše či ztráty signálu je otevřen a dron se pomalu snese dolů a není tím zničen důležitý náklad.

5.3 Horská záchranná služba

Využití dronů u záchranné horské služby bylo jedním z prvních využití dronů u IZS. Kvůli obtížnému terénu a nedostatku času jsou záchranáři nuceni používat dron. Bez použití dronu se mise po hledání obětí stává několikadenní misí. Většina obětí je zde zraněná, nemocná nebo ztracená některé oběti se mohly stát i účastníkem lavinových nehod. Drony zde mají velký potenciál ke zkrácení doby hledání a urychlení tak následného zásahu záchranářů. Podle lékařské společnosti Wilderness je nejdůležitější kontaktovat pacienta do

prvních šedesáti minut. Lokalizovat zraněného je kritickým krokem záchranné služby a jedná se tak o nejdůležitější přednemocniční péči (Holzmann et al., 2021).

Horská služba Zigana na severu Turecka udělala studii, ve kterém porovnává dvě pátrací a záchranné techniky z hlediska prvního kontaktu s člověkem. Studie byla provedena v nadmořské výšce 2150 metrů v březnu roku 2017. Prvním úkolem bylo lokalizovat oběť v bezvědomí na zasněženém svahu a druhým úkolem bylo, se co nejrychleji dostat k oběti. Studie porovnávala dvě různé strategie. První strategie spočívala v klasickém hledání osoby pěšky neboli (Classical Line Search Technique CLT), do které se zapojilo pět záchranářů na lyžích. Druhá strategie byla prováděna pomocí dronu a sněžného skútru neboli (Dron-Snowmobile Technique – DST). V této skupině byli pouze tři záchranáři, zkušený pilot dronu s povolením od ministerstva dopravy, záchranář monitorující obrazovku dronu a certifikovaný doktor záchranné horské služby. Pomocí dronu je detekována oběť a její souřadnice jsou předány záchrannému týmu na sněžném skútru, který se vydá na místo. Jako dron zde byl použit DJI Phantom 3 Pro (Holzmann et al., 2021).

Tento scénář byl opakován desetkrát. Vždy se jednalo zasněžený kopec, kde se nacházela 180 cm vysoká figurína, která představovala oběť nehody. Pilot dronu měl vždy jasné rozkazy, létal 40 metrů vysoko, dokud se na obrazovce, na kterou byl v reálném čase přenášén obraz nenajde pohřešovaná osoba. Pokud bylo zahlédnuto něco povědomého, dron začal k místu klesat, aby mohl objasnit, zda se jedná o oběť. Pokud bylo ze snímku jasné, že je jedná o danou osobu, byl na místo vyslán zdravotník na sněžném skútru. Dron stále létal nad místem, aby záchranář mohl jednodušeji identifikovat místo. Pokud by dron měl 20 % baterie, začal by se automaticky vracet na místo vzletu a záchranář by tak musel hledat místo podle zadaných souřadnic (Holzmann et al., 2021).



Obrázek 7 - Figurína nalezena dronem

Výsledky obou technik jsou velmi význačné. Čas k příchodu k figuríně s pomocí dronu byl do 9 minut, u klasického hledání až 57 minut. Dále zde bylo měřeno kolik metrů čtverečných záchranáři prohledali, kde u jednotky, která postupovala po zemi bylo prohledáno 88 000 m². Dron dokázal prohledat skoro třinásovek a to 230 000 m². Viz tabulka níže (Holzmann et al., 2021).

Operation no	CLT			DCT		
	First human contact (min)	Total searched area (m ²)	Searched area for a minute (m ² /min)	First human contact (min)	Total searched area (m ²)	Searched area for a minute (m ² /min)
1	39.0	66,408	1702.8	7.7	168,395	28,065.8
2	53.1	78,209	1475.6	8.2	217,624	33,225.1
3	67.1	88,664	1323.3	8.5	239,602	35,080.8
4	95.0	120,891	1272.5	11.2	310,981	32,734.8
5	50.2	85,861	1717.2	5.6	192,224	49,162.1
6	95.2	104,479	1099.8	13.1	346,268	30,294.7
7	54.0	98,385	1821.9	7.4	144,480	25,302.9
8	61.1	77,378	1268.5	4.2	138,945	54,488.2
9	59.1	87,980	1503.7	9.7	266,722	33,340.3
10	56.1	99,375	1774.6	12.9	313,525	27,968.3
Median (25–75%)	57.3 ^a (52.3–74.0)	88,322.0 ^b (78,001.3–100,651.0)	1489.7 ^c (1271.5–1731.6)	8.4 ^d (6.9–11.6)	228,613.0 ^b (162,416.0–311,617.0)	32,979.9 ^c (28,041.4–8601.1)

Obrázek 8 - Srovnání CLT a DCT

Hlavním zjištěním této studie byla lokalizace a následné nalezení oběti. Ukázalo se že verze DCT, tedy technologie s použitím dronu je rychlejší v porovnání s verzí CLT. Nicméně tento výzkum nelze brát jako stoprocentní, protože v tomto případě se jednalo o přehledný terén, kde se oběť nacházela vždy na sněhu. V mnohých případech však oběti jsou například v lese nebo zasypani pod sněhem a zde by samotný dron nebyl tak efektivní. Podobně jako v této studii pan Cleasson a kolegové prováděli výzkum při záchraně tonoucího, kde dron prohledal několikanásobně větší prostor. Avšak po vyhodnocení obou studií se shodli, že nejlepší variantou je kombinací obou technik (Holzmann et al., 2021).

Závěrem lze konstatovat, že z dvou různých vyhledávacích metod, metoda DST umožňuje prohledat větší oblast při kratším čase. A poté následný transport je rychlejší nežli u varianty CLT. Avšak místo a konkrétní případ mohou hrát velkou roli a jsou případy, kde by dron neobstál vůbec.

5.4 Hasičský záchranný sbor

Hasičský záchranný sbor České republiky neboli ve zkratce HZS ČR je bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je chránit životy a zdraví obyvatel, zvířat, životního prostředí, majetek před živelními pohromami, mezi které můžeme řadit od nejčastějších požáry a povodně až po méně časté krizové situace jako jsou tornádo, krupobití a další.

Hasičské a záchranné operace jsou často velmi nebezpečné, například když jde o požár vícepatrové budovy a není znám počet lidí v budově, hasiči často musejí do budov, kde v některých případech záchranáři bojují o vlastní život. Další operace, které hasiči musejí obstarávat je vyprošťování osob a zvířat z dopravních nehod. Ať už se jedná o nehodu aut, či jiných dopravních vozidel, jako jsou vlaky, autobusy nebo požáry letadel. Nejčastěji se jedná právě o dopravní nehodu na silniční komunikaci. A jsou to právě hasiči, kteří musejí u výjezdu zasahovat jako první. Často vyprošťují a zachraňují zraněné osoby z hořících aut a při tom riskují vlastní život.

Proto právě drony jsou jednou z nejslibnějších technologií, která může zlepšit reakci při hašení a tím rychleji provést záchranu ohrožených osob. Záchrana bude o to mnohem bezpečnější, protože místo samotných hasičů nejprve prozkoumá místo zásahu dron a až po něm se do budovy nebo k dopravní nehodě dostanou zachraňující hasiči. Průzkum by také byl o dost rychlejší než při využití vrtulníku. Pokud by se nejednalo o vzdálenost, kam by dron buď letěl dlouho, nebo by to bylo natolik daleko, že by dron nedoletěl vůbec. Pokud by se ale jednalo například o požár ve městě, po oznámení požáru by dron autonomně vzlétl

k místu, kde byl požár nahlášen. Tato technologie by byla mnohem efektivnější ve srovnání s tradičními pilotovanými operacemi, protože drony umí létat autonomně, může přistupovat k těžko dostupným oblastem a pracovat dále. Například mezi budovami, které jsou budovy velmi blízko sobě, nebo naopak jsou jen nízko od země, kam by se obyčejný vrtulník pilotovaný pilotem nedostal, drony by zde měli svoji práci, kterou by bez větších problémů zvládly (Khan & Safi, 2018).

Další častou prací hasičů je záchrana topících se osob a v zimním období vyprošťování osob po propadu ledu. Pokud se jedná o záchranu v divoké řece, ani pro zkušené specializované hasiče to není úplně jednoduché. Proto se zde nabízí využití dronu, který by po oznámení okamžitě vyletěl a pomocí kamery by našel topící se osobu, které by transportoval záchranou vestu (Khan & Safi, 2018).

Záchranná vesta není ale vůbec jediná schopnost dronu, co v této kategorii dokážou. Dalším vybavením dronu je termokamera, která dokáže přesně lokalizovat epicentrum požáru a podle barevné škály určit, jaká je v místě požáru teplota a zda je vhodné, aby hasiči vcházeli do hořící budovy či bude bezpečnější hasit z venku a nevstupovat do budovy. Tuto kameru lze využít například i při propadu pod led. Lidské tělo má v porovnání s ledem obrovský teplotní rozdíl, který by termokamera zaznamenala i kdyby se oběť či zvíře nacházelo pod ledem. Samozřejmě zachraňovaná osoba by nesměla být ve vodě moc dlouho, kde by ztratila svoji teplotu, poté by už termokamera nemusela fungovat tak efektivně.

Organizace nouzového řízení Dubaje koupila patnáct kvadrotér pro hlídkování rizikových oblastí. Tyto drony dokážou vyhledat požár díky jejich teplotním sensorům a automaticky jej nahlásit příslušným orgánům. To samé platí při tom, když dron zjistí, zda v místě, kde se nachází uniká nějaká škodlivá látka, nejčastěji by se jednalo o plyn či kouř z ohně (Khan & Safi, 2018).

Dubaj také plánuje nasazení tří dronů pro hasičské účely. Dron, který hodlají používat má krycí jméno Knight Hawk neboli Jestrábí Rytíř. Je to specializovaný hasičský dron vybavený teplotními senzory a navigačním systémem (Khan & Safi, b.r.).

Další využití mají hasiči z Anglie. Místní hasičská záchranná služba Greater Manchester použila dron, aby pomohl uhasit obrovský požár sedmipatrové budovy CWS poblíž nádraží Victorie v centru Manchesteru (Khan & Safi, 2018).

Také hasiči z New Yorku projeví zájem o hasičský dron, který bude monitorovat nebezpečný požár, čímž poskytne pomoc při hašení a zlepšil by tím celou záchrannou operaci. Hned po zapnutí termokamery by hasiči viděli epicentrum ohně a podle toho by postupovali (Khan & Safi, 2018).

A jako poslední příklad z hasičské sféry, který přináší úplně novou technologii pochází z Indie, kde studenti ze Sri Sairam College of Engineering vyvinuli dron, který nese tzv. ohnivou kouli, která podle jména může mást, ale nese pravý opak. Obsahuje totiž hydrogenuhličitan sodný. Při požáru je tato koule vynášena dronem nad požár, poté automaticky spadne do požáru, kde exploduje a tím uhasí plameny („DIY Fire Extinguisher Drone | Fire Fighting Drone", 2020).



Obrázek 9 - Hasičský dron s požární koulí

Dalším využitím dronů u hasičských složek je situace, při které první záchranná složka na místě díky práci dronu předem zná rozhas požáru a dle toho jsou případně povolány posily již s předstihem. Využije speciální dron, který po vzletu se přepne na autopilota a letí vysoko nad místo, kde se požár nachází. Pokud dron doletí nad požár, automaticky si stabilizuje výšku a polohu a odesílá data pozemním jednotkám. V datech jsou obsaženy informace o změnách směru a rychlosti větru. Dron také disponuje termokamerou, která automaticky odesílá obraz a hasiči jsou tak uvědoměni o úrovních linií požáru a místě epicentra požáru. Termokamera uchycená na dronu umožňuje snímat i před hustý kouř a tím dokáže být velmi efektivní po celou dobu požáru a udržuje tak tým mimo bezpečí („Drones Take Their Place on the Cutting Edge of Wildfire Fighting", 2021).

V Evropě nejsou časté masivní požáry jako například v Austrálii nebo právě zmíněné Severní Americe, kde v minulém roce bylo zaznamenáno více jak 46 000 lesních požárů a bylo celostátně spáleno téměř 6 milionů akrů („Drones Take Their Place on the Cutting Edge of Wildfire Fighting", 2021).

Při požáru lesa, pole jiných či jiných přírodních míst, je očekáváno, že se požár rozšiřuje z jednoho epicentra a postupuje ve stejné nebo podobné rychlosti do stran. Při požáru bytového domu to tak být ale nemusí. Požár sice vznikne na jednom místě, ale kvůli spotřebičům, tlakovým lahvám, použitému materiálu požár může postupovat všelijak. Proto i zde je dobré využít dron, kde zasahující hasič přesně uvidí teplotní rozdíly v celé budově a bude moci zhodnotit, jaký postup bude pro záchranné složky nejlepší. Více ukáže obrázek, na kterém je přesně vidět to, co zachraňující hasič vidí, zde se jedná o starší typ termokamery, která pouze ukazuje stupnici teplot v černobílém obrazu (RotorDroneMag.com, 2014).



Obrázek 10 - Fotografie z termokamery



Obrázek 11 - Hasič využívající dron s termokamerou

6 Drony v koncepci Smart Cities

Smart Cities neboli také digitální či inteligentní město je konceptem využívání digitálních, komunikačních a informačních technologií ve městě i mimo něj za účelem vyšší využití infrastruktury a snížení spotřeby finančních zdrojů, energií a pracovní síly. Podobným celkem je Smart region, který pracuje v menším měřítku, ale využívá všechny dostupné zdroje jako chytré město.

Jako první uplatnění je zde chytrá doprava, kdy bude sledován provoz na hlavních komunikacích v centru města. Kamery snímají vozidla a zaznamenávají jejich počty a podle toho určují délku frekvence průjezdnosti neboli zjednodušeně řečeno, po jakou dobu bude svítit na semaforu červená a zelená barva. Tato metoda je řídce využívána v rozvojových zemích ve velkých městech. Všechny tyto kamery zasílají zpětnou vazbu přes Ethernet do společné databáze, kde se následně vyhodnocuje doprava, uzavírky a kolony. Další zcela více využívanou metodou chytré dopravy ve městech je sdílení jízdních kol a jiných prostředků jako jsou koloběžky, jak elektrické, tak bezmotorové.

Dalším využití těchto kamer je její využitelnost proti kriminalitě, kde dopravní kamery zaznamenávají SPZ všech vozidel a poté společně s chytrými semaforů dokážou automaticky zaznamenat vozidla, která projela na červenou, nebo vozidla, která projela v daném úseku vyšší nežli nejvyšší povolenou rychlostí.

Takto bylo popsáno využití dopravních kamer v chytrých městech, které již ve městech několik let fungují. Ale při modernizování metropolí se využívají nové technologie, mezi které spadají drony, které dokážou velmi jednoduše monitorovat provoz i tam, kde silniční kamery nejsou. Další výhodou dronů oproti klasickým kamerám je to, že dron dokáže pokrýt větší snímanou plochu a také se dá jednoduše přemístit řádově do několika vteřin.



Obrázek 12- Dron pro sledování provozu

V současné době jsou drony jednou z nejvíce se rozvíjejících oblastí při stavbě chytrých měst. Očekává se, že drony budou hrát klíčovou roli ve Smart Cities. Při poskytování podpory a služeb a následného implementování do lékařství, policejních složek, doručování balíčků, monitorování dopravy a celkové kontroly města, mezi které mohou spadat i požáry, které drony budou efektivně zvládat hlásit a některých případech i hasit. Zájem o chytrá města s využitím dronů se každým dnem zvyšuje zejména po globální finanční recesi. Také světová populace roste a dá se předpokládat, že bude do roku 2050 dvojnásobný (Khan & Safi, 2018).

Další velmi důležité uplatnění dronů ve městech je kontrola ovzduší a jeho míry znečištění. Pro tuto oblast jsou vyrobeny speciální drony s padáčkem. Tento dron s ližinami vylétí do předem nastavené výšky a poté se už jen pomalu kontrolovaně snáší dolů v místě testování. Padák, který je nad dronem zachytává zplodiny a prach. Tento padák obsahuje speciální vrstvu, která absorbuje znečištění, které jsou poté snímány z povrchu a dále zkoumány. Kvadrotéry mohou být využity jak pro zhodnocení kvality ovzduší ve městě, které může být zhoršeno průmyslem, dopravou, vytápěním domácností, nebo také u továren či jaderných nebo uhelných elektráren.

Dále jsou drony osazeny paraglidingovým křídlem, který nese speciální chemikálie, které následně rozpouští ve vzduchu a tím napomáhá rozkladu nečistot v ovzduší a současně snižuje množství jemných částic, které snižují viditelnost a způsobují, že je vzduch zamlžený, v extrémních případech až mastný a pro lidi a živočichy také zdraví škodlivý. Čínská korporace leteckého průmyslu se snaží zhoršujícímu se ovzduší zabránit, proto tyto drony staví a modernizuje. Chtějí tak předejít překročení hranice znečištění ovzduší v oblastech s vysokým počtem továren.

Skupina designerů v Hong Kongu si klade za cíl vyvinout parazitický dron, který by vylétl do určité výšky, tam by přistál a nasával zplodiny a jiné znečištění z ovzduší. Tím by napomohl jak lepšímu ovzduší, tak na druhou stranu by vysátl materiál hromadil jako hnojivo pro rostliny nebo jako palivo.

Dále studenti z Lamont-Doherty Earth Observatory vybudovali platformy pro kvadrotérový dron, které budou shromažďovat zplodiny ve výšce 120 metrů nad zemí, které budou analyzovat v laboratoři (Khan & Safi, 2018).



Obrázek 13- Para fóliový dron pro kontrolu ovzduší

Následujícím využitím dronů ve městě je dron, který bude dbát na kriminalitu. Bude napomáhat prevenci různých přestupků, krádeží a trestních činů. Drony budou létat ve městě, kde budou fungovat jako obyčejné kamery s tím, že pokud zaznamenají něco, co bude naprogramováno jako neobvyklé, automaticky záznam bude zaslán policii a ta ho dále bude řešit. Pokud policie určí, že jde o trestný čin, dronu bude přidělena akce, aby podezřelého sledoval a zasílal aktuální polohu policii. Takto by dron sledoval osobu do té doby, dokud by policie akci neukončila, nebo by baterie neklesla pod minimum pro přistání. Kamera dronu by ve městě byla napojena pomocí Ethernetu na databázi, aby dokázala rozpoznat obličej. To by pak usnadnilo práci například pohřešovaných či hledaných osob.

Tyto drony by ve metropolích nesledovaly jen prohřešky, ale i dopravu a také statiku budou. Pokud se jedná o vysoké budovy, kde je obtížná osobní kontrola, byl by v tomto případě využit dron, který nasnímá budovu a uložený materiál uloží pro detailnější prozkoumání, dále by také dron dokázal určit, zdali nedochází k úniku plynu nebo jiných nebezpečných látek (Alsamhi et al., 2019).

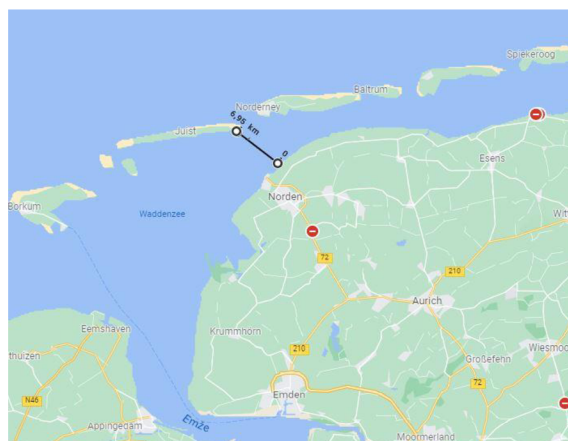
Následným využitím dronů ve městě, už není zaměřený na bezpečnost a ochranu lidí, ale spíše na zjednodušení lidského života, zrychlení práce a ekologická ochrana ovzduší. V dnešní době drony mají schopnosti nahradit nejen současné postupy, ale mají také potenciál zavádět nové příležitosti, které byly dříve nemožné a zdáli se jako sci-fi, ale v dnešní moderní době se stávají realitou.

Technologie spočívá v tom, že drony v chytrém městě budou poskytovat službu pro transport produktů a různých balíčků až k domu. Transport balíčku by byl velmi rychlý, protože se uvažuje o projektu, který by zahrnoval několik desítek dronů, které by létaly současně, ve větších městech dokonce i tisíce. Transport by také byl o dost více ekologický.

Uvažuje se o tom, že drony by nepřetržitě létaly s balíčkem, pokud by klesla baterie dronu pod zadané procento, dron by automaticky přistál na místě, kde by se drony nabíjely a místo dronu, který právě přistál by vzlétl jiný, který by převzal funkci a práci dronu předešlého. V tomto kontextu nejde o transport těžkých a velkých balíčků, ale balíčku, které jsou lehké a potřebujeme je co nejrychleji poslat, bez toho, aniž bychom chodili na poštu, nebo objednávali službu, která zahrnuje příjezd kurýra a transport balíčku dodávkou na dodací adresu. Tyto drony by létaly autonomně, podle toho, jak by si lidé objednávali jejich službu. Aplikace dronů rychle roste zejména v maloobchodech kvůli rostoucímu trendu online objednávek ve velkých a přetížených městech (Khan & Safi, 2018).

V současné době se s takovýmto využitím dronů lze v praxi setkat například ve společnosti Google, a to v projektu Google X, kde skupina IT pracovníků sleduje a dohlíží na správné fungování dronů. Tyto drony nesou název Project Wings a představují skupinu dronů, které autonomně zasílají balíky koncovým uživatelům (Khan & Safi, 2018).

Jako dalším velkým průkopníkem, který využívá bezpilotní letouny k dopravě zásilek je společnost DHL, kterou všichni znají jako firmu, která zprostředkovává transport skrze řidiče a dodávky či nákladní automobily, to ovšem není vše. Německá firma poprvé uskutečnila přepravu zásilky pomocí dronu na ostrov Juist. Cesta byla dlouhá okolo 7 kilometrů (Khan & Safi, 2018).



Obrázek 14- Let dronu na ostrov Juist

Přibližný let je vyobrazen na obrázku. (Google Maps, 2022)

A v neposlední řadě je zde obrovský internetový obchod Amazon, který přišel se soutěží na projekt, který legalizuje doručování objednaného zboží klientům. Vítězný projekt byl nazván Prime Air. V tomto návrhu nebyly zahrnuty pouze drony, ale též padáky na

balíčky, které šetrně dopraví balíček k zákazníkům bez toho, aniž by se poškodil obsah balíčku (Khan & Safi, 2018).



Obrázek 15- Amazon Prime dron

Následující využití dronů v chytrých městech se kdysi zdál jako vymyšlený koncept, ale v současné době už tomu tak není. Jedná se o autonomně řízené vzdušné taxi. Tento nápad byl poprvé představen v Dubaji roku 2017. Dron nese název Ehang 184. Tento dopravní prostředek má za úkol převézt jednu osobu do maximální přípustné hmotnosti 100 kg spolu s malým zavazadlem. Dron je vybaven elektrickým pohonem se čtyřmi rotory, které jsou umístěny na krajích těla letadla. Dále je dron vybaven ližinami, na které je umístěna kabina pro přepravující osobu. Ehang dokáže vyvinout rychlost až 63 mph, což pro evropské měřítka odpovídá 100 km/h. Tento letoun je plně autonomní a cestující dron nikterak neovládá, jen zadá cílový bod, na který dron má letět. Cestující tak nemusí umět dron ovládat ani se nic nového učit (Khan & Safi, 2018).



Obrázek 16 - Drone taxi "Ehang 184"

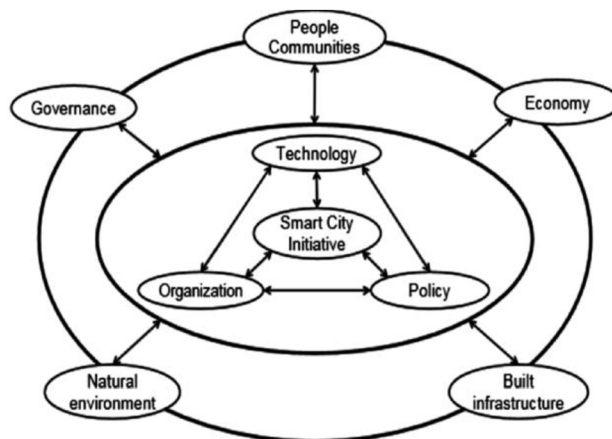
Tento koncept by měl napomoci dvou velkým problémům, který se stává ve větších městech obrovským problémem, a to přetížené dopravě a mobilitě. Létající dron taxi poskytne životaschopné řešení dopravních problémů přetížených měst a přinese inovace a příležitosti do prostředí chytrého města.

Las Vegas a Singapur také oznámila, že do roku 2030 budou usilovat o dronové taxi pro veřejné použití (Khan & Safi, 2018).

Výpis těchto využití není však kompletní. Každým dnem se drony zdokonalují a postupem času se nacházejí další místa a činnosti, kde se dají efektivně využít. Jako například zemědělství, kde dron může létat nad polem a kontrolovat, zda je již například obilí dostatečně vyrostlé na sklizeň. A tím ušetří zemědělci mnoho času a prostředků a též napomůže ekosystému tím, že neznečistí vzduch jiným prostředkem na spalovací motor. Pokud dron bude vybaven termokamerou lze také zjistit, zda se nenachází na poli zvěř. Každým rokem uhynie desítky mláďat, která nedokážou utéct před zemědělskými traktory a kombajny. Jiní zemědělci mohou využívat drony na průzkum polí a kontroly stavu půdy, zdali není vysušená atd. Dále analytici, statici, projektanti a architekti mohou využít drony pro to, aby prozkoumali terén při stavbě například nových domů či bytových komplexů. A lépe tak prozkoumají terén a předejdou tak nechtěným problémům jako je propad půdy nebo její sesuv (Alsamhi et al., 2019).

Pokud se vrátíme do měst můžeme zde ještě zmínit mnoho dalších využití, mezi které patří například kontrola stavby nových silnic, dálnic či jiných komunikací a budov. Využití dronu zabere několik málo minut a při kontrole rozsáhlých dálnic se ušetří i mnoho vynaložených prostředků a dalším benefitem je ušetření životního prostředí.

Na téma vzniku Smart Cities reaguje H. Chourabi, který naznačuje rámec pro iniciativu stavby inteligentních měst, kde zahrnuje osm základních faktorů, které jsou důležité vzít v úvahu při hodnocení rozsahu chytrého města (Chourabi et al., 2012).



Obrázek 17 - H. Chourabiho rámec

Chourabiho rámec popisuje, jak vytvořit nebo spíše správně postavit chytré město, tak aby bylo strategicky využíváno. Takovéto město by mělo obsahovat postup při rychlém růstu populace a jeho rychlou urbanizaci. Implementování technologií a prostředků do velkých měst je sice jedním z možností, ale výstavba je již stará a při stavbě ulic, domů, parků, mostu a dalších se nepočítalo s tím, že jednou město bude nazýváno jako chytré město (Chourabi et al., 2012).

S růstem využívání konceptů chytrých měst však neroste jejich výzkum, literatura a popis, jak by takové město mělo správně být navrženo a jaké vnitřní a vnější hrozby a příležitosti se dají od takové výstavby očekávat. Proto na základě průzkumu z široké řady literatury a jiných disciplinárních oblastí H. Chourabi identifikuje osm kritických faktorů iniciativ inteligentních měst. Mezi které spadá, jak napovídá obrázek výše o řízení a organizaci, technologiích, správu veřejných věcí, lidech a komunitách, politickém kontextu a také samozřejmě o vybudované infrastruktuře a přírodním prostředí. Tyto faktory tvoří základ Chourabiho integračního rámce, který lze použít k prozkoumání toho, jak si místní samosprávy představují fungování a iniciativu města (Khan & Safi, 2018).

Tato studie představuje první výsledky analýzy založené především na rozhovorech manažery a vládními úředníky, kteří jsou odpovědní za iniciativy Smart City ve čtyřech severoamerických městech, a to v Mexico City, Quebecu v Kanadě a Philadelphii a Seattlu ve Spojených státech.

7 Využití dronů v budoucnosti

Možných konceptů využití dronů v dalších odvětvích je opravdu mnoho. Jedním z možného nasazení dronů je u hasících složek, kde při požáru budovy je dron vybaven hadicí na vodu a z výšky hasí požár, který se nachází v budově. Tím se tak zamezí možnému zranění hasičů, kteří by museli zasahovat přímo v plamenech.

Tento dron by neobsahoval žádnou zásobu na vodu či jiný hasící prostředky. Prostředky by čerpal ze zásobáren ze země. Problémem tohoto konceptu by byla hmotnost samotného dronu a hadice s vodou. Tento dron by musel obsahovat motory o velkém výkonu a též by zde byla potřeba velké energie. To by znamenalo osadit podobný dron velikou baterií s řádově tisíci miliampér anebo použít spalovací motory.

Tento koncept byl podroben zkoušce v Číně, kde drony s hasící tryskou hasí desetipatrovou budovu. V tomto případě se jedná pouze o test, ale z výsledků je patrné, že tento koncept se osvědčil a po dalších testech a pokusech by se mohl dát použít i v terénu při opravdové akci. Nesmíme však opomenout, že šlo pouze o test, kde jediný epicentrum ohně bylo z vnějšku budovy a hořel tam připravený materiál, ale v budově žádný oheň nebyl. Proto je možné se domnívat, že hašení požáru uvnitř budovy by nebyl tak efektivní a je zcela možné, že by vůbec nepomohl k hašení (*Firefighting Drones Will Be Effective*, 2020).



Obrázek 18 - Hašení s vodovodní hadicí

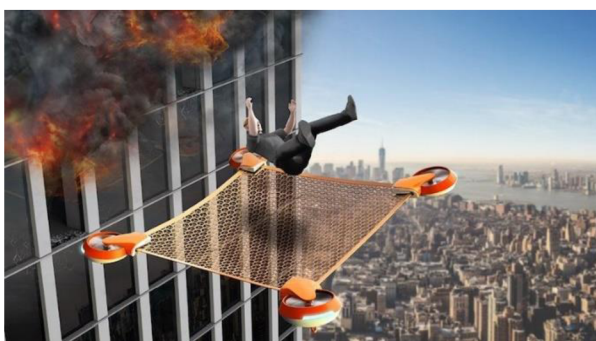
Dalším koncept spadá do chytrých měst a spočívá v tom, že drony, které by fungovaly jako bezpečnostní kamery by dokázaly automaticky načítat registrační značky. Dalo by se tak jednoduše auto vystupovat a omezit tak kriminalitu ve městech.

Další zmíněný koncept řeší také hašení požáru, jedná se o hašení dronem, který je podobný jako předcházející, ale rozdíl je v tom, že dron si nese vlastní nádobu s hasícím prostředkem, kterým poté hasí požár, výhodou takového dronu je, že není napojen ke zdroji a mohl by tak přímo do budovy, na druhou stranu nevýhodou takového dronu je omezené množství hasící látky.

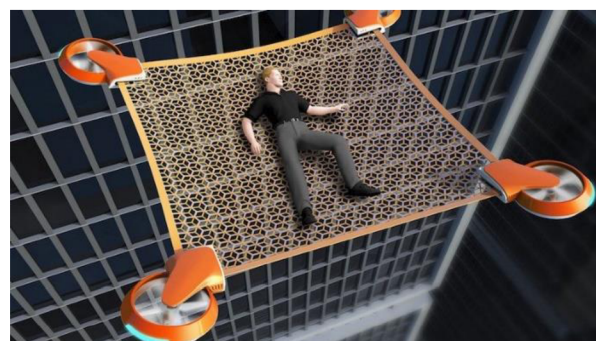


Obrázek 19 - Hašení s tlakovou lahví

Dalším možným konceptem do budoucna je technologie NET GUARD, která pochází od studentů ze města Guangzhou v Číně. Technologie je zaměřena na evakuaci osob z výškových budov zasažených požárem. Dron by zde pracoval jako klasická záchranná síť, s rozdílem, že by se nacházela vysoko ve vzduchu. Dron se skládá ze 4 částí, kde každá část obsahuje motor. Konstrukci dále tvoří čtyř vrstvá polyuretanová síť, která by podle výpočtu měla unést dospělou osobu. Tento koncept se dostal do užšího výběru a získal ocenění 13000 \$ (*NET GUARD Drone Rescue*, 2018).



Obrázek 20 - NET GUARD technologie



Obrázek 21 - NET GUARD technologie 2

8 Závěr

Cílem bakalářské práce byla analýza a následná komparace využití dronů v návaznosti na IZS a Smart Cities v České republice. V první části bakalářské práce byl proveden rozbor dílčích typů dronů využívaných při záchranných pracích u složek IZS včetně uvedení konkrétních typů dronů a jejich technických parametrů, které jsou využívány.

V další praktické části byla provedena analýza a komparace využití dronů u policie, hasičského záchranného systému, zdravotnické záchranné služby a horské služby. Byly uvedeny dílčí praktické příklady a využívání dronů v praxi, dále byl nastíněn možný budoucí vývoj využívání dronů v návaznosti na koncepci Smart Cities a další budoucí trendy.

Využití dronů pro integrované záchranné systémy i pro komerční účely výrazně prospívá městům, ekonomice, ekologii a vytváří tak úplně nový pohled na správu celého ekosystému.

Chytrá města s využitím dronů budou moci rychleji řešit problémy, jako jsou požáry, kriminalita, zdravotnictví, sníží se doprava, pokud by si lidé zvykli na dopravu balíčků pomocí dronů. Do budoucna je jisté, že využití dronů poroste. Příkladem jsou koncepty, které již byly navrženy a jen čekají otestování a finální uplatnění v praxi.

Na základě provedené analýzy a následné komparace lze konstatovat, že využívání dronů u IZS přináší a přinese i do budoucna velké benefity v podobě zefektivnění a urychlení zásahů při mimořádných či krizových situacích včetně snížení vynaložených nákladů.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Rozdělení podkategorií	5
Obrázek 2 - Podkategorie A1-C0	5
Obrázek 3 - Podkategorie A1-C1	6
Obrázek 4 - Podkategorie A2-C2	7
Obrázek 5 - Podkategorie A3-C2, C3, C4	7
Obrázek 6 - Sanitní dron.....	15
Obrázek 7 - Figurína nalezena dronem.....	18
Obrázek 8 - Srovnání CLT a DCT.....	18
Obrázek 9 - Hasičský dron s požární koulí.....	21
Obrázek 10 - Fotografie z termokamery	22
Obrázek 11 - Hasič využívající dron s termokamerou	22
Obrázek 12- Dron pro sledování provozu	23
Obrázek 13- Para fóliový dron pro kontrolu ovzduší	25
Obrázek 14- Let dronu na ostrov Juist	26
Obrázek 15- Amazon Prime dron.....	27
Obrázek 16 - Drone taxi "Ehang 184"	27
Obrázek 17 - H. Chourabiho rámec.....	29
Obrázek 18 - Hašení s vodovodní hadicí.....	31
Obrázek 19 - Hašení s tlakovou lahví.....	32
Obrázek 20 - NET GUARD technologie.....	32
Obrázek 21 - NET GUARD technologie 2.....	32

10 Zdroje

1. Alsamhi, S., Ma, O., Ansari, M., & Gupta, S. (2019). Collaboration of Drone and Internet of Public Safety Things in Smart Cities: An Overview of QoS and Network Performance Optimization. *Drones*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.3390/drones3010013>
2. DIY Fire Extinguisher Drone | Fire Fighting Drone. (2020, listopad 24). *Nevon Projects*. <https://nevonprojects.com/diy-fire-extinguisher-drone-fire-fighting-drone/>
3. DJI – Official Website. (2022, duben 3). DJI Official. <https://www.dji.com/cz>
4. Drones Take Their Place on the Cutting Edge of Wildfire Fighting. (2021, říjen 7). *FLYING Magazine*. <https://www.flyingmag.com/drones-wildfire-fighting/>
5. Firefighting drones will be effective. (2020, duben 2). Core77. <https://www.core77.com/posts/97385/Those-Chinese-Firefighting-Drones-Would-Only-be-Effective-in-Correcting-an-Architectural-Flaw>
6. Google Maps. (2022, duben 19). Google Maps. <https://www.google.com/maps/place/Juist/@53.660414,7.038366,11z/data=!4m5!3m4!1s0x47b61cfd47875071:0x961bcb68f6f0e354!8m2!3d53.681385!4d7.008163>
7. Hohenlohe, S. zu, & Kříž, R. (2016). *Drony: Strucne a prehledne*.
8. Holzmann, P., Wankmüller, C., Globocnik, D., & Schwarz, E. J. (2021). Drones in mountain rescue missions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(4), 381–402. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2020-0025>
9. Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T., & Scholl, H. (2012). Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. *45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2289–2297. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>

10. Khan, M. A., & Safi, A. (2018). *Drones for Good in Smart Cities: A Review*. 8.
11. Konert, A., Smereka, J., & Szarpak, L. (2019). The Use of Drones in Emergency Medicine: Practical and Legal Aspects. *Emergency Medicine International*, 2019, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2019/3589792>
12. NET GUARD drone rescue. (2018, listopad 7). Designboom | Architecture & Design Magazine. <https://www.designboom.com/technology/net-guard-drone-11-07-2018/>
13. Policejní drony—Policie České republiky. (b.r.). Získáno 6. leden 2022, z <https://www.policie.cz/clanek/policejni-drony.aspx>
14. RotorDroneMag.com. (2014, červen 23). Drones to the Rescue. *RotorDrone*. <https://www.rotordronepro.com/drones-rescue/>
15. Řízení letového provozu České republiky. (2020, prosinec 10). LétejteZodpovědně.cz. <https://letejtezodpovedne.cz>
16. Úřad pro civilní letectví. (2021, říjen 12). *Úřad pro civilní letectví*. <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/zakladni-informace-k-regulacnimu-ramci-eu-pro-bezpilotni-systemy/>

Zadání bakalářské práce

Autor: Marek Šimák

Studium: I1900649

Studijní program: B0688A140001 Informační management

Studijní obor: Informační management

Název bakalářské práce: **Využití dronů v integrovaném záchranném systému ČR z pohledu kybernetické bezpečnosti, IS a návazností na SmartCities.**

Název bakalářské práce AJ: Use of drones in the integrated rescue system of the Czech Republic from the point of view of cyber security, IS and connections to SmartCities.

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem práce je analýza a komparace využití dronů z legislativního a konstrukčního řešení dronů a jejich využití v integrovaném záchranném systému v návaznosti na Smart Cities.

Zásady pro vypracování:

- Úvod
- Analýza legislativního rámce v oblasti bezpilotních letounů.
- Komparace konstrukčního řešení využívaných dronů u IZS.
- Využití dronů u složek IZS z pohledu kybernetické bezpečnosti, informačních systémů a IoT.
- Přínosy dronů pro bezpečnost obyvatel na úrovni měst, obcí a krajů s využitím dostupných digitálních technologií ve Smart Cities.
- Závěr

[1] "(PDF) Drones for Good in Smart Cities:A Review".
https://www.researchgate.net/publication/316846331_Drones_for_Good_in_Smart_CitiesA_Review
(viděno bře. 27, 2021).

[2] J. Karas a T. Tichý, *Drony*. 2016.

[3] V. Šulc, *Kybernetická bezpečnost*. 2018.

[4] J. Loughran, "Two police forces introduce drone units in "historic" first for law enforcement", 2017. <https://eandt.theiet.org/content/articles/2017/07/two-police-forces-introduce-drone-units-in-historic-first-for-law-enforcement>,

Garantující pracoviště: Katedra informačních technologií,
Fakulta informatiky a managementu

Vedoucí práce: Ing. Hana Švecová

Datum zadání závěrečné práce: 9.9.2021