



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Tomáš Rosecký

**OCHRANA PERIMETRU VĚZNICE ZA POMOCI BEZPILOTNÍCH  
PROSTŘEDKŮ**

**Bakalářská práce**

**2018**



**K621..... Ústav letecké dopravy**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Tomáš Rosecký**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Ochrana perimetru věznice za pomoci bezpilotních prostředků**

Název tématu (anglicky): Protection of Prison Perimeter by Unmanned Aerial Vehicles

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Problematika využití bezpilotních prostředků v ochraně perimetru
- Legislativní aspekt provozu bezpilotních prostředků
- Současný stav ochrany perimetru věznic
- Aplikace ochrany perimetru věznice



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Zákon č. 49/1997 Sb. o civilním letectví: Předpis L2, Doplněk X. In: . Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 1997, ročník 1997, číslo 49.  
Zákon č. 169/1999 Sb.: o výkonu trestu odnětí svobody. In: . Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 1999, ročník 1999, číslo 169.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Stanislav Absolon**  
**Ing. David Hůlek**

Datum zadání bakalářské práce: **20. října 2017**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **27. srpna 2018**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

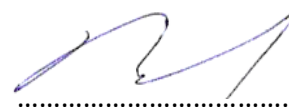
Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Tomáš Rosecký  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 25. května 2018

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval všem, kteří mi poskytli podklad pro vypracování této práce. Zvláště bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Stanislavu Absolonovi za jeho cenné rady, konzultace a trpělivost při vedení bakalářské práce. Dík patří i paní Mgr. et Mgr. Miroslavě Paškové za její cenné rady týkající se problematiky tématu této bakalářské práce. Rovněž bych chtěl poděkovat své rodině a nejbližším za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive 'M' followed by a vertical stroke and a horizontal stroke, positioned above a dotted line.

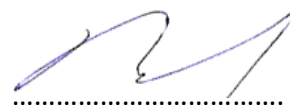
Podpis

## **Čestné prohlášení**

Nemám závažný důvod proti užívání 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).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 20. srpna 2018



Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ

OCHRANA PERIMETRU VĚZNICE ZA POMOCI BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ

Bakalářská práce

Srpen 2018

Tomáš Rosecký

**ABSTRAKT**

Předmětem bakalářské práce „Ochrana perimetru věznice za pomoci bezpilotních prostředků“ je analyzovat současný stav ochrany perimetru a následně navrhnout koncept ochrany perimetru věznice pomocí bezpilotních letadel. První část obsahuje definice týkající se bezpilotních letadel, jejich rozdělení a popis. Následující část se věnuje legislativě, která je v současné době platná ve vzdušném prostoru České republiky a zároveň legislativnímu rámci, který má sjednotit pravidla pro provoz bezpilotních letadel ve vzdušném prostoru členských států Evropské unie. Třetí část se věnuje vězeňství a zároveň shrnutí současné ochrany perimetru, která je využívána v českých věznicích. Poslední část této práce je věnována návrhu konceptu zabezpečení věznice pomocí bezpilotních letadel, jeho konkrétním příkladům a cenovému zhodnocení.

**KLÍČOVÁ SLOVA**

UA, bezpilotní letadlo, legislativní rámec, vězeňství, ochrana perimetru, multikoptéra

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE  
FACULTY OF TRANSPORTATION SCIENCES

PROTECTION OF PRISON PERIMETER BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

Bachelor thesis

August 2018

Tomáš Rosecký

**ABSTRACT**

The subject of this bachelor thesis „Protection of prison perimeter by unmanned aerial vehicles“ is to analyze the current state of the perimeter protection and subsequently to propose the concept of protection of the prison perimeter using unmanned aircrafts. The first part contains definitions of unmanned aircrafts, their division and description. The following section deals with the legislation which is currently in use in the Czech airspace and simultaneously with the legislative framework which is to unite the rules for operation of unmanned aircrafts in the airspace of member states of the European Union. The third part deals with the penitentiary as well as a summary of the current protection of the perimeter which is used in the Czech prisons. The last part of this thesis is dedicated to the proposal of the concept of prison security using unmanned aircrafts, its particular examples and price appreciation.

**KEYWORDS**

UA, unmanned aircraft, legislative framework, penitentiary, protection of prison perimeter, multicopter

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>10</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Problematika využití v ochraně perimetru</b> .....	<b>13</b>
1.1.    Základní definice .....	13
1.2.    Rozdělení bezpilotních systémů .....	14
1.3.    Využitelné prostředky pro ochranu perimetru .....	16
1.3.1.    Vrtulníky.....	16
1.3.2.    Multikoptéry .....	17
1.3.3.    Samokřídla .....	18
1.3.4.    Pozemní bezpilotní zařízení – roboti .....	19
<b>2. Legislativní aspekt provozu bezpilotních prostředků</b> .....	<b>21</b>
2.1.    Legislativa provozu dle předpisu L2.....	21
2.2.    Návrh na vytvoření jednotné legislativy dle EASA.....	22
2.2.1.    Otevřená kategorie.....	24
2.2.2.    Specifická kategorie .....	26
2.2.3.    Certifikovaná kategorie .....	27
<b>3. Současný stav ochrany perimetru věznice</b> .....	<b>28</b>
3.1.    Bezpečnostní rizika .....	28
3.2.    Věznice, výkon trestu .....	29
3.2.1.    Vězeňská služba .....	30
3.2.2.    Rozdělení věznic .....	32
3.3.    Možnosti zabezpečení věznice .....	33
3.3.1.    Klasická ochrana .....	33
3.3.2.    Obvodová ochrana .....	33
3.3.3.    Perimetrická ochrana .....	33
3.3.4.    Elektrický zabezpečovací systém .....	34
3.3.5.    Fyzická ochrana.....	35
3.3.6.    Režimová ochrana .....	35



<b>4. Aplikace ochrany perimetru věznice .....</b>	<b>36</b>
4.1. Výběr vhodného typu bezpilotního letadla .....	38
4.2. Instalace do věznice .....	39
4.2.1. Přiřazení bezpilotního prostředku ke scénáři .....	43
4.2.2. Vybavení bezpilotních letadel .....	46
4.2.3. Baterie .....	49
4.2.4. Příklady scénářů v konkrétních věznicích .....	50
4.2.5. Cenové zhodnocení systému .....	55
<b>Závěr .....</b>	<b>57</b>
<b>Seznam použité literatury a informačních zdrojů .....</b>	<b>59</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>61</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>61</b>

## Seznam použitých zkratek

CCTV	Closed Circuit Television	Uzavřený televizní okruh
ČR	-	Česká republika
ČSN	-	Česká státní norma
DJI	Dà-Jiāng Innovations Science and Technology Co., Ltd	-
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
GPS	Global Positioning System	Globální polohový systém
HZS ČR	-	Hasičský záchranný sbor ČR
LUC	Light UAS operator certificate	Certifikát pro provozovatele lehkých UAS
MTOM	Maximum Take-Off Mass	Maximální vzletová hmotnost
RC	Remote Control	Dálkové ovládání
RPA	Remotely Piloted Aircraft	Dálkově řízené letadlo
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System	Systém dálkově řízeného letadla
UA	Unmanned Aircraft	Bezpilotní letadlo
UAS	Unmanned Aircraft System	Bezpilotní systém
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	Bezpilotní prostředek
ÚCL	-	Úřad pro civilní letectví
VLOS	Visual line-of-sight	Provoz při vizuálním kontaktu pilota

# Úvod

Ve 21. století se navázalo na vývoj bezpilotních letadel, který započal Archytem z Tarentu, přes Leonarda da Vinciho a střely s plochou dráhou letu. Probíhal vývoj nejen vojenských bezpilotních systémů, ale postupně se začaly bezpilotní systémy objevovat i v komerční sféře. Různé společnosti, zabývající se fotografováním, nebo vytvářením reklam a filmů, začaly převážně z finančních důvodů vyhledávat levnější zařízení, které by dokázalo pořídit srovnatelné ba dokonce lepší záběry než ty, které doposud musely být pořizovány z vrtulníků. S počátkem využívání bezpilotních systémů v komerčním odvětví se o tyto prostředky začala zajímat i laická veřejnost. V důsledku toho začaly vznikat společnosti, které se snažily uspokojit touhu veřejnosti a začaly vyrábět bezpilotní prostředky, které si postupem času mohl dovolit každý. V posledních letech zažil sektor bezpilotních systémů ohromný rozvoj, jelikož ho začaly využívat nejen filmové společnosti, ale také velké zemědělské společnosti k monitorování jejich polností a úrody, nebo firmy specializující se na letecké práce jako je například kontrola plynových potrubí, kontrola výškových staveb apod. Současně s tím musely vlády jednotlivých států začít reagovat na rychlý rozvoj bezpilotních systémů a jejich provoz. Proto vznikaly regulační opatření a začaly se objevovat omezení, které musí dodržovat každý provozovatel bezpilotního systému. Rozvoj legislativního rámce pro bezpilotní systémy byl v každém státě jinak rychlý a každý stát ho pojal po svém, z tohoto důvodu se legislativa různých států může výrazně lišit. V důsledku těchto odlišností se začaly různé společnosti, ale i veřejnost dožadovat sjednocení této legislativy, a proto Evropská agentura pro bezpečnost letectví začala v roce 2016 pracovat na jednotném legislativním rámci pro provoz bezpilotních systémů pro vzdušný prostor Evropské unie. V posledních letech se o využití bezpilotních prostředků začaly zajímat také státní organizace, jako například Policie ČR nebo Horská služba ČR. Bepilotních systémy tak jsou nápomocny příslušníkům těchto státních organizací při jejich misích. Tyto organizace využívají bezpilotní systémy převážně k monitoringu určitého území, a proto by tyto systémy mohly být využity například i ve vězeňském sektoru, kde by doplnily řady pracovníků vězeňské služby.

Právě možnost využití bezpilotních systémů ve vězeňství a možnost doplnění příslušníků vězeňské služby, kteří zajišťují zabezpečení perimetru věznice, novými bezpilotními systémy je důvod, proč jsem si vybral toto téma. Toto téma je zároveň aktuální z toho důvodu, že většina věznic neprošla od 80. let minulého století žádnou výraznou modernizací, pokud

pominu rentgeny a tím pádem je modernizace zabezpečovacích systémů na místě. Tato bakalářská práce je zaměřena na využití bezpilotních prostředků pro ochranu perimetru věznice. Práce má poskytnout náhled na legislativu a současné zabezpečení perimetru, avšak hlavním cílem je vytvořit koncept vzdušného zabezpečení věznice realizovaný bezpilotními prostředky. Vzhledem k tomu, že téma využití bezpilotních systémů ve státní sféře je poměrně mladé, tak existuje málo publikací, které se tímto tématem zabírají. Z tohoto důvodu budu čerpat převážně z internetových zdrojů.

Práce se skládá ze čtyř hlavních kapitol. V první kapitole se zaměřím na obecné seznámení s problematikou bezpilotních prostředků. V této kapitole uvedu základní pojmy související s provozem bezpilotních prostředků. Uvedu zde dělení bezpilotních prostředků podle několika různých kritérií jako například podle druhu pohonu, podle způsobu využití nebo podle způsobu řízení. Dále zde seznámím čtenáře se čtyřmi hlavními typy bezpilotních prostředků.

Ve druhé kapitole se budu zabývat legislativou. Konkrétně uvedu základy legislativy v České republice, která je stanovena zákonem č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a leteckým předpisem L2 a jeho doplňkem X a dodatkem 4. Podrobněji se ale podívám na legislativu, kterou v současné době připravuje Evropská agentura pro bezpečnost letectví. Tento legislativní rámec by měl sjednotit pravidla bezpilotního létání ve vzdušném prostoru členských států Evropské unie, a proto je důležitou složkou celého oboru bezpilotního létání.

Třetí kapitola poskytne přehled o současném stavu vězeňství a ochrany perimetru věznice v České republice. V první části této kapitoly se budu zabývat obecně vězeňstvím v české republice a rozdělením věznic. Druhá část této kapitoly pak bude zaměřená na typy zabezpečení perimetru, jež jsou použity ve věznicích České republiky.

Poslední čtvrtá kapitola pak bude obsahovat koncept zabezpečení věznice pomocí bezpilotních prostředků. Nejprve se budu věnovat tomu, jestli je možné nahradit veškerý personál věznice bezpilotními prostředky nebo ne. Následně typově určím, který typ bezpilotních prostředků je možné a výhodné použít. V poslední části této kapitoly se budu věnovat přidělení konkrétních strojů ke konkrétním úkonům, a nakonec cenově zhodnotím pořízení tohoto typu zabezpečení.

# 1. Problematika využití v ochraně perimetru

Technologický rozvoj zaznamenal v posledních desetiletích obrovský skok dopředu. Velké firmy, působící na trhu s technologiemi se v této době zabývají vývojem strojů, které by mohly nahradit lidskou práci a usnadnit tak práci lidem, kteří pracují ve velkých továrnách, kde se vyrábí například auta a kde musí provádět manuální a fyzicky náročnou práci. Nemusíme se ale bavit pouze o autech, pomoci mohou s výrobou celé řady dalších věcí, od malých výtvorů v oblasti nanotechnologie, přes zdravotnictví až po výrobu letadel. A právě v oboru letecké dopravy se tento prudký vývoj objevil v posledních letech, a to sice vývojem technologií pro bezpilotní systémy. Největší hnací silou tohoto vývoje byly vojenské složky jednotlivých států, které usilovaly o vytvoření bezpilotních letadel a minimalizovaly tak ztráty na lidských životech pilotů vojenských letadel. Využití bezpilotních prostředků ale našlo svoje místo i na trhu komerčního využití. Zde se bezpilotní prostředky využívají v oblasti kinematografie, fotografování, ale i pro výškové práce jako jsou kontroly lopatek větrných turbín, kontroly integrity budov apod.

Tento masivní, a hlavně rychlý rozvoj má i svoji stinnou stránku, kterou je legislativa. Vytváření legislativního rámce je oproti vývoji technologií značně opožděné, a to z toho důvodu, že se nedá předpokládat, kam se bude další vývoj ubírat. Dalším důvodem je to, že zákonodárné orgány v České republice a nejen zde, nejsou schopné pružně reagovat na tento nový a rychle se vyvíjející letecký sektor. Z těchto důvodů vyplývá, že legislativní vývoj bude vždy zaostávat za vývojem technologickým, a to do doby, kdy dojde ke značnému zpomalení, či stagnaci technologického vývoje.

## 1.1. Základní definice

Abychom se mohli věnovat tématu bezpilotních systémů, musíme si nejdřív definovat základní výrazy a definice týkající se bezpilotních zařízení. Tyto definice jsou citovány z doplňku X leteckého předpisu L2. Další doplňující definice lze nalézt v české státní normě s označením ČSN 31 0001 Letectví a kosmonautika – Terminologie.

***Autonomní letadlo*** – bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu [1].

**Bezpilotní letadlo (UA)**<sup>1</sup> – letadlo určené k provozu bez pilota na palubě [1].

**Bezpilotní letecký prostředek (UAV)**<sup>2</sup> – zastaralý termín pro létající objekt bez posádky, který může být řízen na dálku, nebo létat samostatně pomocí před-programovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů.

**Dálkově řízené letadlo (RPA)** – bezpilotní letadlo, které pilot může řídit dálkově. Může obsahovat automatické systémy řízení letu.

**Bezpilotní systém (UAS)** – systém skládající se z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného k umožnění letu, jako například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění a návrat. Bezpilotních letadel, řídicích stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního systému více [1].

**Model letadla** – letadlo, které není schopné nést člověka na palubě, je používáno pro soutěžní, sportovní nebo rekreační účely, není vybaveno žádným zařízením umožňujícím automatický let na zvolené místo, a které, v případě volného modelu, není dálkově řízeno jinak, než za účelem ukončení letu nebo které, v případě řízeného letu, je po celou dobu letu pomocí vysílače přímo řízené pilotem v jeho vizuálním dohledu [1].

**Systém dálkově řízeného letadla (RPAS)** – dálkově řízené letadlo, příslušná dálkově řídicí stanice, nezbytné řídicí a kontrolní spoje a jakékoliv další součásti uvedené v typovém návrhu.

## 1.2. Rozdělení bezpilotních systémů

Existuje celá řada možností, jak lze bezpilotní systémy dělit. Dvě největší skupiny tvoří rozdělení na bezpilotní systémy pro **komerční** využití a pro **vojenské** využití. Toto rozdělení je ve své podstatě určeno samotným vývojem bezpilotních systémů, který jsem zmiňoval v kapitole 1. Jelikož se v této práci budu snažit věnovat pouze použitím bezpilotních systémů, které jsou určeny pro komerční využití, tak zde nebudu zmiňovat jednotlivá dělení vojenských bezpilotních systémů.

Dalším rozdělením komerčních bezpilotních systémů může být rozdělení na zařízení pro **amatéry** a **profesionály**. Zde jsou charakteristické vlastnosti jednotlivých strojů celkem jasné. Amatérská zařízení jsou především levné, lehké, malé a nejsou vyrobeny z tak kvalitních

---

<sup>1</sup> Bezpilotní letadlo (UA) bude v této práci používán místo zastaralého názvu bezpilotní letecký prostředek (UAV)

<sup>2</sup> V názvu bakalářské práce je uveden termín Bezpilotní prostředek. V době vytváření zadání mi nebyly známy rozdíly v užívání termínů UAV a UA.

a odolných materiálů jako zařízení pro profesionály. Tyto zařízení nemají zabudovaný systém autopilota ani barometr pro udržování výšky, nebo systém GPS pro udržování polohy. Zatímco bezpilotní systémy využívané profesionály jsou velké stroje, které se cenou výrazně liší od amatérských strojů. Jsou schopné nést zátěž například v podobě kamery, jsou schopné modifikace a jsou vyrobené z kvalitních materiálů. Tyto stroje mohou být určeny pro ovládání dvěma osobami, kdy jedna stroj řídí a druhá ovládá kamerový závěs. Profesionální stroje jsou často vybaveny jednotkou autopilota a zároveň jsou schopné udržovat stálou výšku a polohu. Toto rozdělení se však týká spíše oblasti kinematografie a fotografování [2].

Dalšími typy rozdělení mohou být například [2]:

Podle typu pohonu:

- elektrický,
- spalovací.

Podle typu:

- multikoptéry,
- letouny („samokřídla“).

Podle způsobu řízení:

- manuální,
- automatické,
- autonomní.

Dále lze bezpilotní systémy dělit podle nosnosti, dostupů anebo počtu motorů. [2] Zatím jediné dvě oficiální dělení bezpilotních prostředků, které jsou uvedené v české legislativě, jsou rozdělení:

Podle maximální vzletové hmotnosti [1]:

- menší než 0,91 kg,
- větší než 0,91 kg a menší než 7 kg,
- větší než 7 kg a menší než 25 kg,
- větší než 25 kg.

Podle účelu použití [1]:

- rekreačně sportovní,
- výdělečné, experimentální, výzkumné.

### 1.3. Využitelné prostředky pro ochranu perimetru

V předchozí kapitole je uvedeno, že zařízení, která nepilotuje člověk z kokpitu, ale ze vzdáleného operačního střediska, mohou být zařízení, která jsou schopná letu. V současnosti existuje i řada pozemních bezpilotních systémů, které jsou nazývány jednoduše roboti. K ochraně perimetru jsou už právě pozemní bezpilotní systémy využívány, například v areálu společnosti Microsoft v Silicon Valley [17]. Dalšími bezpilotními systémy, které je možné pro ochranu perimetru využít jsou vrtulníky, multikoptéry a také samokřídla. Těmto bezpilotním systémům bude věnováno následujících několik kapitol.

#### 1.3.1. Vrtulníky

Vrtulníkům, nebo také koptérám, jak je v současnosti nazývají někteří modeláři, se začalo dařit v 60. letech, kdy začaly být k dispozici spolehlivé a výkonné spalovací motory s žhavicí svíčkou, a hlavně vícekanálové RC vysílače, díky kterým bylo možné všechny prvky modelu ovládat z jednoho zařízení. Jde o model, který má dva rotory – nosný (hlavní) a vyrovnávací (ocasní). Na nosném rotoru vzniká vztlak potřebný k letu, který s měnícím úhlem náběhu roste nebo klesá. Tento hlavní rotor vyvolává reakční moment, který je třeba korigovat. K vyrovnání tohoto momentu slouží vyrovnávací (ocasní) rotor. Pomocí nosného rotoru lze s vrtulníkem letět vpřed, vzad a do stran, a to sice kloněním či klopením roviny tohoto rotoru. Pomocí vyrovnávacího rotoru pak lze bočit. Tyto bezpilotní systémy se vyskytují jak v miniaturních verzích, tak ve verzích s průměrem nosného rotoru přes 2 metry, která je schopná nosit třeba filmovou kameru. Taková verze je zobrazena na *Obrázku 1* [3].



Obrázek 1: Filmovací bezpilotní helikoptéra Helicam [21]

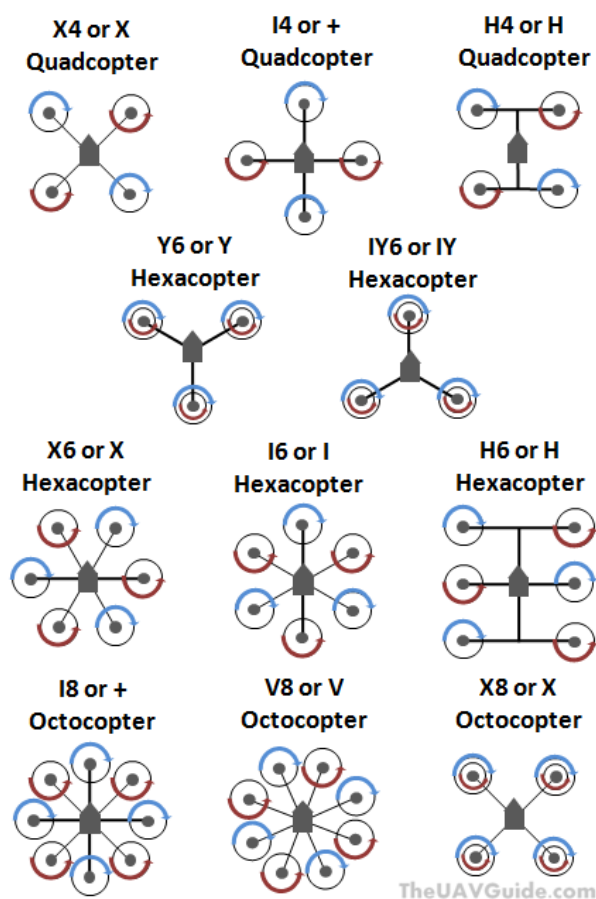


### 1.3.2. Multikoptéry

Multikoptéra je letadlo, které vyvozuje vztlak jiným způsobem než aerodynamickou silou na nosných plochách. Pojem multikoptéra je odvozen od počtu motorů potřebných k letu. Právě podle počtu vrtulí a motorů můžeme multikoptéry rozdělit do následujících skupin [2]:

- trikoptéry (3 motory),
- kvadrokoptéry (4 motorů),
- hexakoptéry (6 motorů),
- oktokoptéry (8 motorů).

Na následujícím obrázku je znázorněno označování multikoptér podle rozmístění a počtu pohonných jednotek.



Obrázek 2: Konfigurace umístění pohonných jednotek multikoptér a jejich názvosloví [7]

Výhodou multikoptér je to, že je lze naprogramovat k letům dle letových plánů, nebo k manuálnímu létání. Další výhodou je, že má velmi dobrou manévrovací schopnost a ke svému vzletu a přistání potřebuje oproti křídlovým strojům jen malý prostor. Mezi výhody

můžeme počítat i poměrně velkou možnost modifikace neseného zařízení pod tělem koptéry. Tyto zařízení jsou upevněná pod tělem koptéry na stabilizátoru, tzv. gimbalu, který pohlcuje vibrace a nechtěné náklony způsobené počátečním zrychlením při zahájení pohybu. Mohou to být například kamery, nebo různé senzory, které následně vysílají video nebo obecně data do pozemní stanice, kterou může být například monitor, zobrazující video v reálném čase. Koptéry se zavěšenými kamerami a senzory pod tělem jsou využívány k monitoringu v reálném čase. Nevýhodou je, že kvůli fyzickému uspořádání těchto strojů dochází k velké spotřebě energie motory, a proto má kratší výdrž ve vzduchu než klasické letouny (křídla), které používají motory převážně k dopřednému pohybu a vztlak zajišťují křídla [2].

### 1.3.3. Samokřídla

Samokřídla jsou specifickým typem bezpilotních systémů. Tento typ bezpilotních systémů vychází účelem i tvarem z původních vojenských dronů. Hlavním účelem samokřidel využívaných v civilním sektoru je mapování a monitorování. Samokřídla nemají trup ani ocasní plochy a veškeré vybavení se tak musí vejít do křídla, což je největším omezením samokřidel. V jeho těle bývá zabudován senzor, nebo kamera pro vykonávání činnosti monitoringu či mapování. V současné době už je možné samokřídla modifikovat a měnit jejich vybavení, ale pořád to není tak jednoduchá operace, jako v případě multikoptér [2].

Jelikož samokřídla nejsou z aerodynamických důvodů vybavena podvozkem, nemůže jejich vzlet probíhat na zemi. Vzlet těchto letounů se dá provést dvěma způsoby:

- z odpalovací rampy,
- z ruky (hodem) [2].

Při vzletu z rampy je samokřídlo vymrštěno do vzduchu a letoun tak rychle nabere rychlost a výšku. Zatímco jednodušší letouny jsou schopny vzlétnout z ruky operátora nebo pilota. Ten zapne motor před vyhozením a hodem udá letounu potřebnou rychlost. Většina těchto letounů létá podle předem naplánovaných tras, tedy na základě GPS dat. Přistání pak může probíhat buď automaticky nebo manuálně, letouny k tomu většinou potřebují několik desítek metrů.

Největší výhodou těchto letounů je to, že díky své konstrukci dokáží vztlak vytvářet na křídle a není k tomu zapotřebí žádný rotor. Motor zajišťuje převážně dopředný pohyb. Díky této konstrukci je letoun schopen vydržet ve vzduchu mnohem delší dobu než multikoptéry. Nevýhodou těchto strojů je pak to, že nejsou schopny statického pozorování díky visení ve vzduchu.

#### 1.3.4. Pozemní bezpilotní zařízení – roboti

Ačkoli se v této práci zabývám spíše bezpilotními prostředky, které jsou schopny letu, tak musím zmínit i pozemní bezpilotní zařízení. Tato zařízení jsou často nazývána „roboti“ a jejich používáním došlo ke značnému zrychlení a zefektivnění výroby. Roboti jsou bezpochyby nejrozšířenějšími bezpilotními prostředky, jelikož se začali objevovat a využívat jako první. Tyto automatizované stroje se v minulosti začaly využívat převážně v továrnách, kde nahradily lidskou sílu. Toto nahrazení mělo světlé ale i stinné stránky. Světlou stránkou je to, že došlo ke zrychlení a zefektivnění výroby. Stinná stránka je to, že právě kvůli těmto strojům zmizela velká část pracovních míst. Tyto roboty je však v současnosti možné využívat i v oblasti bezpečnosti. Můžeme je rozdělit do několika skupin:

- Bezpečnostní roboti,
- bezpilotní pozemní vozidla,
- robotické bezpečnostní kamery [13].

Bezpečnostní roboti jsou zařízení, která jsou svým vzhledem alespoň malinko podobní člověku. Jsou velké zhruba 150 cm a podle vybavení váží od 70 do 150 kg. Tito roboti jsou vybaveni řadou senzorů, laserů a kamer, díky čemuž jsou schopni se autonomně pohybovat po určitém areálu.

Bezpilotní pozemní vozidla jsou zařízení, která jezdí po vytyčených cestách. Tato skupina nelze rozměrově definovat, jelikož rozměry se pohybují od jednotek po desítky centimetrů, to samé platí i o hmotnosti. Jsou vybaveny senzory a kamerami, schopnými detekovat osoby, narušení a informovat o tom příslušná stanoviště, nebo naopak přijímat hlášení a sami je kontrolovat.

Robotickými bezpečnostními kamerami se nebudu zabývat, jelikož se v této práci věnuji mobilním zařízením, a nikoliv stacionárním bezpečnostním kamerám.

Výhodou robotů je to, že mohou pohodlně zastat práci bezpečnostní hlídky v areálu, který je k tomu přizpůsoben. V těle mají zabudované senzory a kamery, díky kterým jsou schopny ukládat data, které je možné následně zkoumat.

Nevýhody jsou u těchto zařízení značné, proto není jejich provoz tak častý, jako v případě bezpilotních zařízení schopných letu. Roboti jsou schopni se pohybovat pouze po rovném povrchu, tím pádem nejsou schopny pohybu v členitém terénu, a proto je nevhodný pro náhradu pracovníků vězeňské služby. Jejich nedostatkem je i nízká rychlost pohybu. Pokud se robot nestihne dostat včas k hlášenému narušení perimetru, pak může narušitel utéct a tato autonomní ostraha tedy ztrácí svůj význam [13].

## 2. Legislativní aspekt provozu bezpilotních prostředků

Vzdušný prostor je takový prostor, ve kterém se uskutečňují lety a kterému je stanoven přijatelný právní režim. To znamená, že každé zařízení obývající vzdušný prostor se musí řídit určitými pravidly. Nejinak tomu je i u bezpilotních prostředků. V důsledku ohromného technologického rozvoje a vývoje bezpilotních prostředků sice legislativa pro jejich provoz zaostává, ale i tak má většina států svá vlastní pravidla, která se musí dodržovat. Česká republika stanovuje legislativu pro provoz bezpilotních systémů zákonem č.49/1997 Sb., o civilním letectví, dodatkem 4 leteckého předpisu L2 a doplňku X leteckého předpisu L2. V současnosti je celoevropsky vyžadováno sjednocení pravidel pro provoz bezpilotních prostředků ve vzdušném prostoru států Evropské unie. Evropská agentura pro bezpečnost letectví (EASA) proto začala v prosinci roku 2016 vytvářet jednotná pravidla, která budou určovat pravidla provozu bezpilotních systémů ve vzdušném prostoru členských států Evropské unie. Tyto dva legislativní rámce budou tématem následujících kapitol.

### 2.1. Legislativa provozu dle předpisu L2

V případě bezpilotních prostředků se každý současný pilot těchto zařízení v České republice musí seznámit s leteckým předpisem L2 a zejména pak s doplňkem X. Tento doplněk definuje bezpilotní systémy jako celek, který se následně dělí na několik ustanovení, zabývající se například bezpečností, dohledem pilota, ukončením letu, odpovědností apod.

Doplňek X stanovuje rozsah působnosti na požadavky na projektování, výrobu, údržbu, změny a provoz bezpilotních systémů. Pojednává o bezpečnosti, dohledu pilota, odpovědnosti a prostorech ve kterých se smí létat. Ustanovením 3 tento doplněk popisuje bezpečnost. Jasně říká, že let smí být prováděn pouze tak, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti létání ve vzdušném prostoru, osob a majetku na zemi a životního prostředí, přičemž toto neplatí vzájemně mezi modely letadel za předpokladu předchozí dohody zúčastněných osob a pilotů. Provozování bezpilotního letadla je podmíněno tím, že musí být provozováno v přímém dohledu pilota, pokud ÚCL neudělí výjimku. V reálném případě to znamená, že provozování bezpilotního prostředku musí být prováděno takovým způsobem a do takové vzdálenosti, aby [1]:

- a) pilot během pojiždění a letu mohl udržovat trvalý vizuální kontakt s bezpilotním letadlem i bez vizuálních pomůcek jiných než brýle a kontaktní čočky na lékařský předpis; a
- b) pilot, nebo kromě pilota i poučená osoba, mohl sledovat a vyhodnocovat dohlednost, překážky a okolní letový provoz.

Ustanovení 5 pojednává o odpovědnosti za bezpilotní letadlo nebo model letadla a jasně definuje za co zodpovídá pilot a za co vlastník bezpilotního systému. V ustanovení 5.1 stojí, že za provedení bezpečného letu, předletové přípravy a kontroly, je odpovědná osoba, která bezpilotní letadlo dálkově řídí nebo v případě modelu letadla s maximální vzletovou hmotností do 25 kg, který není dálkově říditelný, osoba, která jej vypustila do vzdušného prostoru. Obě tyto osoby jsou nadále nazývány pouze „pilot“. Pilot má tedy odpovědnost za to, že [1]:

- a) bezpilotní systém bude používán pouze k účelu ke kterému byl navržen a vyroben,
- b) bude provozovat pouze bezpilotní systém, jehož způsob použití a technické parametry jsou v souladu s požadavky, které tento doplněk obsahuje.

Další odpovědností pilota je zaznamenávání informací o letu do deníku letadla nebo rovnocenného dokumentu. Tyto informace musí obsahovat datum letu, čas letu, celkový čas letu, jméno pilota, označení letadla, místa vzletu a přistání, druh letové činnosti a potenciální události související s bezpečností letu. Pilot, který podléhá evidenci ÚCL nesmí předat řízení bezpilotního letadla osobě, která této evidenci nepodléhá [1]

- a) pro daný typ a modelovou řadu nebo dané označení bezpilotního letadla v případě využití k leteckým pracím a leteckým činnostem pro vlastní potřebu
- b) pro danou kategorii (balón, vzducholod', vrtulník, kluzák, letoun vrtulový, letoun proudový) v případě využití rekreačně sportovního.

## 2.2.Návrh na vytvoření jednotné legislativy dle EASA

V prosinci roku 2016 začala Evropská agentura pro bezpečnost letectví (EASA) připravovat nové předpisy, které by sjednotily legislativní rámec pro bezpilotní systémy v rámci celé Evropské unie. Důvod, kvůli kterému začala EASA vytvářet nová pravidla a předpisy

pro bezpilotní prostředky je zmíněn již v 1. kapitole. V současné době je regulace bezpilotních prostředků s maximální vzletovou hmotností nižší než 150 kg, dle nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 216/2008, v kompetenci členských států Evropské unie. Některé členské státy však přijaly a implementovaly taková pravidla pro provoz bezpilotních systémů, která nejsou v harmonii s ostatními pravidly v jiných členských státech, a proto se výrobci i operátoři bezpilotních systémů dožadovali celkové harmonizace pravidel. Tento nový regulační model obsahuje požadavky, které regulují všechny bezpilotní systémy, kromě těch, které jsou využívány státními složkami (PČR, HZS ČR, Armáda ČR, atd.) Dalším důvodem zavádění těchto nových sjednocených pravidel jsou bezpečnostní rizika. Mezi dvě hlavní bezpečnostní rizika patří riziko ve vzduchu (kolize s pilotovanými prostředky) a riziko na zemi (kolize s osobami nebo kritickou infrastrukturou). Z hlášení o konfliktních situacích bezpilotních prostředků vyplývají tři klíčové oblasti rizika [10]:

- vzdušný konflikt,
- ztráta kontroly nad bezpilotním prostředkem,
- jiné systémové selhání.

Nejnovější verzí konceptu společných předpisů pro provoz UAS v Evropě je Opinion No 01/2018, která vyšla na počátku roku 2018 po skončení období, během kterého měli zástupci leteckého průmyslu, národní úřady, provozovatelé UAS, bezpečnostní agentury, pojišťovací agentury a další veřejnost možnost komentovat předchozí verzi.

Opinion je návrh na změnu a sjednocení pravidel pro provoz bezpilotních systémů v celoevropském měřítku. Doposud byla hlavním kritériem pro kategorizaci bezpilotních systémů hmotnost, což je jedna z hlavních věcí, která by se měla v budoucnu změnit. EASA se tedy zaměřuje spíše na způsob použití bezpilotních systémů než pouze na jejich fyzické vlastnosti. Dokument uvádí například rozdělení provozu bezpilotních systémů na tři kategorie – otevřená, specifická a certifikovaná. K nové kategorizaci vedla myšlenka toho, že bezpilotní systémy provozované nad prostranstvím plným lidí jsou mnohem větším rizikem než bezpilotní systémy provozované nad prázdným prostorem, např. při focení krajiny [10].

### 2.2.1. Otevřená kategorie

Otevřená kategorie je první kategorií, kterou Opinion No 01/2018 zmiňuje. Bezpečnost provozu v této kategorii má být zajištěna minimálním souborem pravidel, provozních omezení a požadavků na existenci určitých funkcí či zařízení. Dle Opinion představuje tato kategorie nízké riziko. Provoz bezpilotních systémů je podmíněn tím, že provozovatel musí mít neustálý vizuální kontakt s bezpilotním letadlem neboli VLOS. Hmotnost i výška letu jsou dle EASA také omezeny. Hmotnost nesmí překročit 25 kg a výška letu 120 m. Velmi důležitá funkce, kterou musí bezpilotní systém obsahovat je geo-fencing<sup>3</sup>. Tato technologie zabraňuje provozovatelům vědomě i nevědomě překročit hranice mezi povoleným a zakázaným vzdušným prostorem pro provoz UAS. K zajištění bezpečnosti a ochrany životního prostředí mohou úřady zabývající se provozem bezpilotních systémů stanovit tzv. zóny. První je *zóna bez bezpilotních letadel*, kam je přístup UAS zakázán. Druhá taková zóna je *zóna s omezeným přístupem bezpilotních letadel*. Do druhé zóny je možné vletět pouze na základě povolení příslušným úřadem nebo mít vybavení usnadňující identifikaci bezpilotního systému. Tato otevřená kategorie se následně dělí do dalších tří subkategorií, které více specifikují požadavky pro provozování UAS. Tyto subkategorie jsou:

- Subkategorie A1 – Létání nad lidmi
- Subkategorie A2 – Létání v blízkosti lidí
- Subkategorie A3 – Létání daleko od lidí.

Do první subkategorie, která zahrnuje bezpilotní systémy, jež mohou létat nad ostatními osobami, spadají tři třídy bezpilotních systémů. Jedná se o třídu vlastnoručně sestavených UAS, třídu C0 a třídu C1. První dvě třídy jsou definovány jako UAS s maximální vzletovou hmotností MTOM do 250 g. Tato třída zahrnuje hlavně hračky, které jsou běžně prodávány jako spotřební zboží. Tyto zařízení nevyžadují geo-fencing, elektronickou identifikaci ani registraci jejich provozovatele na příslušném úřadě. Pro třídu C0 je stanoven rychlostní limit 19 m/s, pokud nesplňuje *Směrnici o bezpečnosti hraček*. Dále musí být na UAS nastavitelný výškový limit a nesmí obsahovat ostré hrany. Třetí třída C1 na rozdíl od předchozích dvou tříd vyžaduje elektronickou identifikaci. Elektronická identifikace je takový systém, který můžeme připodobnit odpovídači sekundárního radaru a s jeho pomocí

---

<sup>3</sup> Geo-fencing je taková softwarová funkce, která neumožňuje UAS vzlétnout v takových oblastech, kde je jejich provoz zakázán.



je možná snadná identifikace bezpilotního letadla i jeho majitele během provozu. Do této třídy patří bezpilotní letadla jejichž hmotnost nepřesahuje 900 g, nebo jejich kinetická energie při srážce s osobou nepřesahuje 80 J. Bzpilotní letadla této třídy vyžadují zahrnutí informačních letáků ze strany výrobce, absenci ostrých hran, nastavitelný výškový limit a režim letu pro bezpečné přistání.

Subkategorie A2 zahrnuje bezpilotní systémy s MTOM do 4 kg. Tyto bezpilotní letadla mohou létat v bezpečné vzdálenosti od lidí. Tato subkategorie obsahuje pouze jednu třídu bezpilotních systémů, kterou je třída C2. Pilot UAS spadající do subkategorie A2 musí na rozdíl od pilotů subkategorie A1 třídy C1 úspěšně absolvovat teoretický test v příslušném úřadu. Bzpilotní systémy třídy C2 musí splňovat stejné požadavky jako UAS třídy C1, které jsou navíc rozšířené o křehkost a režim pomalého letu.

Poslední je subkategorie A3. Tato subkategorie obsahuje stejně jako subkategorie A1 tři třídy bezpilotních systémů. Jsou to třída C3, třída C4 a třída vlastnoručně sestavených UAS. Očekává se, že bezpilotní systémy této subkategorie budou létat v oblastech, kde není očekáváno ohrožení nezúčastněných osob a zároveň budou létat v dostatečné vzdálenosti od obydlených oblastí. Pilot bezpilotního systému v této subkategorii musí splňovat stejné požadavky jako pilot subkategorie A1. Všechny tři třídy bezpilotních systémů jsou omezeny maximální vzletovou hmotností nižší než 25 kg. Rozdíl mezi jednotlivými třídami této subkategorie tak tvoří pouze technické vybavení UAS jednotlivých tříd. Třída C3 vyžaduje informační leták od výrobce, režim letu pro bezpečné přistání, nastavitelný výškový limit a křehkost. Třída C4 vyžaduje informační leták od výrobce a zakazuje automatický let. Pro třídu vlastnoručně sestavených UAS nejsou technické podmínky definovány. Elektronickou identifikaci podléhá pouze třída C3, zatímco pro třídu C4 a vlastnoručně sestavené UAS je nutná pouze pokud to vyžaduje provozní zóna. Tabulka níže přesněji specifikuje všechny náležitosti týkající se subkategorií otevřené kategorie a jednotlivých tříd UAS spadajících do této kategorie [22].

Operation		Remote pilot competency (age according to MS legislation)	UAS				JAS operator registration
Subcategory	Area of operation (far from aerodromes, maximum height 120 m)		class	MTOM/ Joule (J)	Main technical requirements (CE marking)	Electronic ID/ geo awareness	
A1 Fly over people	You can fly over uninvolved people (not over crowds)	Read consumer info	Privately built	< 250 g	N/a	No	no
			C0		Consumer information, Toy Directive or <19 m/s, no sharp edges, selectable height limit		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumer info</li> <li>online training</li> <li>online test</li> </ul>	C1	< 80 J or <900 g	Consumer information, <19m/s, kinetic energy, mechanical strength, lost-link management, no sharp edges, selectable height limit.		
A2 Fly close to people	You can fly at a safe distance from uninvolved people	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumer info</li> <li>online training</li> <li>online test</li> <li>theoretical test in a centre recognised by the aviation authority</li> </ul>	C2	< 4 kg	Consumer information, mechanical strength, no sharp edges, lost-link management, selectable height limit, frangibility, low-speed mode.	Yes + unique SN for identification	yes
A3 Fly far from people	You should: <ul style="list-style-type: none"> <li>fly in an area where it is reasonably expected that no uninvolved people will be endangered</li> <li>keep a safety distance from urban areas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumer info</li> <li>online training</li> <li>online test</li> </ul>	C3	< 25 kg	Consumer information, lost- link management, lost- link management, selectable height limit, frangibility.	if required by zone of operations	
			C4		Consumer information, no automatic flight		
			Privately built		N/a		

Obrázek 3: Rozdělení subkategorií a tříd v otevřené kategorii dle EASA [22]

## 2.2.2. Specifická kategorie

Další kategorií, kterou koncept EASA zavádí je specifická kategorie. Tato kategorie dle definic představuje střední riziko pro letecký provoz. Provoz UAS v této kategorii je podmíněn oprávněním od leteckého úřadu, pro jehož získání musí předložit veškeré nezbytné informace k určení rizika a také předložit samotné bezpilotní letadlo. Nestačí tedy pouze složit zkoušku a získat tak certifikát, ale provozovatel musí získat veškerá povolení na základě deklarace, nebo požádá a vydání certifikátu LUC. Při získávání povolení pomocí deklarace musí žadatel vypracovat žádost a předat ji ÚCL, který následně žádost vyhodnotí a na základě splnění dalších podmínek vydá oprávnění. Pokud bude žadatel chtít provozovat UAS na základě LUC, pak musí vyplnit a podat žádost o vydání LUC a současně s tím další související dokumenty, jako např. provozní příručku. Úřad zhodnotí žádost a přiložené dokumenty a pokud budou splňovat jejich požadavky, tak provede audit u žadatele a následně vydají certifikát.

Pokud provozovatel, který není držitelem certifikátu LUC, požádá o deklaraci, obdrží ji od oprávněného úřadu dle způsobu a formy stanovené EASA. Úřad by měl žadateli potvrdit přijetí deklarace a zároveň zkontrolovat, zda deklarace obsahuje všechny náležitosti. Pokud

provozovatel UAS bude chtít létat i na území jiného členského státu, musí celý proces žádání o deklaraci podstoupit i na příslušném úřadě daného státu.

Získání certifikátu LUC je mnohem komplikovanější než v předchozím případě. Celý proces žádosti je standardizován dle EASA. Na držitele certifikátu LUC se vztahuje několik povinností. Musí zajistit požadavky týkající se povinnosti provozovatele UAS specifické kategorie, povinnosti týkající se registrace a dálkově řídicího pilota. Provozovatel musí zřídit a provozovat kontrolní systém pro všechny vykonávané činnosti, definované podmínkami LUC, dále stanovit rizika zamýšleného provozu a také shromáždit příslušnou dokumentaci. Držitel certifikátu musí poskytnout leteckému úřadu příručku LUC, která popisuje organizaci společnosti a postupy spojené s provozem společnosti. Pokud nějakou činnost pro společnost vykonává partnerská organizace, pak musí být stanoveny a sepsány postupy, jakým způsobem provozovatel s partnerskou organizací hodlá spolupracovat. Tento manuál pak musí provozovatel distribuovat mezi svůj personál, aby byl seznámen s veškerými postupy. Po dobu plnění podmínek stanovených certifikací nabývá certifikát LUC neomezené platnosti. V případě zrušení certifikátu či odstoupení od užívání certifikátu musí být neprodleně odevzdán příslušnému úřadu [22].

### 2.2.3. Certifikovaná kategorie

Poslední kategorií, kterou EASA zavádí je certifikovaná kategorie. Tato kategorie obsahuje takové bezpilotní systémy, které představují vysoké riziko pro letecký provoz. Dohled nad UAS této kategorie bude vykonáván příslušným tím leteckým úřadem, který vydává licence a provádí dozor výcviku a provozu UAS. Tato kategorie se dá připodobnit letadlům s posádkou, tudíž budou pro UAS vydávány osvědčení o letové způsobilosti, budou pro ně platit podobná omezení a pravidla jako pro pilotovaná letadla. Výrobci těchto UAS budou muset získat povolení k výrobě takových zařízení. Provozovatel bude muset být držitelem certifikátu provozovatele dálkově řízených letadel. Dokument Opinion No 01/2018 však zavedení této kategorie blíže nespecifikuje [22].

### 3. Současný stav ochrany perimetru věznice

V každém státu dnes dochází k nedovolenému narušení prostorů a v důsledku toho i k ohrožení bezpečnosti. Nezáleží na tom, zda se jedná o soukromé objekty nebo veřejné prostory se zvýšenou mírou bezpečnostního rizika. Tyto prostory mohou být místa s velkou koncentrací lidí, jako jsou turistické cíle, velké kulturní akce, prostředky hromadné dopravy, ale mohou to být například i různá nápravná zařízení nebo věznice, u kterých hrozí nebezpečí úniku nebezpečného jedince. Při bezpečnostním narušení tohoto typu může následně docházet k ohrožení na zdraví či lidských životech. V ochraně těchto prostorů je důležité propojení spolupráce mezi soukromým sektorem a bezpečnostními složkami státu [8].

#### 3.1. Bezpečnostní rizika

Objekty a prostory lze obecně rozdělit do několika úrovní, které jsou označovány jako stupně rizika objektů, podle jejich zaměření a typu a podle toho jaké vyžadují zabezpečení. Toto dělení má celkem 4 stupně, kdy první stupeň vyžaduje nejmenší zabezpečení a čtvrtý stupeň vyžaduje zabezpečení nejvyšší. Nejnižší, první, stupeň představují domácnosti, běžné rekreační objekty, chaty a neveřejné soukromé prostory. Do druhého stupně se řadí veřejné prostory, jako například restaurace, knihovny, obchody. Jako třetí stupeň považujeme obchody s drahým nebo nebezpečným zbožím, jako například lékárny, elektroobchody, šperky, dále pak muzea nebo archivy. Tyto objekty vyžadují střední až vysoké zabezpečení. Nejvyšší stupeň rizika narušení bezpečnosti nebo narušení perimetru představují prodejny nebo sklady chemikálií, zbraní, střeliva, banky, ale také budovy státní správy, samosprávy (soudy, policejní budovy, věznice, budovy armády), budovy vlády, senátu, velvyslanectví. Rozdělení rizik je znázorněno na *Obrázku 4*.



Obrázek 4: Stupně rizika objektů [9]

### 3.2. Věznice, výkon trestu

Věznice, nebo také vězení, šatlava, žalář, nápravně výchovné zařízení, je zařízení, ve kterém se vykonává trest odnětí svobody. Účelem výkonu trestu odnětí svobody je prostředky stanovenými zákonem č.169/1999 Sb., o výkonu trestu odnětí svobody, působit na odsouzené tak, aby snižovali nebezpečí recidivy svého kriminálního chování a vedli po propuštění soběstačný život v souladu se zákonem, chránit společnost před pachateli trestných činů a zabránit jim v dalším páčení trestné činnosti. Hlavními zásadami výkonu trestu jsou:

Trest může být vykonáván jen takovým způsobem, který respektuje důstojnost osobnosti odsouzeného a omezuje škodlivé účinky zbavení svobody. Nesmí tím však být ohrožena potřeba ochrany společnosti.

S odsouzenými ve výkonu trestu se musí jednat tak, aby bylo zachováno jejich zdraví, a pokud to doba výkonu trestu umožní, podporovaly se takové postoje a dovednosti, které odsouzeným pomohou k návratu do společnosti a umožní vést po propuštění soběstačný život v souladu se zákonem.

Mezi nejdůležitější úkoly věznice patří resocializace vězňů a pomocí té i následné zabránění recidivě.

Resocializace je složitý proces nápravy, převýchovy a změny vadné socializace. Jedná se o nápravu výchovných cílů. Základním resocializačním postupem je ve vězeňství tvorba a naplňování programů každého odsouzeného. Hlavním cílem resocializace je změnit

osobnost vězně, která by dosahovala takové kvality, aby nedocházelo k páchání opakované trestné činnosti. Jednoduše řečeno, resocializace znamená připravenost vězně k plnění běžných sociálních rolí po jeho propuštění. Dosahuje se jí především zacházením s vězni, nápravně výchovnou činností a reedukací. Ověřením, zda je resocializace v dané věznici úspěšná, je počet recidivistů.

Recidiva je označována jako tendence k nežádoucímu návratu do nežádoucích návyků, vad, chyb či poruch. Jde o nežádoucí návrat odsouzeného po výkonu trestu zpět do věznice z důvodu spáchání dalšího trestného činu. Recidiva tak signalizuje, že resocializační úsilí neproběhlo optimálně, protože se nepodařilo ovlivnit budoucí chování odsouzeného po jeho propuštění.

### 3.2.1. Vězeňská služba

Orgán zajišťující výkon trestu odnětí svobody, výkon vazby a zároveň spravujícím věznice a detenční zařízení v České republice, zajišťuje pořádek a bezpečnost v budovách soudů, státních zastupitelstvih a ministerstvu spravedlnosti a také zajišťuje eskorty vězňených osob je Vězeňská služba České republiky. Vězeňská služba České republiky je ozbrojeným bezpečnostním sborem. Řídí ji generální ředitel Vězeňské služby, kterého jmenuje a odvolává ministr spravedlnosti. Generální ředitel odpovídá ministrovi za činnost Vězeňské služby. Úkoly Vězeňské služby jsou uvedeny v zákoně č. 555/1992 Sb. o Vězeňské službě a justiční strážii České republiky. Úkoly vězeňské služby jsou dle zákona následující:

- Spravuje a střeží vazební věznice a věznice a odpovídá za dodržování zákonem stanovených podmínek výkonu vazby a výkonu trestu odnětí svobody.
- Spravuje a střeží ústavy pro výkon zabezpečovací detence.
- Střeží, předvádí a eskortuje osoby ve výkonu vazby, ve výkonu zabezpečovací detence a ve výkonu trestu odnětí svobody a eskortuje tyto osoby do výkonu ústavní nebo ochranné výchovy, ústavního ochranného léčení nebo zabezpečovací detence, a to bezprostředně po ukončení výkonu vazby, zabezpečovací detence nebo trestu odnětí svobody.

- Prostřednictvím programů zacházení soustavně působí na osoby ve výkonu trestu odnětí svobody a obdobně i na některé skupiny osob ve výkonu vazby s cílem vytvořit předpoklady pro jejich řádný způsob života po propuštění.
- Provádí výzkum v oboru penologie a využívá jeho výsledky a vědecké poznatky při výkonu vazby a při výkonu trestu odnětí svobody.
- Zajišťuje pořádek a bezpečnost v budovách soudů, státních zastupitelství a ministerstva a v jiných místech jejich činnosti a v rozsahu stanoveném tímto zákonem zajišťuje pořádek a bezpečnost při výkonu pravomoci soudů a státních zastupitelství.
- Vytváří podmínky pro pracovní a jinou účelnou činnost osob ve výkonu vazby, ve výkonu zabezpečovací detence a ve výkonu trestu odnětí svobody.
- Provozuje hospodářskou činnost za účelem zaměstnávání osob ve výkonu trestu odnětí svobody, případně i osob ve výkonu vazby.
- Vede evidenci osob ve výkonu vazby, ve výkonu zabezpečovací detence a ve výkonu trestu odnětí svobody na území České republiky.
- Plní úkoly, které pro ni vyplývají z vyhlášených mezinárodních smluv, k jejichž ratifikaci dal Parlament souhlas a jimiž je Česká republika vázána.
- Zabezpečuje vzdělávání příslušníků Vězeňské služby a občanských zaměstnanců Vězeňské služby, které provádí Akademie Vězeňské služby, a vzdělávání osob ve výkonu vazby a ve výkonu trestu odnětí svobody, které provádí Střední odborné učiliště.
- Poskytuje zdravotní služby ve svých zdravotnických zařízeních osobám ve výkonu vazby, osobám ve výkonu zabezpečovací detence a osobám ve výkonu trestu odnětí svobody, příslušníkům a občanským zaměstnancům Vězeňské služby; v případě potřeby zabezpečuje zdravotní služby u mimovězeňských poskytovatelů zdravotních služeb.
- Poskytuje nebo zajišťuje odbornou péči osobám s adiktologickou poruchou, které jsou ve výkonu vazby, trestu odnětí svobody nebo zabezpečovací detence.
- V rozsahu stanoveném zvláštním právním předpisem objasňuje a prověřuje vlastními pověřenými orgány trestné činy osob ve výkonu vazby, trestu odnětí svobody a zabezpečovací detence; ve spolupráci s Generální inspekcí bezpečnostních sborů se podílí na předcházení a odhalování trestné činnosti příslušníků Vězeňské služby

a občanských zaměstnanců zařazených k výkonu práce ve Vězeňské službě spáchané při výkonu služby nebo při plnění pracovních úkolů.

### 3.2.2. Rozdělení věznic

Ve věznicích Vězeňské služby ČR se vykonává nepodmíněný trest odnětí svobody. Každá věznice má svého ředitele a generální ředitelství, které spadá pod ministerstvo spravedlnosti, centrálně zajišťuje správu. Dříve byly věznice děleny podle režimu střežení na věznice:

- a) s dohledem,
- b) s dozorem,
- c) s ostrahou,
- d) se zvýšenou ostrahou.

Od 19. ledna 2017 se změnilo dělení věznic. Parlament se usnesl na takové změně zákona č.169/1999 Sb., že se nově používá skromnější dělení věznic pouze na věznice:

- a) s ostrahou,
- b) se zvýšenou ostrahou.

Soud zpravidla zařadí do věznice s ostrahou pachatele, u kterého nejsou splněny podmínky pro zařazení do věznice se zvýšenou ostrahou. Do věznice se zvýšenou ostrahou pak zařadí pachatele, kterému byl uložen výjimečný trest, trest odnětí svobody za trestný čin spáchaný ve prospěch organizované zločinecké skupiny, trest odnětí svobody ve výměře nejméně osmi let za závažný zločin, nebo který byl odsouzen za úmyslný trestný čin a v posledních pěti letech uprchl nebo se pokusil uprchnout z vazby, z výkonu trestu či z výkonu zabezpečovací detence [12].

Vedle těchto základních typů věznic se dále zřizují zvláštní věznice pro mladistvé. V rámci jedné věznice mohou být zřízena oddělení různých typů v případě, že tím není ohrožen účel výkonu trestu [11].

Věznice s ostrahou se podle stupně zabezpečení člení na oddělení:

- a) s nízkým stupněm zabezpečení,
- b) se středním stupněm zabezpečení a
- c) s vysokým stupněm zabezpečení.

Do těchto oddělení jsou pak odsouzení umisťováni podle míry vnějšího a vnitřního rizika. Vnější rizikem se rozumí míra nebezpečí odsouzeného pro společnost, s ohledem



na trestnou činnost, za kterou mu byl uložen trest, délku trestu a formu zavinění a s přihlédnutím k tomu, zda již byl ve výkonu trestu. Vnitřní riziko pak vyjadřuje míru rizika ohrožení bezpečnosti během výkonu trestu s ohledem na individuální charakteristiku, v níž se zohledňuje zejména povaha jeho trestné činnosti, nevykonaná ochranná opatření. Průběh předchozích výkonů trestu a hrozba útěku [11].

### 3.3. Možnosti zabezpečení věznice

Nejdůležitějším cílem zabezpečení objektů je snížení bezpečnostních rizik na minimální úroveň, zabránění jakémukoliv vniknutí, či v případě vězení uniknutí osob nebo úniku utajovaných informací. V případě vhodné kombinace dostupných bezpečnostních prostředků je možné vytvořit prostor, který bude vykazovat zvýšenou míru jistoty.

#### 3.3.1. Klasická ochrana

Klasická ochrana znamená bezpečnostní opatření, která jsou nedílnou součástí objektů nebo prostor. Tato opatření jsou buď stavební nebo mechanická a jejich úkolem je ztěžovat nebo přímo zabraňovat narušení zabezpečeného objektu [4].

#### 3.3.2. Obvodová ochrana

Obvodová ochrana je prvním stupněm ochrany, se kterou se útočník setkává při pokusu vniknutí do střeženého perimetru, anebo naopak posledním stupněm ochrany, se kterým se setkává delikvent při útěku z věznice. Perimetr jako takový určuje hranice mezi volně přístupnými prostory či pozemky a zároveň prostory, za které se by se osoba, v tomto případě vězeň, neměl dostat. Ve většině případů se jedná o mechanické zábrany, které jsou následně doplněny například sledovacími systémy či detekčními zařízeními. Mezi mechanické zábrany patří ploty, které bývají vyráběny z takových materiálů, které jsou odolné vůči běžným nástrojům a zpravidla jsou na koncích opatřeny trny, či ostnatým drátem. Pro ochranu vstupů a vjezdů se používají závory či turnikety [4].

#### 3.3.3. Perimetrická ochrana

Pouze mechanická ochrana není schopna zabezpečit objekt tak, jak by bylo potřeba a z toho důvodu je třeba využít jako podpůrnou ochranu další čidla a detektory. Pro perimetrickou

ochranu se používají plotové detektory, které jsou schopné reagovat na mechanické otřesy pletiva plotu a následně provést indikaci těchto otřesů do kontrolního stanoviště. Další typ detektorů jsou detektory přehradné. Tyto detektory mohou být instalovány jak do plotu, tak mohou být umístěny samostatně. Vysílají svazek elektromagnetického záření v mikrovlnném nebo infračerveném spektru. Tyto detektory mají velký dosah, což je jejich velká výhoda. Infračervený paprsek se také využívá k hlídání vstupů jako závora, tzv. infrabrána. Poslední typ detektorů jsou detektory, které reagují na otřesy půdy. Tyto detektory se zakopávají do země podél střežených hranic. Takzvaný neviditelný plot je systém, který funguje na principu snímání otřesů půdy. Toto zařízení umožňuje detekovat chůzi ve vzdálenosti až 100 km pomocí vláken uložených pod zemí. Nejrozšířenějším systémem pro zachycení pohybu na hranicích perimetru je kamerový systém, který je vybavený speciálním softwarem umožňujícím nepřetržitý dohled nebo okamžitou detekci se signalizací přesného místa narušení [4].

#### 3.3.4. Elektrický zabezpečovací systém

Dle normy ČSN EN 50 131 je elektrický zabezpečovací systém definován jako poplachový systém pro detekci a indikaci přítomnosti, vstupu nebo pokusu o vstup narušitele do střežených objektů. Jeho největší výhodou je to, že umožňuje okamžitou signalizaci a při správném rozmístění senzorů a detektorů také přesné určení místa narušení. Elektrický zabezpečovací systém se skládá z jednotlivých prvků, tvořících celkový systém. Ústředna je první a hlavní prvek tohoto systému. Tento prvek můžeme nazvat také jádrem, které celý zabezpečovací systém řídí. Ústředna se primárně stará o sběr dat z detektorů a jejich následné vyhodnocení a rozhodnutí, na jaký výstup vyšle signál týkající se vyvolání poplachu. Ústředny jsou ovládány buď klávesnicí nebo dotykovou obrazovkou. Součástí ústředny je napájecí obvod, který může napájet buď samotnou ústřednu, nebo celý systém. Dalším prvkem tohoto systému je komunikační síť, která může být tvořena kabely, nebo, nacházejí-li se v systému bezdrátové prvky, pak ji tvoří bezdrátová síť. Jednotlivé prvky systému mohou být pomocí kabelů připojeny buď do smyček nebo do sběrnice [4].

### 3.3.5. Fyzická ochrana

Tato ochrana je nejčastěji používaný typ bezpečnostní ochrany. Fyzická ochrana je zpravidla vykonávána strážní službou, hlídači, ochranným doprovodem a bezpečnostním dohledem. Dle bezpečnostního stupně je fyzická ochrana vykonávána vyškolenými zaměstnanci objektu, zaměstnanci bezpečnostních služeb, nebo příslušníky bezpečnostních složek, což je případ věznice, kdy fyzické zabezpečení věznice provádí příslušníci Vězeňské služby České republiky. Největší výhodou fyzické ochrany jsou zkušenosti nabyté během služby, kdy mohou pracovníci předcházet vzniklým rizikům a díky předchozím zkušenostem jsou schopni rychle reagovat na problémy nebo jim předcházet. Fyzická ochrana perimetru může být prováděna nepřetržitě, ale k tomu by bylo zapotřebí velkého počtu personálu, a proto je obvykle vykonávána menším počtem zaměstnanců formou obchůzek nebo dozorem. Z bezpečnostních důvodů mohou osoby vykonávající ostrahu používat výstroj, výzbroj nebo speciálně vycvičené psy. Pro zvýšení efektivity zabezpečení se využívá kombinace fyzické ochrany s dalšími typy bezpečnostních ochran [5].

### 3.3.6. Režimová ochrana

Režimová ochrana zahrnuje veškerá nařízení, zákony a směrnice, která upravují pravidla pro vstup, pohyb a odchod osob do nebo z objektu. Klade důraz na co nejvyšší bezpečnost a co nejpřísnější požadavky na zabezpečení prostor. Vnitřní směrnice obvykle stanovují, kdo a jak může zacházet s různými informacemi a prostředky. V rámci režimové ochrany jsou přijata opatření, která kontrolují pohyb osob nepatřících do personálu objektu. Dále dovolují určitým pracovníkům vstup do některých částí objektu nebo do částí budov. Kontrola režimové ochrany je obvykle prováděna pracovníky fyzické ochrany nebo prvky elektronického zabezpečovacího systému, obvykle kamerovým systémem, či elektronickými zámky dveří apod. Dodržování těchto směrnic a opatření vede ke správné funkci celého zabezpečovacího systému a k eliminaci vzniku situací vedoucích k narušení bezpečnosti [6].

## 4. Aplikace ochrany perimetru věznice

Ochrana perimetru věznice je jednou z hlavních činností Vězeňské služby ČR. Není však zajišťována pouze příslušníky Vězeňské služby ČR, ale i elektronickými zabezpečovacími systémy, perimetrickou ochranou apod. jak je zmíněno v předchozí kapitole. Perimetrická ochrana zahrnuje například systém plotových detektorů umístěných podél celého plotu, snímající mechanické otřesy, které následně předávají do kontrolního stanoviště. Systém plotových detektorů bývá často doplněn elektronickým zabezpečovacím systémem, který je při správném rozmístění schopný přesně detekovat místo, kde došlo k přerušení drátu, jež tvoří plot.

Příslušníci vězeňské služby ČR pak mají na starost zajistit to, aby byla provedena kontrola všech hlášení provedených jednotlivými zabezpečovacími systémy. Náplní jejich práce je zároveň i hlídání vězňů, pochůzkování a správa věznice jako takové. V praxi to znamená, že pracovníci vězeňské služby jsou v rámci jedné věznice rozděleni do několika skupin, přičemž každá jednotlivá skupina plní různé úkoly. Jako příklad můžeme uvést následující rozdělení skupin (v tomto příkladu záměrně neuvádím výchovné pracovníky, nebo psychology – tito pracovníci nejsou cílovou skupinou této bakalářské práce, jelikož bezpilotní prostředky nejsou schopny nahradit jejich pracovní náplň):

- **Skupina č. 1** má na starosti dozorování nad kamerovým systémem, který je instalován napříč celou věznicí. Zároveň má tato skupina odpovědnost za předání informací o hlášeních zabezpečovacích systémů ostatním skupinám, které osobně provádí následnou kontrolu těchto hlášení.
- **Skupina č. 2** zajišťuje vnitřní zabezpečení věznice. To se týká pochůzkování uvnitř objektů dané věznice, udržování klidu v budovách věznice, doprovázet vězně na sezení v rámci jejich programu zacházení, doprovázet je na různé zájmové činnosti, na návštěvy s příbuznými a dohlížet nad vězni, provozujícími pracovní činnost uvnitř budov věznice.
- **Skupina č. 3** zajišťuje vnější zabezpečení věznice. Do jejich pracovní náplně by spadaly obchůzky jednotlivých budov věznice, udržování pořádku vně budov, kontrola vězňů při pracovní činnosti vně věznice, hlídání vězňů při vycházkách, kontrola narušení

vnějšího perimetru věznice, kontrola hlášení podaných jednotlivými zabezpečovacími systémy.

Skupiny č. 2 a č. 3 jsou skupiny u kterých se nabízí možná náhrada bezpilotními letadly. Nový legislativní rámec připravovaný Evropskou agenturou pro bezpečnost letectví sice nereguluje bezpilotní systémy využívané státními institucemi, v tomto případě Vězeňskou službou ČR, a proto by bylo možné legislativně povolit provoz bezpilotních prostředků uvnitř nemovitých objektů tohoto typu, nicméně pohyb bezpilotních prostředků uvnitř budov je značně komplikovaný. Navíc bezpilotní letadlo musí v tomto případě urazit stejnou trasu k místu určení jako vězeňská hlídka, která navíc často může vést skrze mříže oddělující jednotlivé části budovy, a proto se nahrazení skupiny č. 2 vězeňské služby bezpilotními letadly nehodí. Naopak skupina č. 3 operuje převážně vně budov, a proto je ideální částí vězeňské služby, která by mohla být nahrazena bezpilotními letadly.

Vývoj technologií není dnes bohužel tak daleko, aby bylo možné plně nahradit lidskou práci, alespoň ne ve vězeňství. Proto není možné vězeňskou ostrahu plně nahradit bezpilotními letadly. Jelikož bezpilotní prostředky jsou v dnešní době schopné vydržet na jedno nabití baterie ve vzduchu zhruba hodinu, je nemožné plně nahradit hlídky vězeňské služby bezpilotními letadly. Pro provoz bezpilotních letadel by bylo zapotřebí několika pracovníků, kteří by se neustále střídali při výměně baterií. Jelikož není možná plná náhrada lidí stroji, pak musíme uvažovat o částečné náhradě, nebo alespoň doplnění pracovníků vězeňské služby. Doplněním vězeňské služby bezpilotními letadly by došlo ke značnému urychlení některých akcí jako například kontrola hlášení podaných zabezpečovacími systémy. Zároveň by se z práce vězeňské služby stala práce, která by byla bezpečnější než před doplněním řad pracovníků vězeňské služby bezpilotními letadly. Pracovníci vězeňské služby by nemuseli například zasahovat při vzpouře vězňů ve věznici, nebo by nemuseli prohledávat okolní lesy v případě úniku vězně ze zadržovacího zařízení. Díky bezpilotním letadlům by se omezil počet zranění pracovníků vězeňské služby, protože by nebyli nuceni prohledávat okolní lesy za snížené viditelnosti, nebo osobně zasahovat při vzpouře vězňů. S takovými úkoly by jim pomohli bezpilotní systémy integrované do zabezpečovacího systému věznice. Jelikož by bezpilotní letadla nebyla neustále ve vzduchu a nehlídkovala kolem perimetru věznice, je potřeba definovat scénáře, které by mohly nastat a zároveň definovat chování jednotlivých bezpilotních letadel, které by v jednotlivých scénářích plnily určitou funkci. Před tím,

než definujeme scénáře, musíme určit, který typ bezpilotního letadla se pro takovou práci hodí nejlépe.

#### 4.1. Výběr vhodného typu bezpilotního letadla

Pro výkon ochrany perimetru věznice je zapotřebí bezpilotního letadla, který splňuje určité požadavky. Tyto požadavky jsou stanovené pracovní náplní, kterou budou tyto stroje vykonávat. Pokud se bude k ochraně perimetru využívat bezpilotní letadlo, bude to z toho důvodu, že je potřeba ulehčit práci pracovníkům vězeňské služby a zároveň zrychlit některé úkony, které jsou doposud v kompetenci vězeňské služby. Tyto úkony zahrnují například:

- rychlý přesun z bodu A do bodu B nejrychlejší možnou cestou,
- visení na místě, při potřebě pozorování určité části věznice, které není pro pracovníka vězeňské služby normálně dostupné.

V kapitole 1.3 jsou uvedeny prostředky, jež se dají využít při ochraně perimetru. Jsou zde popsány výhody a nevýhody jednotlivých bezpilotních letadel. Protože víme, k jakým účelům budou bezpilotní letadla využívány, můžeme určit, jaký typ bezpilotního letadla bude pro použití při ochraně perimetru věznice nejvhodnější.

Pozemní bezpilotní zařízení jsou schopny rychlého přesunu pouze po rovném povrchu v otevřeném prostoru. Pokud se těmto zařízením do prostoru, v němž operují, rozestaví různé překážky, nebudou schopny tento prostor překonat s dostatečnou rychlostí. Z těchto důvodů není možné při ochraně perimetru použít pozemní bezpilotní zařízení.

Dalším typem bezpilotního letadla zmíněným v kapitole 1.3 je samokřídlo. Vztlak nevyvozuje vrtulí, jako v případě multikoptér a vrtulníků, ale na křídle. Díky tomuto uspořádání má dlouhou výdrž na jedno nabití, nicméně tento typ bezpilotního letadla v takových rozměrech, jež by byly potřeba pro použití vězeňskou službou by vyžadoval start z ruky operátora, což prodlužuje dobu, za kterou je stroj schopen být na místě hlášené události. Dalším nedostatkem tohoto typu bezpilotního letadla je nemožnost statického visení nad jedním bodem. Visení je důležité hlavně při sledování okolí výkonnou snímací technikou, která má vysokou rozlišovací schopnost a je schopná rozpoznat hledanou osobu na stovky metrů. Právě kvůli nemožnosti visení a nutnosti startu z ruky se tento typ bezpilotního letadla nehodí pro použití ve vězeňské službě.

Poslední skupinou, která je zmíněná v kapitole 1.3 jsou vrtulníky a multikoptéry. Vrtulníky nejsou v poslední době kvůli ohromnému vývoji multikoptér tolik využívány z toho důvodu, že jejich provoz je rizikovější. Ke svému letu vyžadují prostorný rotor, který má velkou setrvačnost a v případě nehody jsou tedy mnohem nebezpečnější než multikoptéry. Z tohoto důvodu nejsou vrtulníky správnou volbou pro ochranu perimetru areálu, ve kterém se nachází osoby. Zatímco multikoptéry prošly v poslední době ohromným vývojem. Multikoptéry jsou v dnešní době schopny létat rychlostmi vyššími než 100 km/h, viset nepřetržitě na jednom místě po dobu zhruba jedné hodiny, a navíc jsou oproti vrtulníkům mnohem stabilnější, díky využití více motorů. Navíc díky jejich rozvoji existuje celá řada vybavení, díky kterým se multikoptéry nechají modifikovat a sestavit tak stroj vybavený specifickým zařízením pro konkrétní účel. Z těchto důvodů budu pro ochranu perimetru využívat právě multikoptéry.

Pro účely této práce jsem vybral několik konkrétních bezpilotních letadel, které připadají v úvahu pro použití vězeňskou službou. Jsou to výrobky české společnosti Robodrone Industries a čínské společnosti DJI. Konkrétní bezpilotní zařízení a jejich základní parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1: Seznam bezpilotních prostředků a jejich základní parametry [14] [15]

Výrobce	Model	Hmotnost [kg]*	Payload [kg]	Dosah [km]	Rychlost [km/h]	Výdrž [min]**
DJI	M210 RTK	4,4	1,7	7	80	30
DJI	M66 PRO	10	5,5	5	65	20
Robodrone	Hornet	1,45	1	0,5	100	20
Robodrone	Kingfisher	5	4	5	80	35
Robodrone	Sparrow	5	8	5	60	60
Robodrone	SuperHornet	2,9	2	5	80	45
* Hmotnost včetně baterie						
** Výdrž včetně payload (užitečné zatížení)						

#### 4.2. Instalace do věznice

Lidský faktor je při současné technologické úrovni v tomto odvětví nenahraditelný. Proto není možné efektivně a zároveň ekonomicky výhodně nahradit pracovníky vězeňské služby bezpilotními letadly. Tato zařízení mohou tedy sloužit pouze jako doplněk ke stávajícímu

zabezpečovacímu systému věznice. Z důvodu použití bezpilotních letadel pouze jako doplňkového systému je nutné si určit za jakých okolností budou využívány. Tyto okolnosti jsou definovány scénáři, které by pravděpodobně mohly ve věznici nastat. Vytvoření těchto scénářů bylo podpořeno konzultací s pracovníkem vězeňské služby.

#### Scénář č. 1

Tento scénář probíhá při klidovém režimu věznice. V kontrolní místnosti se objeví hlášení o narušení perimetru věznice, které podá některý ze zabezpečovacích systémů věznice. Pracovník vězeňské služby vydá rozkaz ke startu bezpilotního letadla a k provedení kontroly tohoto hlášení. Operátor dá příkaz bezpilotnímu letadlu k vzletu. Stroj vzlétne ze svého stanoviště a míří k ohlášenému místu. Zde provede kontrolu hlášené události a zjistí, že jeden z vězňů se pokouší dostat skrze oplocení věznice. Operátor díky použití bezpilotního letadla uvědomí ostatní pracovníky vězeňské služby k okamžitému zásahu. Zároveň je možné díky tomuto uvědomit i Policii České republiky. Poté se bezpilotní letadlo vrací zpět do svého stanoviště.

#### Scénář č. 2

Druhý scénář probíhá zpočátku při klidovém režimu věznice. V objektu věznice se aktivuje požární signalizace. Pracovníci vězeňské služby jsou nuceni evakuovat část vězňů z areálu věznice. K areálu věznice přijíždí jednotky Hasičského záchranného sboru ČR a přes hlavní bránu vstupují do areálu hasiči. V areálu věznice nastává zmatek a v přelidněném prostoru by se snadno mohl ztratit některý z vězňů. Proto vydává pracovník vězeňské služby příkaz ke startu bezpilotního letadla. Stroj vzlétne a operátor ho navede nad místo, kde probíhá evakuace a zároveň zásah hasičů, aby měla vězeňská služba přehled o tom, jak evakuace probíhá a zda se některý z vězňů nepokusí o útěk. Vězeňská služba má díky bezpilotnímu letadlu lepší přehled o zmatečné situaci v areálu věznice a zároveň má možnost informovat hasičský sbor o rozšiřování ohně. Zároveň je možné, že se požár rozšíří i do budovy v níž se nachází kontrolní středisko, odkud je bezpilotní letadlo ovládáno. Bepilotní letadlo by pak nemohlo být ovládáno z této věznice, ale z nějakého mobilního řídicího střediska, nebo z nejbližší věznice. Díky možnosti vybavení bezpilotního letadla LTE modulem je však možné bezpilotní letadlo ovládat na obrovskou vzdálenost. Tím pádem by pak mohlo bezpilotní letadlo být ovládáno z místa dostatečně vzdáleného od požáru.



### Scénář č. 3

Třetí scénář se týká sledování okolí perimetru. Pokud se v blízkosti věznice koná veřejná akce, například koncert, cyklistický závod, automobilový závod, nebo třeba kolem věznice prochází demonstrační průvod, pak je důležité sledovat osoby pohybující se v blízkosti oplocení. Mohlo by se stát, že některý vězeň využije situace a bude se snažit uprchnout a zmizet v davu lidí. Také se může někdo z osob v davu snažit dostat do areálu věznice, nebo například dostat za zeď věznice nějaký balíček, mobilní telefon nebo návykové látky. V čase konání události vydá pracovník vězeňské služby příkaz operátorovi ke startu bezpilotního letadla. Operátor se strojem vzletne a navede ho na místo, ze kterého bude mít dobrý rozhled na pořádanou akci v celé délce oplocení věznice. Dojde-li k pokusu o útěk některého z vězňů, nebo naopak k pokusu o doručení balíčku do areálu věznice přes oplocení věznice, pak vydá operátor bezpilotního letadla příkaz k vzletu druhého bezpilotního letadla, které by tuto nově vzniklou situaci prověřil. Tímto příkazem se přejde k podobné situaci, jež je naznačená ve scénáři č. 1. Bepilotní letadlo sledující probíhající událost nebude po dobu konání této události, z důvodu udržení dobrého přehledu o události konající se v blízkosti areálu věznice, měnit svoji polohu.

### Scénář č. 4

Ve čtvrtém scénáři bude bezpilotní letadlo použito takovým způsobem, aby se předešlo zraněním, či dokonce ztrátám na životech. Pokud ve věznici proběhne vzpoura a vězni se budou snažit utéct, pak bude bezpilotní letadlo použito k uklidnění davu. Vzpoura může proběhnout buď uvnitř a vězni se dostanou ven z budovy, nebo proběhne až venku. Ve chvíli, kdy se vzpoura rozpoutá venku, nebo se vězni dostanou ven z budovy, pak dá pracovník vězeňské služby pokyn k použití bezpilotního letadla. Toto bezpilotní letadlo bude sloužit jako přenašeč slzného granátu, nebo podobného zařízení. Díky tomu, že stroj mezi vězně vypustí slzný plyn, tak vězni nebudou moci pokračovat, jelikož budou dezorientovaní v oblaku kouře, a navíc nebudou schopni pokračovat v útěku, jelikož budou slzným plynem omráčeni. Jednotky vězeňské služby, pak budou moci zpacifikovat vězně a navrátit je zpět do jejich cel, bez zbytečných zranění.

### Scénář č. 5

Tento scénář probíhá sice mimo areál věznice, ale i přesto probíhá na místě, za jehož ostrahu zodpovídá vězeňská služba. Pokud je vězeň zařazen na střežené pracoviště, pak to znamená, že bude vykonávat práci mimo areál věznice pod dohledem pracovníků vězeňské služby. Zde by měl pracovník vězeňské služby k dispozici bezpilotní letadlo, které by zajistilo střežení vězňů po dobu jejich pracovního výkonu. Multikoptéra bude mít nastavený perimetr který bude zajišťovat a v případě, že se vězeň pokusí o útěk a překročí hranice stanovené multikoptéře, pak stroj spustí varovné hlášení, aby upozornil pracovníky ostrahy.

### Scénář č. 6

Scénář č. 6 se týká bezpečnostních opatření při hromadných eskortách vězňů na výslechy, soudní jednání, lékařské prohlídky a zpět. Při těchto převozech vjede do areálu věznice autobus vězeňské služby, který odváží více vězňů najednou. Před odjezdem nebo po příjezdu autobusu do areálu věznice, se musí vězni seřadit na nádvoří areálu věznice před vstupní bránou. Zde by mohl nastat takový problém, že by se některý z vězňů v tlačenci mohl pokusit o útěk vstupní bránou. Z tohoto důvodu by nad nádvořím visela multikoptéra, která by dohlížela po celou dobu nástupu, respektive výstupu vězňů na celou situaci. V momentě, kdy by se některý z vězňů pokusil uprchnout, by operátor stroje, který celou situaci vidí na monitoru, vyhlásil poplach a pracovníci vězeňské služby by vězně ihned odchytili.

### Scénář č. 7

Následující scénář se týká zásobování areálu věznice. Zásobování se může týkat vězeňské kuchyně, prádelny, hygienických potřeb. Při zásobování přijede pracovník zásobovací firmy s dodávkou ke vstupní bráně do areálu věznice. Projede skrz bránu, kde ho pracovníci vězeňské služby prohledají a pokud vše proběhne v pořádku, pak jeden pracovník nasedne do zásobovací dodávky, aby ji dovedl na správné místo a následně během zásobování stojí u zadní části dodávky, aby kontroloval, zda se některý z vězňů, který zrovna bude mít službu např. v prádelně, nebude snažit dostat ven z areálu v dodávce. Tohoto pracovníka může nahradit bezpilotní letadlo, jelikož po prohledání pracovníka zásobování by nemusel žádný pracovník ostrahy nastupovat do dodávky. Po úspěšné prohlídce zaměstnance zásobovací firmy by operátor vzlétl s bezpilotním letadlem a přiletěl by před zásobovací dodávku.

Ta by následně jela za multikoptérou, která by dodávku dovedla až na místo zásobování. Zde by potom stroj visel po dobu zásobování a hlídal, zda někdo nevystoupí či nenastoupí do zadní části dodávky. Pokud by operátor viděl na monitoru nějaký neoprávněný vstup nebo výstup, hlásil by to ostatním pracovníkům vězeňské služby, kteří by následně prohledali buď část areálu, která byla zásobována, nebo zásobovací dodávku při odjezdu bránou z areálu věznice.

#### 4.2.1. Přiřazení bezpilotního prostředku ke scénáři

V předchozích kapitolách jsem určil typ bezpilotního letadla, který bude nejvhodnější pro použití při ochraně perimetru a současně s tím jsem vybral několik strojů, které by mohly být použitelné pro tento úkol. Zároveň jsem sepsal nejpravděpodobnější scénáře, které by mohly ve věznici nastat a které je možné vyřešit nebo na ně rychle reagovat s pomocí bezpilotních letadel. Každý scénář vyžaduje jiná specifika bezpilotního letadla. Rozhodl jsem se, že pro ochranu perimetru věznice využiji strojů společnosti Robodrone Industries, která v současnosti vyrábí čtyři stroje. Tyto stroje splňují všechny požadavky, které jsou na vykonávání úkonů daných scénářem potřeba. Těmito stroji jsou Hornet, SuperHornet, Kingfisher a Sparrow. Výběr bezpilotních letadel pro scénáře byl proveden na základě konzultace s pracovníci společnosti Robodrone Industries a také pracovníkem vězeňské služby.

Pro první scénář je nejdůležitější rychlost, ale zároveň je důležitá i výdrž z takového důvodu, že by mohla nastat situace, kdy je třeba uprchlého vězně nějakou dobu sledovat. Proto by pro tento scénář byl vhodným strojem SuperHornet, který je schopný letět rychlostí až 80 km/h a zároveň vydržet ve vzduchu až 45 minut. Tento scénář nevyžaduje špičkovou sledovací techniku, a proto může být stroj vybaven průměrnou a zároveň ne tak těžkou technikou. Díky tomu bude stroj schopný dosáhnout takových výkonů jež jsou popsány výše. Pro tento scénář by mohl být použit i Hornet. Jeho nevýhodou je slabá výdrž baterie a v případě potřeby sledování vězně po překonání oplocení, by nebyl vhodným strojem. SuperHornet je zobrazen na *Obrázku 5*.



Obrázek 5: SuperHornet [18]

Druhý scénář nevyžaduje vysokou rychlost, ale vyžaduje dlouhou výdrž. Nároky na sledovací zařízení nejsou také velké, protože hlavním úkolem není detailně sledovat osoby, které se snaží uniknout, ale zda se někdo nesnaží o útěk při chaotické situaci. Pro takový úkol se hodí Sparrow, který je schopný viset ve vzduchu až 60 minut. Vzhledem k tomu, že by stroj nenesl žádnou těžkou techniku, je reálné, že výdrž by skutečně mohla být 60 minut. Multikoptéra Sparrow je zobrazena na *Obrázku 6*.



Obrázek 6: Sparrow [19]

U třetího scénáře je důležité, aby bezpilotní letadlo, které bude použito pro tuto situaci, bylo vybaveno dobrou sledovací technikou a aby vydrželo viset na jednom místě po co nejdelší dobu. K této situaci může být použit opět Sparrow, který je možné připojit na Safe-T napájení kabelem, které vyrábí společnost Robodrone Industries. Safe-T napájení kabelem je důmyslný systém, umožňující napájení bezpilotního letadla z elektrické sítě během letu. Při připojení na systém Safe-T může bezpilotní letadlo vystoupat až do výšky 100 m nad zemí, kde se může odklonit o 30° od svislé roviny, což znamená, že ve výšce 100 m nad zemí se může pohybovat po kružnici o poloměru 57 metrů. Zároveň může Sparrow nést až 8 kg, což znamená, že může být vybaven dobrou sledovací technikou. Díky Safe-T napájení, může být Sparrow ve vzduchu na téměř neomezenou dobu, kterou omezují pouze servisní intervaly [16].

Čtvrtý scénář vyžaduje rychlý zásah, a proto nejdůležitějším parametrem je rychlost. Stroj pouze vzlétne, zkontroluje situaci a v případě potřeby provede shození granátu se slzným plynem. Proto není důležité, aby byl vybaven špičkovou sledovací technikou, ale spíše jednodušší kamerou, která bude schopná zachytit situaci. Vzhledem k tomu, že jde pouze o rychlý a krátký přesun na místo, kde probíhá vzpoura, by byl plně dostačující Hornet. Stroj by dolétl na místo vzpoury, obhlédl situaci, shodil granát a vracel by se na místo vzletu. Z tohoto důvodu je Hornet dostačující. Tato multikoptéra je zobrazena na *Obrázku 7*.



Obrázek 7: Hornet [20]

Pátému scénáři by vyhovoval SuperHornet, převážně díky svojí skladnosti. Operátor je schopen tento stroj složit a převézt v batohu. Proto by mohl být připraven ve voze, který

dopraví vězně na střežené pracoviště. Tam operátor připraví stroj k letu a určí mu pomocí waypointů<sup>4</sup> trasu, po které bude létat a střežit daný perimetr. K tomuto úkolu nepotřebuje špičkovou kameru, proto bude stačit vybavení kamerou GoPro.

Šestý scénář klade nároky hlavně na výdrž stroje. Z tohoto důvodu by se pro tento scénář hodil Sparrow, který je schopný viset na vzduchu až 60 minut. Pro tento scénář by mohl být použit stejný stroj jako pro scénář č. 3. Použití Safe-T systému by bylo pouze na uvážení operátora, jelikož Sparrow by mohl 60 minut viset nad vstupní branou i při napájení bateriemi.

Pro sedmý scénář by mohl být opět použit Sparrow, který by se používal i pro scénář č. 3 a č. 6. Díky své dlouhé výdrži by byl schopen obstarat celý cyklus zásobování na jedno nabití baterie. Zároveň i díky své velikosti by nebyl pro pracovníka zásobování problém ho sledovat až na místo určení.

Pro každý scénář by dostačovalo jediné bezpilotní letadlo, které by zvládlo celou situaci. V případě potřeby by se použilo další bezpilotní letadlo, jak je naznačeno ve scénáři č. 3. Pro účel této práce však budu počítat s tím, že v každé věznici mohou nastat všechny tyto scénáře se stejnou pravděpodobností, a proto bude třeba při pořizování bezpilotního zabezpečovacího systému pořídit všechny stroje uvedené výše.

#### 4.2.2. Vybavení bezpilotních letadel

Každé bezpilotní letadlo je určeno pro jiný scénář a zároveň jsou na něj kladeny jiné požadavky z hlediska vybavení. Proto je důležité pro každý stroj vybrat konkrétní vybavení dle požadavků daného scénáře. Společnost Robodrone Industries v současné době nabízí několik typů kamer a termokamer, několik typů baterií, bezpečnostních prvků, rychloupínací systém pro podvěsná zařízení a také pozemní stanice.

Pro první scénář jsem vybral SuperHornet, který má vysokou maximální rychlost a zároveň má dostačující výdrž pro vykonání úkonů souvisejících se scénářem č. 1. Vzhledem k tomu, že vězni by častěji mohli k útěku využít nočních hodin z takového důvodu, že pracovníci vězeňské služby mají v tu dobu zhoršené viditelnostní podmínky, by se k tomuto stroji hodila

---

<sup>4</sup> Waypoint je bod v prostoru definovaný zeměpisnou šířkou, zeměpisnou délkou a výškou.

termokamera v kombinaci s klasickou kamerou. Klasické snímání by obstarala kamera GoPro HERO5 Session a termovizní snímání Flir Tau2 zavěšené na jednom společném gimbalu. Napájení stroje by zařídila baterie drone.energy 9 000 mAh.

Pro druhý scénář jsem vybral stroj Sparrow, který má dlouhou výdrž až 60 minut. V průběhu scénáře č. 2 bude v celém areálu věznice vyhlášen poplach a s největší pravděpodobností bude v areálu věznice spuštěno osvětlení, jak z důvodu evakuace vězňů, tak z důvodu jednoduššího pohybu hasičů. Nicméně, mohlo by se stát, že by elektrické vedení zajišťující funkčnost osvětlení nemuselo být funkční, a proto by bylo vhodné osadit stroj i termokamerou. Sparrow bude pouze viset nad místem evakuace a sledovat dav lidí, skládající se z hasičů, vězňů a pracovníků vězeňské služby. Proto by stačilo, aby byl stroj vybavený standardním vybavením, jež uvádí společnost Robodrone. Vybavením stroje by tedy byla FullHD IP kamera s 23x optickým zoomem a termovizní kamera Flir. Tato zařízení by byla zavěšená na společném gimbalu pod tělem stroje. Napájení by zařídily dvě 18 000 mAh baterie drone.energy.

Při třetím scénáři by se opět využil Sparrow, díky jeho možnosti propojení se systémem Safe-T, který zajišťuje téměř neomezenou výdrž. Za předpokladu, že většina veřejných akcí, jako jsou závody nebo průvody, probíhá ve dne, tak není potřeba stroj vybavit termovizní kamerou. Multikoptéra tak bude vybavena pouze kamerou, která bude schopná dostatečně detailně zabrat co největší úsek, kde bude probíhat veřejná akce. Tato kamera bude upevněná v gimbalu, který bude připevněn pod tělem stroje. Napájení zajistí opět dvě 18 000 mAh drone.energy baterie v případě potřeby, ale pro účely tohoto scénáře bude multikoptéra napojena na Safe-T systém napájení kabelem.

Na čtvrtý scénář bude dostačovat Hornet, který je malý, rychlý a unese jen 1 kg nákladu, což je pro tento scénář dostačující. Součástí tohoto stroje by byl odhazovací systém RQR DROP společnosti Robodrone Industries. RQR DROP je systém, který umožňuje na dálku odepnout přepravovaný náklad. Tento systém by zajistil upuštění granátu se slzným plynem mezi vězně zúčastněné ve vzpouře. Hornet bude napájen baterií o kapacitě 9 000 mAh.

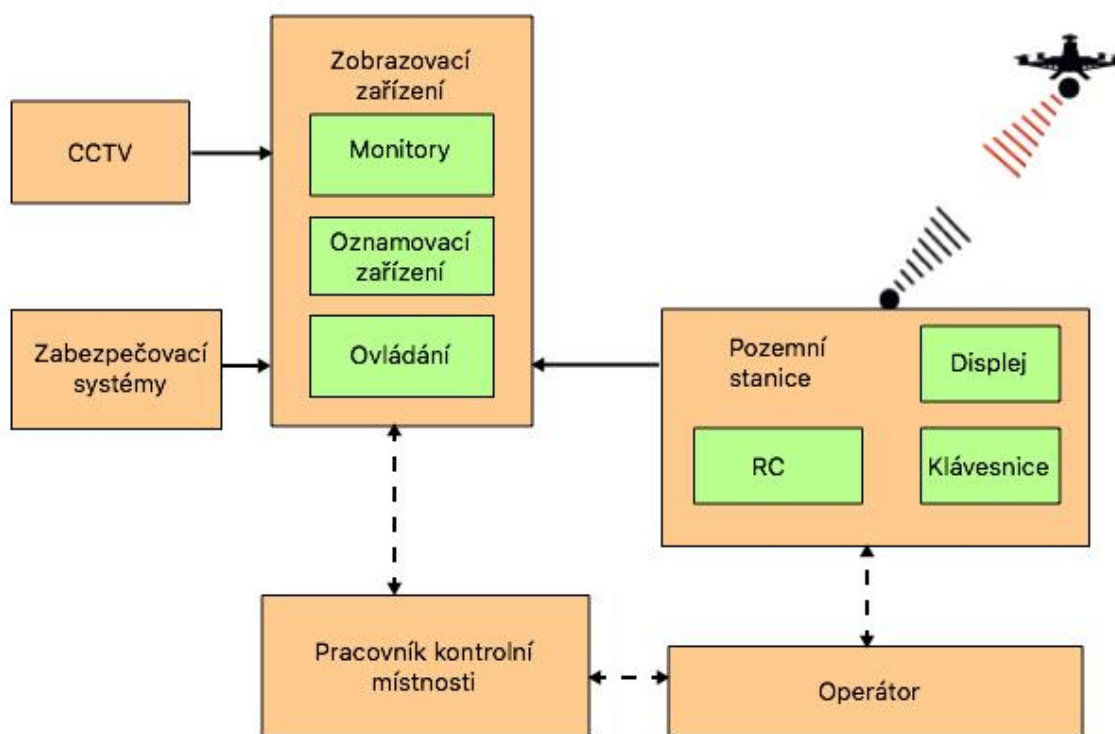
Pro pátý scénář je nejlepší volbou SuperHornet díky své skladnosti. Operátor bude schopen SuperHornet složit do batohu a převézt ho na místo, kde budou vězni vykonávat práci.

Na místě ho operátor pouze rozloží a stroj je připraven k letu. Vzhledem k tomu, že by stroj nelétal tak vysoko nad zemí, tak by nepotřeboval vysoce kvalitní kameru. Proto by multikoptéře stačila pouze kamera GoPro HERO6, která svým snímáním naprosto dostačuje. Tato kamera by byla uchycena v gimbalu. O napájení stroje by se postarala baterie drone.energy 9 000 mAh.

Scénář č. 6 a č. 7 bude vykonáván pomocí stejné multikoptéry, jako scénář č. 3. Vybavením tedy bude kamera schopná zachytit detailně určitou část areálu. Tato kamera bude upevněná v gimbalu, který bude připevněn pod tělem stroje. V těchto případech však bude Sparrow napájen dvěma bateriemi drone.energy 18 000 mAh. Použití systému Safe-T tak bude čistě na volbě operátora.

K vybavení bezpilotních letadel patří i pozemní stanice, pomocí které bude operátor bezpilotní prostředky ovládat. Tato pozemní stanice bude přítomna v kontrolní místnosti věznice ve stejné budově, na které bude rampa se všemi bezpilotními letadly, jež budou ve věznici využívány. Na *Obrázku 8* je zobrazeno propojení stanice se zbytkem zabezpečovacích systémů. Pozemní stanice, která obsahuje monitor pro zobrazení náhledu z kamery a telemetrii, klávesnici a ovladač komunikuje s multikoptérou a dává jí příkazy. Tato stanice je propojená se zobrazovacím zařízením pracovníka kontrolní místnosti, které je rozděleno do několika částí. První částí jsou monitory, na kterých se zobrazují náhledy z CCTV systému rozmístěném po areálu věznice a zároveň náhled z kamery bezpilotního letadla. Další částí jsou oznamovací zařízení, ve které se pracovníkovi zobrazují hlášení z jednotlivých zabezpečovacích systémů. Poslední částí je ovládání, pomocí kterého může pracovník kontrolní místnosti spustit poplach, nebo komunikovat s ostatními příslušníky vězeňské služby. Pracovník kontrolní místnosti a operátor mají společnou kontrolní místnost a mohou tak spolu efektivně spolupracovat a zároveň každý ovládat svoji část přístrojů.





Obrázek 8: Schéma zakomponování pozemní stanice do systému [autor]

Velmi důležitou částí provozu bezpilotních letadel je zajištění jejich správné funkčnosti a provozuschopnosti. Společnost Robodrone Industries poskytuje svým zákazníkům servisní služby, a to jak záruční, tak pozáruční. Pravidelný servis je prováděn v intervalu 50 až 100 letových hodin [23]. Proto by zajištění a udržení provozuschopnosti ať už bezpilotních letadel, či jejich vybavení, bylo zajištěno právě společností Robodrone Industries.

#### 4.2.3. Baterie

Díky využití bezpilotních letadel během scénářů se značně ulehčuje problém s napájením. Pokud by se bezpilotní letadla používala takovým způsobem, že by částečně nahradila pracovníky vězeňské služby, pak by bylo třeba vymyslet způsob napájení, nebo alespoň nabíjení, ke kterému by nebyla zapotřebí lidská pomoc. V takovém případě by bylo nutné vytvořit stanici, do které multikoptéra autonomně přistane a po dosednutí by řídicí jednotka této stanice detekovala stroj a začala by nabíjet baterii. Takový systém by ovšem byl vcelku složitý a pro stroje samotné by to znamenalo další zásah do jejich elektroniky,

kdy by se na podvozek multikoptéry musely nainstalovat kontakty, které by se po dosednutí stroje spojily s nabíječkou a započalo by se nabíjení. Baterie by mohly být nabíjeny také bezdrátově, jako například u současných mobilních telefonů, ale takové nabíjení je velmi pomalé a v případě potřeby opakovaného zásahu by bylo nemožné multikoptéru použít, a proto by bylo nevýhodné využívat právě bezdrátové nabíjení. Lidské smysly a zkušenosti jsou ovšem ve věžeňství v současnosti nenahraditelné, a tak není možné celoplošně vyměnit pracovníky vězeňské služby za bezpilotní zařízení.

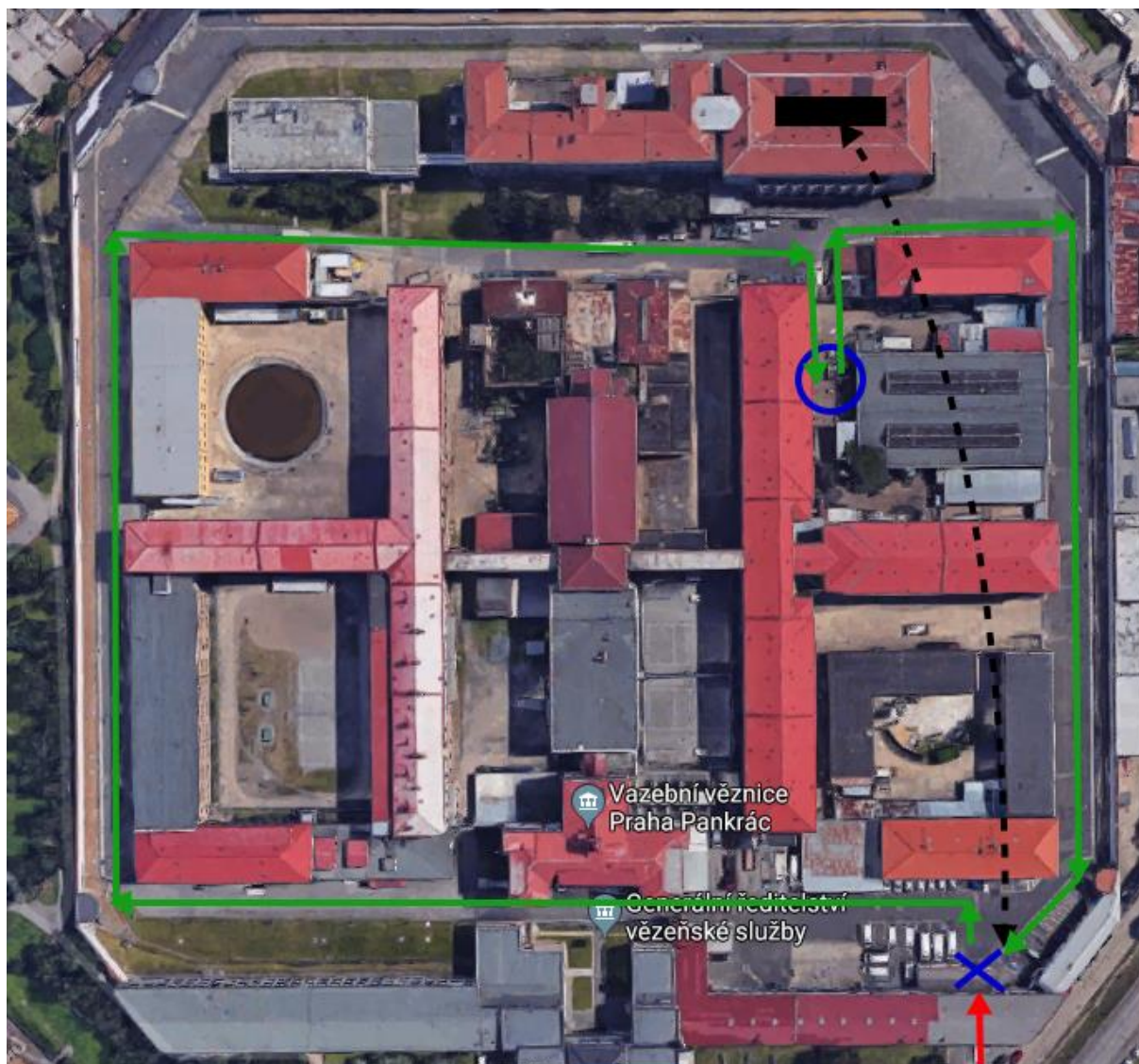
Využitím bezpilotních letadel právě během nějakých scénářů dává v současnosti větší smysl, protože v takovém případě jsou bezpilotní letadla schopna pracovníkům vězeňské služby alespoň pomoci ve výkonu jejich služby. Stroje tak mohou operovat pouze s bateriemi, které k nim budou dodané. Díky tomu, že nebudou využívány nepřetržitě a zároveň každé z těchto zařízení musí mít operátora, není problém po ukončení daného scénáře a přistání multikoptéry vyměnit baterie za nové, aby byl stroj znovu akceschopný a staré baterie pouze připojit na nabíječku. Výměnu baterií by bylo možné provádět také autonomně pomocí robotické ruky. Tato robotická ruka by při detekci bezpilotního letadla na přistávací plošině automaticky vyměnila baterii ve stroji za novou, nabitou, baterii. Přesný návrh, popis a sestavení takového systému by mohlo být námětem na samostatnou práci. Tímto způsobem je pak operátor bezpilotních letadel schopný udržet všechny stroje pořád akceschopné. Toto reálně pro vězeňskou službu znamená, že při pořízování bezpilotních letadel budou nuceni pořídit pro každý stroj alespoň jeden pár baterií, který budou neustále ve strojích střídát. To se ovšem promítne do celkové finanční sumy, kterou bude muset vězeňská služba investovat do pořízení bezpilotního zabezpečovacího systému.

#### 4.2.4. Příklady scénářů v konkrétních věznicích

V této kapitole bych chtěl vybrat několik scénářů a aplikovat je na konkrétní věznici. Bohužel nejsou k dispozici plány jednotlivých věznic, a proto použiji pouze výstřižky z map volně dostupných na internetu.

Jako první scénář jsem vybral scénář č. 7, který se zabývá využitím bezpilotního letadla, při zásobování věznice. Tento scénář jsem vybral jako první proto, že k němu dochází v každé věznici a téměř každý den. Pro ukázkou tohoto scénáře jsem vybral Vazební věznici Praha Pankrác. V současnosti probíhá zásobování takovým způsobem, že zásobovací dodávka přijede do vstupní části věznice, kde k řidiči nastoupí pracovník vězeňské služby, jede s ním

k místu zásobování. Na místě zásobování vystoupí pracovník vězeňské služby a hlídá zásobovací vůz, aby nikdo nemohl vystoupit z vozu a dostat se tak do vězeňské budovy, nebo naopak nastoupit do zásobovacího vozu a uprchnout s jeho pomocí z věznice. Tohoto pracovníka vězeňské služby by nově mohl nahradit bezpilotní letadlo. Jeho trasa je vytyčena na *Obrázku 9*.



Obrázek 9: Trasa multikoptéry pro scénář č.7 ve Vazební věznici Praha Pankrác [autor]

Při použití bezpilotního letadla, v tomto případě multikoptéry Sparrow, by scénář probíhal následovně. Zásobovací vůz přijede ve směru červené šipky do vstupní části věznice, která se nachází v místě, kde je modrý křížek. V tomto místě by pracovník vězeňské služby zkontroloval pracovníka zásobování. Pokud pracovník vězeňské služby nenajde nic, co by

bránilo vstupu zásobování do areálu věznice, pak dá operátorovi bezpilotního letadla pokyn k vzletu a přesunu nad vstupní část. Operátor by vzlétl a po černé čáře přesunul multikoptéru do vstupní části věznice. Následně by dal pracovník vězeňské služby operátorovi pokyn k přesunu do zásobovací části a pracovníkovi zásobování by dal pokyn k následování multikoptéry na zásobovací místo. Multikoptéra by se přesouvala po zelené čáře směrem k zásobovacímu místu označeném modrým kruhem. Zde by stroj zůstal viset po dobu zásobování a zaznamenával průběh zásobování. Po ukončení zásobování by opět stroj doprovázel zásobovací vůz po zelené čáře směrem ke vstupní část areálu věznice. Zde by proběhla opět kontrola pracovníka zásobování. Po kontrole dává pracovník vězeňské služby pokyn operátorovi ke stažení multikoptéry. Stroj by se vrátil na své původní místo po černé křivce.

Trasa, kterou musí zásobovací vůz urazit od vstupní části na zásobovací místo a poté opět na vstupní část je dlouhá 775 m. Pokud by v areálu věznice byla maximální povolená rychlost 30 km/h, pak by se tato vzdálenost dala urazit za necelé 2 minuty. Vzhledem k tomu, že Sparrow je schopný viset ve vzduchu až 60 minut, pak by zásobování mohlo trvat dalších 48 minut, aby měl Sparrow časovou rezervu alespoň 10 minut pro bezpečný návrat na své stanoviště. Bepilotní letadlo by tak ušetřilo jednu pracovní sílu ve vrátnici věznice, která by mohla být využita jinde.

Následující scénář je scénář č. 1. V tomto scénáři se vězněná osoba pokouší o útěk. Pro tento scénář jsem vybral Věznici Ostrov z toho důvodu, že v roce 2015 zde skutečně vězněná osoba provedla útěk z věznice. Tento útěk byl dáván za vinu především zastaralému a špatnému stavu stavebně technických prostředků, což je oplocení a obvodové zdivo. V tomto případě tedy neměly tyto prostředky dostatečnou úroveň, aby vězně zadržely dostatečně dlouho. V tomto případě by bezpilotní letadlo sloužilo nejen jako rychlá reakce na hlášení bezpečnostních systémů, ale i jako pomyslná psychologická zábrana pro vězně. Zároveň by multikoptéra svou přítomností ztěžovala vězni svůj útěk. Pro tento scénář jsem navrhoval multikoptéru SuperHornet, která je vybavena kamerou a termokamerou. Jak je vidět na *Obrázku 10*, vězeň uprchl neznámým způsobem z budovy, kde byl držen, a mířil ve směru červené šipky k oplocení. Při snaze překonat oplocení věznice se pracovníkovi vězeňské služby v operačním středisku objevilo hlášení o pohybu na části oplocení, a proto dává příkaz operátorovi ke stratu multikoptéry. Operátor vzlétne a po černé křivce letí k nahlášenému

místu, ke kterému se po zelených trasách přibližují i pracovníci vězeňské služby. Místa vzletu multikoptéry a nahlášené události jsou od sebe vzdáleny 200 m a multikoptéra je schopna dosáhnout rychlosti 80 km/h. Touto rychlostí bude na hlášeném místě za 9 s. Za tuto dobu



Obrázek 10: Zásah multikoptéry SuperHornet ve věznici Ostrov – scénář č.1 [autor]

nemůže vězeň stihnout překonat i obvodové zdi věznice. Při přiletu na místo vidí operátor na monitoru vězně pokoušejícího se přelézt obvodovou zeď a uprchnout, a tak se snaží mu multikoptérou celou situaci znepríjemnit a krouží kolem vězně v místě označeném modrou elipsou. Tím by operátor vězně zpomalil natolik, že by pracovník věznice stihl doběhnout k obvodové zdi a vězně zadržet. Pokud by vězně nezadržel, pak by multikoptéra sledovala vězně po dobu příjezdu pohotovostní jednotky ve směru žluté čáry. Díky termovizní kameře by operátor viděl vězně i v noci a tím pádem by byl schopný vězně sledovat. Díky výdrži

SuperHornetu okolo 40 minut by mohl operátor vězně sledovat ještě dostatečně dlouho dobu, než by přijela pohotovostní jednotka.

Takového zásahu by nebylo bez použití bezpilotního letadla možné dosáhnout a vězeň by utekl stejně jako v roce 2015. Zde by se pořízení bezpilotních letadel jako doplňku bezpečnostních systémů opět vyplatilo.

Poslední konkrétní příklad uvedu na scénáři č. 4. Tento scénář se odehrává ve Věznici Pardubice. Tato událost se zde v posledních letech nestala, tato věznice je použita pouze jako exemplární příklad. V tomto scénáři skupina vězňů vyvolá na nádvoří šarvátku a snaží se v ní pokračovat, dokud se nezapojí ostatní vězni a příslušníci, kteří se je snaží oddělit a uklidnit, a nevyvolají vzpuru ve věznici. Pracovník vězeňské služby, který je v operační místnosti, kde jsou na obrazovkách zobrazeny pohledy z kamer tuto skutečnost vidí. Dříve než dá pokyn ostatním pracovníkům vězeňské služby k zásahu, vydá rozkaz operátorovi bezpilotního letadla, aby vzlétl s multikoptérou, obhlédl situaci a případně provedl shoení granátu se slzným plynem. Na *Obrázku 11* je situace graficky znázorněná.



Obrázek 11: Grafické znázornění scénáře č.4 [autor]

Vězni vyvolají vzpuru na nádvoří, které je označené modrou elipsou. Pracovník vězeňské služby vidí na obrazovkách pohled na vzpuru, kterou mu zprostředkovává CCTV systém umístěný v zelených bodech na obrázku. Pracovník tedy vydá příkaz operátorovi bezpilotního letadla k vzletu Hornetu, který nese granát se slzným plynem. Ten po bílé křivce doletí s multikoptérou až na místo, kde je červený křížek a zde zakrouží nad vězni, aby obhlédl situaci. Po zvážení celé situace se rozhodne shodit mezi vězně granát se slzným plynem, aby tak přerušil šarvátky vězňů s přítomnými příslušníky. Ihned po shozu granátu do oblasti vstoupí pracovníci vězeňské služby v maskách a bez větších problémů a zranění jsou schopni vězně oddělit. Multikoptéra se následně vrací na své stanoviště.

V tomto případě by se díky použití bezpilotního letadla k uklidnění situace předešlo lehkým či těžkým zraněním pracovníků vězeňské služby, ale i vězňů, kteří jsou přítomni. Zde by se pořízení bezpilotních letadel k doplnění bezpečnostních systémů opět vyplatilo.

#### 4.2.5. Cenové zhodnocení systému

Cenové zhodnocení tohoto systému může být důležitým faktorem při rozhodování o implementaci takového systému mezi současné zabezpečovací prostředky věznice. Z výročních zpráv Vězeňské služby České republiky vyplývá, že v posledních desetiletích se jak do stavebně-technického zařízení, tak do zabezpečovacích systémů věznic v České republice investovalo pouze v případě, že to bylo nezbytně nutné. Proto se domnívám, že pořízení takového systému do českých věznic by bylo při současném stavu zabezpečovacích zařízení oprávněné. Ceny strojů využívaných pro doplnění zabezpečovacích systémů věznice jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 2: Cenové zhodnocení pořízení bezpilotních letadel

Stroj	Scénář	Cena [Kč]
SuperHornet 1	č. 1	169 582,-
Sparrow 1	č. 2	1 176 120,-
Sparrow 2	č. 3, č. 6, č. 7	1 276 120,-
Hornet	č. 4	39 950,-
SuperHornet 2	č. 5	172 582,-
Cena nabíjecí stanice		16 000,-
Cena výcviku operátora		27 225,-
Celková částka		2 877 579,-

V tabulce výše jsou sepsané pořizovací částky za jednotlivé stroje zahrnuté do bezpilotního zabezpečovacího systému. Ceny pozemních stanic jsou zahrnuty v konečných cenách za každý stroj. Na základě žádosti společnosti Robodrone není možné uvést detailnější rozpis cen. Cena týkající se výcviku operátora vyplývá z nabídky společnosti Dronim<sup>TM</sup> [24].

Celková částka, kterou by bylo nutné do vězeňského systému České republiky investovat by při pořízení bezpilotního zabezpečovacího systému do všech 25 věznic a 10 vazebních věznic byla 100 715 265,- Kč. Tuto částku by bylo možné snížit, pokud by některé věznice odmítly instalaci bezpilotního zabezpečovacího systému. K dalšímu snížení výsledné částky by došlo, pokud by se každé věznici či vazební věznici pořídila pouze ta bezpilotní letadla, která by zamezila takovým mimořádným událostem, jež mají v dané věznici největší pravděpodobnost vzniku.



## Závěr

V této bakalářské práci byla řešena problematika ochrany perimetru věznice a její doplnění bezpilotními letadly. Ochrana perimetru je velmi důležitou součástí každého objektu, nicméně ochraně perimetru věznice by se měla přikládat ještě větší váha, protože při jejím narušení nemusí dojít pouze k majetkovým škodám, ale také ke ztrátám na životech. Současný systém zabezpečení věznic v České republice je už poněkud zastaralý, a to jako po stránce stavebně-technické, tak po stránce zabezpečovacích systémů. Proto jsem se v této práci pokusil nastínit návrh na doplnění současného zabezpečovacího systému novým systémem, jež zahrnuje použití bezpilotních letadel.

Byly zde popsány čtyři typy bezpilotních zařízení, které jsou v současnosti nejrozšířenějšími ve své kategorii. Každý typ má své vlastní klady a zápory, které byly v této kapitole také shrnuty. Provoz těchto bezpilotních zařízení, zejména bezpilotních letadel, by nemohl být provozován bez dodržování předpisů a jejich existence vůbec. Tímto tématem se zabývala druhá kapitola, která popisuje legislativní aspekty provozu bezpilotních letadel. Zde jsem sepsal základ české legislativy pro provoz bezpilotních letadel, která se skládá ze zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, leteckého předpisu L2 a jeho dodatku 4 a zejména doplňku X. V druhé části této kapitoly jsem se věnoval popisu návrhu na sjednocenou legislativu, kterou v současnosti připravuje EASA. Tento nový legislativní rámec byl měl sjednotit legislativu členských států Evropské unie týkající se provozu bezpilotních systémů. Druhá polovina bakalářské práce byla věnována spíše vězeňství, současnému stavu ochrany perimetru věznice a pak samotnému návrhu na doplňující systém zabezpečení pomocí bezpilotních letadel. Ohledně vězeňství byl zmíněn především zákon č. 169/1999 Sb., o výkonu trestu odnětí svobody, jež stanovuje typy věznic a zároveň prostředky používané k resocializaci vězňů a následnému zabránění recidivy. Vedle zákona č. 169/1999 Sb., o výkonu trestu odnětí svobody, zde byl zmíněn také zákon č. 555/1992 Sb., o Vězeňské službě a justiční strážní České republiky, který stanovuje pravomoci a úkoly Vězeňské služby.

Cílem práce bylo vytvořit návrh na doplňující zabezpečovací systém pro ochranu perimetru věznice, který zahrnuje použití bezpilotních zařízení. Tento návrh byl námětem poslední kapitoly této práce. Na základě popisu jednotlivých typů bezpilotních systémů a výpisu jejich

výhod a nevýhod jsem vybral vhodný typ bezpilotního systému, kterým jsou multikoptéry. Tyto stroje jsou vhodné z toho důvodu, že umožňují rychlý přesun z bodu A do bodu B a umožňují nést kameru a případně další zařízení, které se při ochraně perimetru dají využít. Jako nejvhodnější multikoptéry jsem vybral stroje společnosti Robodrone Industries, které jsou v současnosti pro tyto úkoly v České republice nejdostupnější. Společnost Robodrone Industries zároveň poskytuje svým bezpilotním letadlům záruční i pozáruční servis, což je velká výhoda, protože tím se odbourávají další náklady na servisní společnost, která by se tímto zabývala. Vzhledem k omezené době letu není možné, aby stroje nahradily hlídky vězeňské služby, a proto budou používány pouze jako doplněk k současnému zabezpečovacímu systému. Z tohoto důvodu budou multikoptéry využívány pouze na základě scénářů, které jsem sepsal ve spolupráci s pracovníkem vězeňské služby. Je nutné zmínit že, tento návrh na doplnění současného zabezpečení věznice a pracovníků věznice pomocí bezpilotních letadel je možné implementovat až s příchodem nové sjednocené legislativy, kterou připravuje EASA. Protože dle EASA bude v kompetenci každého členského státu, aby stanovil podmínky pro provoz UAS, které budou provozovány státními složkami jako je Policie ČR, Hasičský záchranný sbor ČR nebo Vězeňská služba ČR. Za současných podmínek, kdy musí být dodrženo VLOS by nebylo možné, aby bezpilotní letadla ovládal operátor z kontrolní místnosti. V závěru této kapitoly jsem uvedl cenové zhodnocení celého systému, které vyšlo na celkovou částku 100 715 265,- Kč v případě, že by se bezpilotní letadla pořídila do všech vězeňských zařízení. Tato suma by reálně byla mnohem nižší, protože bezpilotní letadla by se nepořizovala do takových věznic či vazebních věznic, kde k mimořádným událostem téměř nedochází a které nepotřebují doplnění či posílení zabezpečení.

Cíl práce byl splněn a věřím, že tento návrh by mohl být použit jako inspirace k posílení a obnovení zabezpečovacích systémů českých věznic, které jsou v současnosti obnovovány pouze pokud vykazují havarijní stav.

## Seznam použité literatury a informačních zdrojů

- [1] DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY. Letecká informační služba [online]. 2017 [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L2/data/effective/doplX.pdf>
- [2] KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ. Drony. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-802-5146-804.
- [3] RC vrtulníky - jak létají a jak se řídí. *Rc-auta.eu* [online]. [cit. 2018-06-11]. Dostupné z: <http://www.rc-auta.eu/uzitecne-odkazy/83-rc-vrtulniky-jak-letaji-a-jak-se-ridi>
- [4] BURDA, K.; STRAŠIL, I. *Zabezpečovací systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2012. s. 1-187. ISBN: 978-80-214-4441-6. (CS)
- [5] KYNCL, Jaromír. Zabezpečení objektů. *Bezpečnostní zpravodaj* [online]. 2012, Dostupné z: <http://www.bezpecnostni-zpravodaj.cz/zabezpeceni-objektu/>
- [6] IVANOVÁ, Kristína. *Posouzení bezpečnosti a ochrany objektu*. Zlín, 2011. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ústav ekonomie. Vedoucí práce Doc. Dr. Rostislav Kozílek, CSc.
- [7] Conventional Configuration. The UAV Guide [online]. [cit. 2018-06-11]. Dostupné z: [http://wiki.theuavguide.com/wiki/File:Multicopter\\_Configurations.png](http://wiki.theuavguide.com/wiki/File:Multicopter_Configurations.png)
- [8] Strategie České republiky pro boj proti terorismu politiky MVČR, 2013, 32. [cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/soubor/3-nap-2013-material-pdf.aspx>
- [9] JANÍČEK, Miroslav a Pavel FIALA. *Ochrana důležitých objektů*. Brno, 2016.
- [10] *Notice of Proposed Amendment 2017-05 (A)*. European Aviation Safety Agency, 2017.
- [11] Zákon č.169/1999 Sb., o výkonu trestu odnětí svobody a o změně některých souvisejících zákonů. *Zakonyprolidi.cz*[online]. [cit. 2018-07-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-169#f1957720>
- [12] Sbírka zákonů. Epravo.cz [online]. [cit. 2018-07-18]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/zakon-ze-dne-19-ledna-2017-kterym-se-meni-zakon-c-402009-sb-trestni-zakonik-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-zakon-c-1691999-sb-o-vykonu-trestu-odneti-svobody-a-o-zmene-nekterych-souvisejicich-zakonu-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-a-dalsi-souvisejici-zakony-21515.html>

- [13] Použití robotů ve fyzické ochraně. *SecurityGuide* [online]. [cit. 2018-07-19]. Dostupné z: <https://www.securityguide.cz/pouziti-robotu-ve-fyzicke-ochrane/>
- [14] Drones. *Robodrone.com* [online]. [cit. 2018-07-20]. Dostupné z: <https://defense.robodrone.com/drones>
- [15] Drones. *DJI.com* [online]. [cit. 2018-07-20]. Dostupné z: <https://enterprise.dji.com/products/drones>
- [16] Napájení - baterie. *Robodrone.com* [online]. [cit. 2018-07-31]. Dostupné z: <https://www.robodrone.com/napajeni-baterie>
- [17] Knightscope K5. *Knightscope* [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <https://www.knightscope.com/knightscope-k5/>
- [18] SuperHornet. *Dupler.cz* [online]. [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <http://www.dupler.cz/component/k2/item/74-superhornet>
- [19] Sparrow. *Dupler.cz* [online]. [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <http://www.dupler.cz/drones/sparrow>
- [20] Hornet. *Dupler.cz* [online]. [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <http://www.dupler.cz/drones/hornet>
- [21] Helicopters. *Multicoptersarefun.com* [online]. [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <http://multicoptersarefun.com/Helicopters.html>
- [22] Opinion No 01/2018. EASA [online]. 2018 [cit. 2018-08-06]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Opinion%20No%2001-2018.pdf>
- [23] Služby. *Robodrone.com* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.robodrone.com/sluzby>
- [24] Dron akademie. *Dronim.cz* [online]. [cit. 2018-08-21]. Dostupné z: <https://www.dronim.cz/dron-akademie/>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Filmovací bezpilotní helikoptéra Helicam [21].....	16
Obrázek 2: Konfigurace umístění pohonných jednotek multikoptér a jejich názvosloví [7] ...	17
Obrázek 3: Rozdělení subkategorií a tříd v otevřené kategorii dle EASA [22] .....	26
Obrázek 4: Stupně rizika objektů [9] .....	29
Obrázek 5: SuperHornet [18].....	44
Obrázek 6: Sparrow [19].....	44
Obrázek 7: Hornet [20] .....	45
Obrázek 8: Schéma zakomponování pozemní stanice do systému [autor] .....	49
Obrázek 9: Trasa multikoptéry pro scénář č.7 ve Vazební věznici Praha Pankrác [autor] .....	51
Obrázek 10: Zásah multikoptéry SuperHornet ve věznici Ostrov - scénář č.1 [autor] .....	53
Obrázek 11: Grafické znázornění scénáře č.4 [autor] .....	54

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam bezpilotních prostředků a jejich základní parametry [14] [15] .....	39
Tabulka 2: Cenové zhodnocení pořízení bezpilotních letadel .....	56