

Návrh modelu zvoleného bezpilotního prostředku s umělou inteligencí

Jan Hajduk

Bakalářská práce
2018/2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení
akademický rok: 2018/2019

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

Jméno a příjmení: **Jan Hajduk**
Osobní číslo: **L16256**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh modelu zvoleného bezpilotního prostředku s umělou inteligencí**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte informační zdroje světa a upřesněte vývojové trendy v řešené oblasti.
2. Vytvořte rámcový model řešení zadaného tématu a navrhnete možnosti řešení tohoto modelu.
3. Navrhnete zjednodušený vhodný model bezpilotního prostředku s možností využití prostředků umělé inteligence pro praktickou aplikaci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ. Drony. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.

[2] HOHENLOHE, Stephan zu. Drony: stručně a přehledně: výběr vhodného modelu, ovládání, foto a video, legislativa. Přeložil Richard KRÍŽ. Frýdek-Místek: Alpress, 2016. ISBN 978-80-7543-234-6.

[3] JURAČKA, Petr Jan. Drony – fotografování z ptačí perspektivy: co všechno potřebujete vědět o dronech a jejich využití pro leteckou fotografii a video. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-5787-2.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jiří Dvořák, DrSc.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2019**

V Uherském Hradišti dne 30. listopadu 2018

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2019

Jméno a příjmení studenta: Jan Hajduk

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem mé bakalářské práce je návrh modelu bezpilotního prostředku určeného pro praktickou aplikaci, a to pro použití Hasičským záchranným sborem. Práce je složena ze dvou částí – teoretické a praktické. V teoretické části popisuji, co je bezpilotní prostředek, jakým procházel vývojem, rozdělení, legislativní regulaci naší problematiky a uvádím definice modelu, kybernetiky a umělé inteligence. V praktické části vymezuji problém, jež má daný model řešit, a navrhuji model bezpilotního prostředku.

Klíčová slova: bezpilotní prostředek, využití, umělá inteligence, model

ABSTRACT

The aim of my work is the model of Unmanned Aerial Vehicle for practical application and use by Fire Rescue Service (fire brigade). Work is composed of two parts – theoretical and practical. In theoretical part I describe what is Unmanned Aerial Vehicle and it's division and legislative regulation of our issue and I present definitions of model, cybernetics and artificial intelligence. In practical part I define the problem, which model of Unmanned Aerial Vehicle is supposed to solve and I propose a model of the Unmanned Aerial Vehicle.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, use, artificial intelligence, model

Děkuji vedoucímu mé práce, panu prof. Ing. Jiřímu Dvořákovi DrSc., za odborné vedení cenné rady a čas, který mi věnoval, bylo mi ctí s panem profesorem spolupracovat. Dále bych chtěl poděkovat rodině za podporu při studiu a trpělivost.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 CO JE BEZPILOTNÍ PROSTŘEDEK.....	11
2 HISTORIE BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ.....	13
2.1 ZÁKLAD DRONU V HYDROPLÁNU CURTISS N-9.....	13
2.2 KETTERING BUG	13
2.3 RYANOVY OHNIVÉ VČELY	14
2.4 VÝVOJ BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ V NĚKTERÝCH ZEMÍCH.....	15
2.4.1 Čína	15
2.4.2 Francie.....	15
2.4.3 Izrael.....	16
2.4.4 Rusko.....	16
3 ROZDĚLENÍ DRONŮ	17
3.1 DĚLENÍ PODLE ÚČELU.....	17
3.2 PODLE ZAMĚŘENÍ	18
3.3 PODLE POHONU	18
3.4 PODLE TYPU	19
3.5 DĚLENÍ PODLE VÁHOVÝCH KATEGORIÍ	19
3.6 PODLE JEJICH ŘÍZENÍ/OVLÁDÁNÍ.....	19
4 LEGISLATIVA, PRÁVNÍ ASPEKTY, REGULACE PROVOZU	20
4.1 SMYSL LEGISLATIVY	20
4.2 LEGISLATIVA V ČR	20
4.2.1 Doplněk X	20
4.2.2 Vývoj legislativy	21
4.2.3 Zahraniční legislativa	21
5 MODEL.....	22
5.1 KLASIFIKACE MODELU	22
5.1.1 Matematický model.....	23
6 KYBERNETIKA A SYSTÉM.....	24
6.1 KYBERNETIKA.....	24
6.2 SYSTÉM.....	24
7 UMĚLÁ INTELIGENCE	26
7.1 DEFINICE UMĚLÉ INTELIGENCE.....	26
7.1.1 Minského definice	26
7.1.2 Definice Richové.....	26
7.1.3 Kostkova definice.....	26

7.2	HISTORIE UMĚLÉ INTELIGENCE.....	27
7.3	TURINGŮV TEST	27
II PRAKTICKÁ ČÁST		28
8	KDE SE BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ VYUŽÍVÁ	29
8.1	CIVILNÍ POUŽITÍ	29
8.2	POUŽITÍ V IZS	30
8.3	VOJENSKÉ POUŽITÍ	30
9	MODEL.....	31
9.1	VYMEZENÍ PROBLÉMU	31
9.2	Hlavní součásti dronů.....	32
9.3	VELIKOST.....	35
9.4	NOSNOST.....	35
9.5	DOBA LETU	35
10	VÝBĚR KLÍČOVÝCH KOMPONENTŮ	37
10.1	VYMEZENÍ PŮSOBNOSTI DRONU PŘI MONITORINGU A PRŮZKUMU PŘI LESNÍCH POŽÁRECH	37
10.2	ZÁKLADNÍ NÁVRH MODELU.....	38
10.3	VÝBĚR KOMPONENT	39
10.4	UMĚLÁ INTELIGENCE	40
10.5	NÁKLADY.....	41
10.6	ŠKOLENÍ HASIČŮ	42
11	POŽÁR V PLZEŇSKÉM KRAJI.....	44
12	MOŽNÝ VÝVOJ DO BUDOUCNA.....	45
13	VÝHODY X NEVÝHODY	47
13.1	VÝHODY.....	47
13.2	NEVÝHODY	47
ZÁVĚR		49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		53
SEZNAM OBRÁZKŮ		54
SEZNAM TABULEK.....		55

ÚVOD

Dnešní doba je bezpochyby uspěchaná a rychlá. Většina lidí má čím dál tím méně času na své koníčky, zájmy nebo rodinu. Jsme zaneprázdnění zaměstnáním, podnikáním a snažíme se držet krok s dobou. Proto se snažíme najít způsoby, jak si ušetřit čas, zefektivnit naše činnosti tak, aby nám zabrali méně času. Další věcí je finanční stránka, kdy se snažíme na všem ušetřit a vynaložit co nejméně zdrojů. Zatímco dříve lidé čekali na dopis i několik týdnů, dnes stačí pár kliknutí na počítači nebo chytrém telefonu a víme, co se děje na druhém konci světa. S rychlejším předáváním informací, rychlejším cestováním a migrací lidí se také velmi uspišil vývoj nových technologií, které nám ulehčují práci, zpříjemňují život, ale také nás můžou okrádat o naše soukromí.

V teoretické části se práce zabývá obecnou charakteristikou bezpilotních prostředků a jejich historií. Následující subkapitoly se zabývají představením základních typů dronů, které v současnosti známe, a zhodnocením právních aspektů, legislativy a omezujících opatření vztahujících se k provozu a používání bezpilotních prostředků.

Poznatky z teoretické části jsou nadále aplikovány v praktické části práce, která se zabývá sestavením modelu bezpilotního prostředku a jeho praktickým využitím.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CO JE BEZPILOTNÍ PROSTŘEDEK

Bezpilotní prostředek obecně nazývaný jako UAV (z anglického Unmanned Aerial Vehicles), nebo jednodušším a v dnešní době hojně používaným a veřejné společnosti lépe známým názvem dron. Slovem dron se do nedávna označovali spíše vojenská letadla bez pilota na palubě. Toto označení se snad pro svou dobrou zapamatovatelnost vžilo i pro mnohem menší bezpilotní letadla, než jsou ta vojenská. Zpravidla mají namísto zbraní, či speciálních čidel na palubě fotoaparáty či kamery. Drony jsou poměrně mladý druh techniky, který největší vývoj zažívá v posledních dvaceti letech. Zejména v posledních pěti letech bych tento vývoj nazval opravdu bouřlivým.

Informace uvedené v této kapitole jsem čerpal z [2], [4].

Náhled do světa bezpilotních prostředků

„Vývojem nebo výrobou tohoto druhu techniky se dnes zabývá řada zemí. Avšak jen dva státy si stále udržují vedoucí postavení – Izrael a USA. Izraelské firmy, které vyvinuly a vyrábějí celou škálu bezpilotních prostředků, mají pravděpodobně největší zkušenosti nejen z vývoje, ale i z praktického operačního nasazení. Nejvíce používaných prostředků je právě izraelské výroby. Spojené státy sice zatím nedisponují tak širokou typovou škálou, ale mají bezpochyby nejpropracovanější a nejširší vývojový program. Prvním stoupcem bezpilotních prostředků byla německá armáda. V sedmdesátých letech používala Bombardier CL-89, který byl v roce 1991 nahrazen zdokonaleným typem CL-289. Ze zkušeností z kosovské operace je vidět, že hlavními úkoly UAV jsou a v příštích letech budou průzkum, zpravodajství, pozorování a zaměřování pozemních cílů. Německá armáda dokončuje různé programy vývoje a zavádění budoucích průzkumných, podpůrných a bojových bezpilotních prostředků s perspektivou až do roku 2010. Předpokládá se, že v západních armádách bude v blízké budoucnosti používáno až 30 000 bezpilotních prostředků různých typů a provedení.“ [4]

„21. století bude nepochybně ve znamení bezpilotních prostředků, jejichž vývoj pokračuje velmi rychlým tempem a lze předpokládat, že postupně najdou i taková uplatnění, o kterých dnes snad nikdo nemá ani potuchy. Od původního poslání výhradně průzkumných úkolů se využití bezpilotních prostředků zejména v posledních letech značně rozrůstá. Objevuje se

řada nových, stále dokonalejších a technologicky propracovanějších bezpilotních prostředků, které jsou snad ve všech armádách využívány k různým účelům - od průzkumu pozemních cílů a mapování terénu ve dne a v noci, přehled bojiště, zaměřování poloh, rozpoznávání cílů, kontrola a zabezpečení paleb a speciální bojové zabezpečení pozemních i vzdušných sil, zajištění přímé letecké podpory pozemních sil, ničení obrněných a odolných cílů, rušení, či dokonce umlčování elektronických prostředků protivzdušné obrany (PVO) protivníka, vyhledávací, pátrací a záchranné úkoly, detekci minových polí a mnoho dalších základních i speciálních úkolů. V současné době se mimoto rýsují zcela nové koncepce jejich bojového nasazení nejprve v úzké součinnosti s pilotovanými bojovými letouny a vrtulníky, později dokonce samostatně.“ [4]

„Je přirozené, že bezpilotní prostředky dnes představují jednu z nejdynamičtěji se rozvíjejících oblastí letecké techniky. Ve světě je aktivně používáno již několik desítek různých typů, další jsou intenzívně vyvíjeny a pro svoje četné výhody se rychle stávají nezbytnou součástí moderních ozbrojených sil. Je možné je použít všude tam, kde existuje příliš vysoké riziko pro pilotované letouny a vrtulníky. Většina z nich může předávat získané a zpracované informace o situaci v zájmové oblasti v reálném na příslušná místa velení. Bepilotní průzkumné prostředky vnášejí nesmírně důležitý prvek do vedení pozemních bojových operací v podmínkách "digitalizovaného bojiště". Taktické systémy bezpilotních prostředků, včleněné do organizační struktury i menších pozemních jednotek (četa, rota) dávají jejich velitelům možnost nasadit průzkumný systém podle vlastní úvahy a to téměř okamžitě a na přesně určeném úseku bojiště bez kritické časové prodlevy nutné pro vyžádání průzkumu na vyšším organizačním stupni velení pak opět mnohdy a zdlouhavý proces zpracování a předávání výsledků průzkumu.“ [4]

2 HISTORIE BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ

Jako spousta jiných vynálezů i drony značně vděčí za vývoj válek. Dovolím si říct, že původní myšlenkou byla snaha ušetřit lidské životy a bojovat tak trochu s odstupem. Takže už před sto lety, za 1. světové války, probíhal ve Spojených státech amerických vývoj bezpilotních prostředků, které měly být zprvu spíše letící bomby. Mělo se jednat o odpověď na německé říditelné bomby. S určitostí se dá velmi těžko říci, co můžeme označit za první dron. Ale už v roce 1849 byly horkovzdušné balóny bez pilota, které shazovaly bomby při útoku Rakouska-Uherska v Benátkách. A v roce 1898 si nechal patentovat, nám všem moc dobře známý vynálezce srbského původu, později však Američan Nikola Tesla, tzv. teleautomatizaci, což představovalo dálkové ovládání motorové loďky.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [1], [2], [4]

2.1 Základ dronu v hydroplánu Curtiss N-9

Přestavba hydroplánu Curtiss N-9 v bezpilotní letoun měla za úkol ničit německé ponorkové základny. Na tomto projektu pracovali známí konstruktéři, jako je například Thomas Edison nebo Peter Hewitt. Vzniklo pět prototypů tohoto letounu, které startovaly z kolejnic, nebo jedoucího automobilu. První úspěšný let na vzdálenost 40 km se podařil už v roce 1917 a už tehdy letadlo dokázalo unést kolem 450 kg, rychlostí až 145 km/h.

V první světové válce se letadla pro svou zatím malou vyspělost k boji uplatnila spíše pro průzkum nepřátelského území, pořizování leteckých záběrů a sběr informací. Od té doby jde vývoj dronů ruku v ruce s fotografováním a mapováním.

2.2 Kettering Bug

Jak už to z historie známe u spousty případů, tak zatímco vývoj po první světové válce ustal, naplno se opět rozjel, ani ne o pár desetiletí později, při světové válce číslo dvě.

Konstruktér, jež měl za úkol sestavit létající bombu se jmenoval Charles Kettering, podle něhož je stroj pojmenován. Výsledkem byl malý dvojplošník, který poháněl motor Ford o výkonu 30 kW a stejně jako jeho předchůdce startoval z kolejnic. Kvůli nákladnému vývoji

byl program ukončen a přesměrován na vývoj dálkově naváděných střel s plochou dráhou letu.



Obrázek 1: Kettering Bug

Zdroj: [21]

2.3 Ryanovy ohnivé včely

Ryan Firebee, u nás známé jako Ryanovy ohnivé včely byly využívány v 50. letech 20. století americkou armádou k nácvičce střelby a reakcí pilotů na řízené střely.

Ke konci 60. let byly tyto drony využívány jako průzkumná letecká zařízení a mnohdy jsou označovány pradědečky dnešních moderních vojenských dronů. Byly využity k průzkumům během války ve Vietnamu.

Těmto bezpilotním prostředkům předcházeli cvičné terče pro britské královské námořnictvo, s přezdívkou Včelí královna.

2.4 Vývoj bezpilotních prostředků v některých zemích

2.4.1 Čína

„V září roku 1999 přinesla čínská zpravodajská agentura šokující zprávu o tom, že Čína vyvinula nejmenší bezpilotní vrtulník na světě. Tento mini vrtulník je srovnatelný s velikostí vosy – délka 18 mm, šířka 3 mm a výška 5 mm. I při těchto neuvěřitelně malých rozměrech má zabudovanou kameru.“ [4]

„Čínská universita NUAA v Nanjing již v minulém roce prováděla letové testovací zkoušky miniaturního bezpilotního prostředku o rozpětí křidélek 0,45 m a celkové hmotnosti 0,35 kg. Je vybaven vznětovým benzínovým bezhlučným motorkem. Prostředek je schopen dosáhnout rychlosti až 80 km/h a působit po dobu až 20 minut. Pro účely vzdušného průzkumu pozemních cílů je opatřen miniaturní videokamerou s vysokou citlivostí a rozlišovací schopností a zařízením pro přenos dat do pozemního střediska v reálném čase.“ [4]

2.4.2 Francie

„Francie předpokládá, že špičkové technologie v oblasti přenosu dat, jsou využitelné pro novou koncepci úzké součinnosti bezpilotních prostředků s pilotovanými bojovými letouny. Perspektivní bojový letoun Rafale by tak mohl sehrát velmi důležitou roli v rámci taktiky komplexního umlčování prostředků protivzdušné obrany protivníka, známé pod názvem SEAD, vzdušného průzkumu pozemních vojsk, úderných úkolů na pozemní cíle, či taktické podpory a zabezpečení námořních sil. Letové hodnoty bezpilotního prostředku a průzkumné informace, získané během letu se mají zobrazovat na displeji v pilotní kabině letounu Rafale. Pilot má mít možnost řídit let bezpilotního prostředku systémem pro utajený přenos řídicích povelů. Je to úžasná revoluční myšlenka bezpilotní prostředek použít jako předsunutého pozorovatele a leteckého návodčího úderného bojového letounu. Pilot tak získává neocenitelnou výhodu v tom, že v dostatečném časovém předstihu má k dispozici detailní přehled o situaci, rozmístění sil a prostředků protivníka, včetně počasí dříve než tohoto prostoru dosáhne. Bepilotní prostředek, který je vybaven terminálem družicové navigace GPS, může cíl detailně prohlédnout, rozpoznat a tuto informaci včetně přesné polohy řádově metrů poskytnout pilotovi, který zabezpečí jejich vnesení do naváděcí soustavy přesné zbraně. Další

kvalitativní posun z hlediska systémového propojení zbraňových systémů a využití přenosu dat. Výsledkem je pak vysoká efektivnost úderu.“ [4]

2.4.3 Izrael

„Snad nejbohatší zkušenosti z vývoje bezpilotních prostředků má Izrael. V posledních letech přišel s řadou nových, technologicky propracovaných typů různých provedení a speciálních prostředků pro průzkum, elektronický boj atd. Nedávno však představil svoji novinku, kterou ohromil odborníky na celém světě – vyvinul totiž přenosné přijímací zařízení MRS (ManpackReceivingSystem), které umožňuje přijímat, zobrazovat a zpracovávat videoinformaci a telemetrická data, vysílaná z bezpilotních prostředků a dalších senzorů (na letounech a vrtulnících) v reálném čase. Přijímač zařízení MRS pracuje v kmítočtovém pásmu 4,4 až 5,1 GHz a je vybaven všesměrovou anténou, která zabezpečuje příjem signálu v okruhu do 7 km. Ruční zobrazovací terminál na bázi procesoru Pentium 233 MHz o šířce 26,5 cm je vybaven barevným displejem s rozlišením 800 x 600 bodů s dotykovými tlačítky. Další novinkou je zahájení letových testovacích zkoušek nadzvukového bezpilotního prostředku o rychlosti M1,5 v srpnu 1999. Bepilotní prostředek, vyvíjený Technion University, je údajně opatřen křídly s proměnnou geometrií.“ [4]

2.4.4 Rusko

Moskevská vojenská letecká a technická universita vyvinula ultralehký, rádiem řízený bezpilotní letoun, který je používán k testování prostředků elektronického boje. Pohon zajišťuje pístový spalovací motorek o objemu 6 cm³. Letoun je schopen s užitečným zatížením 3 kg hlídkovat v prostoru po dobu až 20 minut a dosahovat rychlosti až 150 km/h. Na posledních výstavách vojenské techniky byl letoun vystavován s nainstalovaným kontejnerem s aktivním radiolokačním rušičem, který byl vyvinut rovněž na této universitě.

3 ROZDĚLENÍ DRONŮ

Drony můžeme dělit podle mnoha kritérií do různých skupin. V dnešní době, kdy je na trhu nepřehledné množství těchto létajících pomocníků si můžeme vybírat podle mnoha kritérií a parametrů.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [2], [7], [8]

3.1 Dělení podle účelu

Základní dělení, kdy drony rozdělujeme podle toho, pro koho je určen. Prvotním účelem bylo vojenské využití, postupem času s vývojem a rostoucím potenciálním použitím se bezpilotní prostředky dostaly i mezi širokou veřejnost.

- Civilní použití
 - Pro rekreaci
 - Komerční využití
 - IZS



Obrázek 2: Dron pro rekreaci

Zdroj: [22]

- Vojenské použití
 - Průzkum
 - Transport
 - Bojové letouny



Obrázek 3: Policejní dron

Zdroj: [23]

3.2 Podle zaměření

- Běžní uživatelé
- Pokročilí uživatelé
- Profesionálové

[2]

3.3 Podle pohonu

- Elektrický
- Spalovací

[2]

3.4 Podle typu

- Multikoptéry
- Letouny („křídla“)

[2]

3.5 Dělení podle váhových kategorií

Tohoto dělení využívá hlavně Úřad pro civilní letectví, který stroje rozděluje do skupin podle váhy a použití a podle toho vyžaduje určitá pravidla pro používání.

- Váhové kategorie dle ÚCL
 - Modely letadel do 25 kg – není požadováno povolení k létání ani pojištění
 - Bezpilotní letouny do 25 kg (rekreační a sportovní létání) – není požadováno povolení, avšak pojištění je zde požadováno
 - Bezpilotní letouny ostatní – vyžadováno povolení, evidence a pojištění pro létání

3.6 Podle jejich řízení/ovládání

- Manuální
- Automatické
- Kombinované
- Autonomní

4 LEGISLATIVA, PRÁVNÍ ASPEKTY, REGULACE PROVOZU

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [2], [7], [8], [10], [11].

4.1 Smysl legislativy

Letectví, tedy obor, pod který spadá mnoho dílčích oborů technických, manažerských, legislativních a personálních, je třeba zaštitit systémem provozních postupů, předpisů a zákonů.

Letectví je obor dynamicky se měnící, a to především díky vývoji technologie. V dnešní době je provoz ultralehkých letadel běžnou součástí leteckého provozu.

Pokles ceny komponent ke stavbě bezpilotního prostředku zapříčinilo, že si jej může zakoupit a pilotovat téměř každý, a to i ten, kdo nemá žádnou odbornou způsobilost k pohybu ve vzdušném prostoru. Dalším důležitým, spíše psychologickým důvodem, je fakt, že pilot nesedí za kniplem letadla, a tudíž necítí odpovědnost za vlastní život, a také nemá stoprocentní možnost plně vyhodnotit situaci (hlavně vizuálně) okolního letového provozu.

4.2 Legislativa v ČR

Provoz letadel a jakékoliv využívání vzdušného prostoru civilisty podléhá v České Republice zákonu č. 49/1997 Sb., o civilním letectví. Podle §2 odst. 2 tohoto zákona se za letadlo nepovažuje model letadla, jehož maximální vzletová hmotnost nepřesahuje 25kg. Provozování dronů k rekreačním nebo sportovním účelům, jejichž hmotnost nepřesahuje 25kg, tak podléhá především občanskému zákoníku a z něj vyplývající odpovědnosti a je prozatím dostačující.

4.2.1 Doplněk X

Doplněk X vešel v platnost 1. března 2012 a zavedl pojem „bepilotní letadlo“. Byl zaveden hlavně kvůli definici rozdílů mezi modelem letadla a bepilotním letadlem, které má možnost automatického letu na zvolené místo. Přináší však změny až u strojů se vzletovou hmotností přesahující 25kg. Jejich provoz je nyní regulován podobně, jako provoz bepilotních

prostředků používaných pro komerční účely. Pokud je účel bezpilotního prostředku deklarován jako výdělečný, podléhá povinnosti evidence na ÚCL, bez ohledu na jeho vzletovou hmotnost.

4.2.2 Vývoj legislativy

Jelikož v současné době zatím chybí jednotná regulace provozu bezpilotních letadel a leč jsou si mnohdy velmi podobné, nemusí být povolení vydána v jedné zemi automaticky uznána v zemi druhé. Proto Evropská agentura pro bezpečnost letectví chystá ve spolupráci s národními úřady pro civilní letectví nový regulační rámec, který bude předpisy sjednocovat.

4.2.3 Zahraniční legislativa

Rozdíly, které jsou mezi jednotlivými státy v úrovni legislativy zabývající se problematikou UAS, jsou až propastné. Ale není se čemu divit, když bezpilotní technologie zažívají v poslední době obrovský rozmach a jejich vývoj legislativu překonal a má velký náskok.

Velké množství spíše rozvojových zemí Afriky, nebo Asie stále zavedení do právního řádu a regulaci tohoto odvětví nezačala ani řešit. Naproti tomu většina západních zemí bezpilotní technologie vnímá jako strategickou oblast s velkým obchodním potenciálem.

Zatímco v Evropské unii se připravuje jednotný evropský regulační rámec s poměrně zajímavými možnostmi a na Řížské konferenci v roce 2015 byla jednoznačná shoda na široké podpoře inovací ve sféře bezpilotních technologií, v USA se zatím prosazuje cesta striktních regulací a občané musí registrovat na úřadě každý dron přesahující hmotnost zhruba 250gramů.

5 MODEL

V odborné literatuře se pojem model vyskytuje víc než často, a jeho chápání se liší, a to především tím, že modely mohou sloužit k odlišným cílům.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [3].

Mnoho autorů se shoduje na tom, že model je jistá forma zobrazení skutečnosti a měli bychom ho tak i chápat. Největší rozdíly najdeme pouze v tom, jaká je modelovaná skutečnost, jaké máme prostředky k modelování a jaký účel daný model splňuje.

„Slovo model má svůj původ ve stavitelství, kde označuje míru, podle níž jsou vyjádřeny proporce stavby. Později dostal pojem model zásadně nový význam. Připouští se, že teorie nemusí být jen zobrazením skutečnosti její objektivní podobě, ale může jít o její určitou idealizaci.“ [3]

V dnešní době je častější a výhodnější pracovat s modelem než se skutečností, a to hlavně proto, že mnohdy lépe ovládáme pravidla modelovací techniky než pravidla nepozorovatelné skutečnosti.

5.1 Klasifikace modelu

„Úplná definice modelu se dnes asi neobejde bez aparátu teorie množin a matematické logiky. Odlišné přístupy přitom najdeme v přírodních a technických vědách, logice a společenských vědách, jiné pojetí v kybernetice a jiných disciplínách.“ [3]

Jedno z nejjednodušších rozdělení je rozdělení materiálních a myšlenkových modelů. Zatímco modely myšlenkové se nacházejí pouze v naší mysli a mají charakter spíše teoretický, tak modely materiální vyobrazují reálné objekty. Modely myšlenkové lze rozdělit do dalších kategorií, to na představové modely a symbolické modely. Symbolické modely jsou úzce spjaty s modely, kde je hlavním a rozhodujícím významem logika a matematické vlastnosti, tyto modely se nazývají logické či formální nebo matematické.

5.1.1 Matematický model

„Matematickým modelem se většinou rozumí nějaká formalizovaná teorie, někdy i její matematické zobrazení, ale často jím také označuje jakýkoli kvantifikovaný popis některých stránek skutečnosti. Matematický model musí objektivním způsobem znázorňovat jevy a procesy reálného světa. Matematický model vyjadřuje zákonitosti jevů a procesů, a to lze zjednodušeně definovat jako určitou formu zobrazení některých aspektů jevů a procesů reálného světa matematickými prostředky. Takovým prostředkem může být třeba soustava rovnic obsahující proměnné (veličiny) a konstanty (parametry).“ [3]

I modely matematické můžeme třídit podle různých hledisek. Jako hlavní rozdělení můžeme brát rozdělení na deterministické modely a na stochastické modely.

„Deterministické modely mají povahu zákonitostí, jež při dodržení určitých předpokladů a podmínek vždy platí, neboli vyhovují každé konkrétní empirické situaci. Na rozdíl od deterministického modelu vyhovuje stochastický model konkrétním situacím jen přibližně a s určitou pravděpodobností. Stochastické modely bývají též označovány jako pravděpodobnostní. Pro ně je charakteristické, že dovolují poměrně přesnou matematickou manipulaci se vztahy mezi veličinami, i když ve skutečnosti platí tyto vztahy pouze přibližně. Zjednodušeně lze přijmout definici stochastického modelu jako rovnice nebo soustavy rovnic obsahující náhodné veličiny, nenáhodné veličiny (fixní, pevné) a parametry (konstanty).“ [3]

Během konstrukce matematických modelů se můžeme setkat s různými přístupy.

„Přístup vycházející z věcných znalostí problematiky je velmi blízký deduktivní úvaze, při které předpokládáme, že odpovídající modely jsou určitelné na základě obecných principů dané úlohy či příslušného vědního oboru. Při induktivní úvaze se postupuje ve srovnání s deduktivní úlohou obráceně, tedy od konkrétního k obecnému, od reality k modelu anebo od výběrových dat ke skutečným nebo hypotetickým populacím.“ [3]

6 KYBERNETIKA A SYSTÉM

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [11].

6.1 Kybernetika

Vychází z řeckého kybernétes, což v překladu znamená kormidelník a už starořecký filosof Platón kybernetice přiřadil smysl slova vládnout. Dalo by se říci, že kybernetika je projevem proudů ve vědeckém myšlení a je výsledkem celkového vědeckého vývoje. Nevznikla náhodou. Přírozeně navazuje na dřívější poznatky ve vědě a technice a přináší nové pohledy na zdánlivě vyřešené otázky. Ukazuje se, že je velmi výhodné aplikovat zkušenosti z jednoho oboru na obor jiný a v praxi je to pro člověka velkým přínosem.

Jedna z mnoha definic, kterou bychom mohli kybernetiku jako vědu stručně a přesně popsat zní: *„Kybernetika je věda o řízení a sdělování v živých organismech a ve strojích.“*

Za zakladatele kybernetiky je považován Norbet Wiener, který je i autorem výše zmíněné definice kybernetiky.

„Zdůrazněme si, že kybernetika se ani tak nezabývá věcmi, ale především se zabývá způsoby chování. Klade si především otázku: Co to dělá? A pak také: Co to je? Kybernetika poskytuje velmi univerzální metodu jak zkoumat systémy, jejichž složitost je tak výrazným rysem, že ji nemůžeme v žádném případě eliminovat (zejména ve složitých společenských a biologických systémech).

Využití možností kybernetiky je poměrně široké. Lze ji využívat v mnoha oborech a také v mnoha oborech přinesla a přináší rozvoj.“ [11]

Nejvíce jde asi kybernetika vidět v technice a technologiích. Proto nyní zažívá své obrození a slyšíme o ní více než kdy dříve, i když jako věda se řadí spíše mezi mladší a její vznik datujeme někdy na začátek druhé poloviny 20. století. Díky kybernetice vznikla počítačová technika, mobilní telefony, internet a vůbec moderní technologie, tak jak je dnes známe

6.2 Systém

„Definováním prvků objektu, jejich vlastností, jakož i jejich vzájemných vztahů „zavádíme na objekt systém“. To znamená, že si všímáme pouze těch prvků, vlastností a vztahů, které nás na daném objektu při jeho studiu zajímají.“

Každý může posuzovat objekt podle sebe, podle jiných parametrů. Tehdy řekneme, že každý si zavedl vlastní systém na objekt a takovému přístupu říkáme systémový přístup.

System můžeme definovat „jako určitým způsobem uspořádaný souhrn prvků vzájemně spojených vztahy mezi vlastnostmi těchto prvků, které z hlediska zkoumání tvoří celek a mají společný funkční účel.“

„System a systémový přístup je výtvořem kybernetiky. Umožňuje zkoumání věcí, jevů a procesů kolem nás i v nás. Při zkoumání pomocí systémového přístupu je rozhodující chování zkoumaného problému či objektu.“ [11]

7 UMĚLÁ INTELIGENCE

Postupným vývojem živých organismů se u některých objevila inteligence, která jim dává výhodu v reagování na podněty okolí i při dosahování stanovených cílů. První otázky ohledně myšlení strojů si položili významní filozofové již v 17. století a byli to Pascal, Hobbes a Decartes. Po 2. světové válce a publikování prací Kurta Gödela dochází k zvratu a objevují se modely napodobující biologické principy (*genetické algoritmy, neuronové sítě, metody učení založené na modelech, metody reprezentace a využívání znalostí*). *Všechny postupy a algoritmy v určitém ohledu napodobující chování člověka spadají do nově vytvořené vědní disciplíny umělá inteligence.* [5]

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [5], [6]

7.1 Definice umělé inteligence

7.1.1 Minského definice

„Vychází z Turingova imitačního testu.

Umělá inteligence je věda o vytváření strojů nebo systémů, které budou při řešení určitého úkolu užívat takového postupu, který, kdyby to dělal člověk, bychom považovali za projev jeho inteligence.“ [5]

7.1.2 Definice Richové

„Umělá inteligence se zabývá tím, jak počítačově řešit úlohy, které dnes zvládají lidé lépe.“ [5]

7.1.3 Kostkova definice

„Umělá inteligence je vlastnost člověkem uměle vytvořených systémů vyznačujících se schopností rozpoznávat předměty, jevy a situace, analyzovat vztahy mezi nimi, a tak vytvářet vnitřní modely světa, ve kterých tyto systémy existují, a na tomto základě pak přijímat

účelná rozhodnutí, za pomoci schopností předvídat důsledky těchto rozhodnutí a objevovat nové zákonitosti mezi různými modely a jejich skupinami.“ [5]

7.2 Historie umělé inteligence

„Název vědního oboru umělá inteligence byl iniciován konferencí na Dartmouth College v roce 1956 pod vedením organizátora Johna McCarthyho.“ [6] Cílem konference bylo seškusnutí odborníků, kteří se zabývají mentálními schopnostmi lidí a možnosti jejich využití na strojích či počítačích.

„A. Newell H. Simon z Carnegie Mellon University představili první program využívající technik heuristického vyhledávání – the Logic Theorist. O rok později tento tým prezentoval systém GPS (General Problem Solver), který se snaží napodobit lidské myšlení při řešení úloh ve stanoveném prostoru prostřednictvím snižování diference.“ [6]

„Koncem 50. let vytvořil F. Rosenblatt perceptron jako model neuronu – nervové buňky.“ [6] Model neuronu byl schopen rozeznávat grafické objekty, a tak byl položen základ pro výzkum v oblastech rozpoznávání a klasifikace. Došlo k vytvoření prvních algoritmů pro adaptaci a učení.

„V roce 1958 vytvořil John McCarthy jazyk LISP jako jazyk určený pro umělou inteligenci. Byly také konstruovány první LISPovské procesory.“ [6]

V 70. letech byly započaty návrhy univerzálních systémů, které pro svou univerzálnost nemohly vyřešit vysoce specializované úlohy.

7.3 Turingův test

„Počátkem 50. let 20. století zformuloval britský matematik Alan Turing test, který časem získal statut podmínky k rozhodnutí, zda je program inteligentní. Test je založen na imitační hře:

Hru hrají tři hráči: hráč X dostává od hráčů A a B informace v podobě psaného textu prostřednictvím terminálu. Jeden z hráčů A a B je muž, druhý žena. Hráč X má odhalit, kdo je muž a kdo je žena. Muž má překazit výhru hráče X, cílem ženy je, aby hráč X vyhrál. Podle Turinga je počítač inteligentní, dokáže-li úspěšně hrát podle strategie muže.“ [6]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 KDE SE BEZPILOTNÍCH PROSTŘEDKŮ VYUŽÍVÁ

Možnosti a způsoby, jak využít dron se dají počítat v desítkách až stovkách a téměř každým dnem najde další uplatnění. Mezi nejznámější způsoby využití se může řadit například mapování, letecký monitoring, letecké fotografie, nebo může posloužit pro zábavu.

Jejich potenciál se dá využít mnohem více díky jejich variabilitě, která spočívá ve využití celé řady speciálních senzorů, které může dron nést.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [2], [7]

8.1 Civilní použití

Dron jako hračka

Drony již nějakou dobu nejsou jen výsadou několika odborníků, armády nebo pár nadšených šťastlivců z řad veřejné společnosti. Dnešní trh nabízí spoustu bezpilotních prostředků. Nejčastěji jsou využívány k focení krajiny, budov či lidí a natáčení videí.

Komerční využití

Využití koptér ke komerčním účelům je v současnosti díky rychlému vývoji a velké nabídce strojů na velkém vzestupu. Díky rozvíjejícím se možnostem nacházejí drony každým dnem uplatnění v nových oborech.

Drony ve vědě a výzkumu

Díky vzestupu nových technologií a rozvíjejícímu se potenciálu bezpilotních prostředků se drony těší značné oblibě. Protože dron může fungovat jako nosič různých senzorů a kamer, zažívá velký vzestup v oblasti umělé inteligence, ale třeba i v zemědělství nebo lesnictví.

Dálkově řízených systémů se využívá i v archeologii, kde jsou využívány primárně pro vyhledávání, evidenci a dokumentaci památek a jejich atributů.

8.2 Použití v IZS

Z řad policistů bezpilotní prostředky využívají především pátrací a záchranné týmy, kde jsou jejich drony osazeny speciální termokamerou, a dokáží zmapovat hůře přístupný terén. Tyto drony zvyšují bezpečnost celého záchranného týmu a dovolují záchranářům mnohem rychleji a efektivněji prozkoumat dané místo z bezpečné vzdálenosti. Technologie termokamer umožňuje lokalizovat pohřešované osoby, a to za nepříznivého počasí i ve složitém terénu. Policisté drony užívají také při dopravních nehodách, kde jim dron umožní na situaci nahlédnout seshora a poté v mnohem kratším čase jsou schopni určit následky nehody, počet zraněných a při vážných dopravních nehodách dron pomáhá s řešením odstranění nehody.

Hasičský sbor by také našel využití při řešení dopravních nehod a to hlavně pokud by při nehodě došlo k úniku nebezpečných látek. S dopravními nehodami také souvisí mapování zdravotního stavu osob v těžko přístupném terénu resp. při dopravní nehodě. Jako další prakticky ověřeným způsobem využití je vyhledávání ohnisek požárů a možností vyhledávat osoby v ohnisku požáru.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [19].

8.3 Vojenské použití

Hlavní výhodou využití bezpilotních prostředků je minimalizace lidských ztrát. Ve vojenském využití se pohybují drony průzkumné, tak i drony ozbrojené. Jedno z využití je, že odstřelovači skrze drony můžou kontrolovat přesnost zásahu. Drony můžou být vybaveny rušičkou a v oblasti nepřítele s přesností signál rušit, tyto drony se bez problémů dostanou i do budov.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [20].

9 MODEL

Pokud chceme realizovat vlastní bezpilotní prostředek, je nezbytné, abychom si hned na začátku stanovili priority a ujasnili si, k čemu bude daný prostředek sloužit. Dále bychom si měli říct, jaké vlastnosti by měl mít, resp. co by měl umět, kde bude používán, jakou má mít výdrž baterie, pokud je na baterie a další.

Všechny vlastnosti, které od našeho bezpilotního prostředku bude vyžadovat, by se měli promítnout do samotného modelování.

V této kapitole a následujících podkapitolách se budu věnovat modelu a modelování dronu, vhodného pro využití Hasičským záchranným sborem ČR.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [2], [7]

9.1 Vymezení problému

Díky značnému technologickému vývoji, který bezpilotní prostředky v posledních letech zažívají, můžeme nalézt u hasičských záchranných sborů velké množství případů k jejich použití.

Bezpilotním letounem jde rychle zhodnotit situace, rozložení požáru zasaženého prostoru a díky těmto informacím vést zásah efektivněji. Během krátké doby lze provést monitoring a průzkum rozlehlých a nedostupných oblastí.

UAV můžeme také využít v průzkumu a monitoringu jako náhradu za zasahujícího hasiče a tím se vyhnout přímému ohrožení zdraví a životů hasičů za cenu případných materiálních ztrát na dronu. Příkladem takového typu zásahu může být požár v petrochemickém nebo chemickém podniku, požár skladu pyrotechniky nebo výbušnin.

Další výhodou využití bezpilotního letounu hasičským záchranným sborem je, že letoun může být vybaven řadou příslušenství, které lze měnit právě podle typu zásahu a aktuálních potřeb. Takovým příslušenstvím může být například kamera, termokamera, detekční přístroje chemických látek, přístroje k měření radiace a další.

U mého návrhu je dron využit konkrétně k monitoringu a průzkumu při lesních požárech. Dron funguje jako průzkumník, kdy se díky pohledu shora zjistí rozšíření požáru, možné přístupové cesty a podle toho je možné efektivnější vedení zásahu velitelem zásahu. Dále je

vybaven termokamerou, díky které můžeme zjistit skrytá ohniska a zabránit dalšímu rozšíření požáru.

Hlavním přínosem pro jednotku požární ochrany pak je úspora času, pomoc při rozhodování o vedení zásahu, efektivnější vedení zásahu, větší šance na odhalení skrytých ohnisek požáru.



Obrázek 4: Dron s termokamerou

Zdroj: [24]

9.2 Hlavní součásti dronů

Většina dronů obsahuje stejné součásti, které jsou jen od různých výrobců, různě zkombinované a odladěné.

- **Kryt a kapota dronu**

Hlavním důvodem pro použití kapotáží je ochrana jak elektronických součástí, tak mechanických částí systému. Zlepšují aerodynamické schopnosti dronu a kromě toho v dnešní době nesmí chybět prostor pro designovou stránku, která tyto kapotáže upravuje pro dobrý výsledný vizuální dojem.

- **Ramena**

Slouží jako nosiče motorů a tvoří spojnicí mezi motory a základním celkem systému. Symetrický tvar a rozměr ramen je na místě kvůli soustředění celkové hmotnosti do středové části dronu kvůli zachování letové stability. Materiálem použitým k výrobě ramen může být například uhlíkové vlákno nebo slitina hliníku s ušlechtilým kovem. Ramena mohou být skládací, díky čemuž může být dron mnohem kompaktnější.

- **Podvozek**

Nemusí být použit u lehčích modelů, které nenesou žádné přístroje, nebo příslušenství. Používá se u těžších modelů, které mají pod základní platformou řídicí elektroniky, nebo podvěs s kamerou či nějakým neseným příslušenstvím.

- **Vrtule**

Speciálně tvarované a zakřivené zařízení, které nám slouží k přeměně rotačního pohybu na tah, nebo obráceně. Vrtule jsou pevně spojeny s motory. Všeobecně se dá říci, že čím delší vrtule, tím větší (těžší) dron unese. Stoupání vrtule, to jak je vrtule zakroucená, nám zase ovlivňuje, jak bude náš dron hbitý, rychlý a stabilní. Vyrábějí se z různých materiálů, jakými mohou být například uhlíkové vlákno, slitiny hliníku, dřevo nebo plast.

- **Motory**

Využívají se elektrické stejnosměrné nebo elektrické střídavé motory různých velikostí. Výhodou elektromotorů je poměrně nízká hladina vibrací, jednoduchá instalace i údržba. Na motor je připevněna vrtule. Dá se říci, že čím je větší bezpilotní systém, tím potřebujeme větší motor, abychom dosáhli dostatečného kroutivého momentu a otáček motoru. Nejlepšího letového výkonu je dosaženo vhodnou kombinací vybraného motoru a vrtulí se správnými rozměry.

- **Řídicí elektronika**

Základem řídicí elektroniky je co nejvíce ulehčit pilotovi práci. Skládá se z více částí, které jsou soustředěna mezi ramena dronu, kvůli vyváženosti. Jednotlivá elektronika navzájem spolupracuje a nabízí funkce, jako například ComingHome, kdy se koptéra po zmáčknutí tlačítka vrátí na svou startovací pozici.

- **Dálkové ovládání**

Používá se pro ovládání bezpilotního prostředku i neseného příslušenství, například otáčení kamery, pořizování fotografií a jiné. Ve většině případů je přenos informací uskutečněn na

vlnovém kmitočtu 2,4 GHz. Každý přístroj je spárován se svým ovladačem a nemůže tak dojít k příjmu jiných vln a pokynů.

- **Baterie**

Pro pohon prakticky všech moderních přístrojů se používá typ baterie Li-Pol, nebo-li lithium polymerová baterie. K výhodám těchto baterií patří především vysoká kapacita, nízká hmotnost, velká výkonnost a dlouhá životnost až 2000 nabíjecích cyklů. Nevýhodou je pak vyšší cena. Jako všechny baterie jsou náchylné na dlouhý pobyt v zimě nebo na vystavení ve vyšších okolních teplotách.

- **Nabíječka**

Protože jsou Li-Pol baterie náchylné na tzv. přebíjení, je správné pořídit i nabíječku, která baterie nebude poškozovat nesprávným nabíjením. Moderní nabíječky obsahují mikroprocesory, díky kterým se baterie nabíjí šetrně, ale i rychle.

- **Gimbal**

Pokud umístíme i sebelepší fotoaparát nebo kameru přímo na dron, bude ovlivněn přenesenými vibracemi a výsledný záznam nebude v dobré kvalitě. Také při větším větru nebude z důvodu naklánění vůbec jednoduché požadovaný záběr vůbec pořídit. Pro takové účely slouží gimbal, což je podvės, který slouží pro účely dodatečné horizontální i vertikální stabilizace neseného zařízení. Pro co nejnižší hmotnost jsou většinou vyráběné z karbonu a jako celek spojeny s rámem dronu přes gumové bloky, které snižují úroveň vibrací přenášených do zařízení upevněném na konci gimbalu.

- **GPS**

Díky GPS, která spolupracuje s tzv. IMU (inerciální jednotkou), drží dron svou pozici s přesností v řádech centimetrů. Slouží také pro plánovaný let, kdy letí automaticky z jedné souřadnice na druhou podle předem naplánovaného například mapování terénu.

- **Videopřenos**

Je realizován přes speciální soustavu antén umístěných na dronu a na náhledovém monitoru operátora. Data jsou většinou přenášena na frekvenci 5,8 GHz a přijímána na dálkovém ovládní operátora nebo na různých externích monitorech.

- **Doplňky**

Mezi vhodné doplňky určené ke zvýšení bezpečnosti můžeme zařadit dodatečná osvětlení pro zviditelnění dronu. Dále může být dron vybaven padáky, díky kterým můžeme dron zachránit před rozbitím, pokud by vypověděla službu elektronika a letoun se měl nekontrolovatelně zřítit.

9.3 Velikost

Dá se říci, že čím je multikoptéra větší, tím je také těžší, stabilnější, má větší nosnost. Na druhou stranu také pomalejší, hůře se s ní manipuluje a je dražší.

Pro naše účely je vhodnější větší multikoptéra, s větším a pevným rámem, která bude stabilnější, nebude tak citlivá na silnější vítr a bude lépe udržovat směr.

9.4 Nosnost

Velmi důležitý parametr je také maximální vzletová hmotnost. Je to hmotnost včetně veškerého neseného vybavení.

9.5 Doba letu

„Při úvahách o době letu je dobré vycházet z těchto několika souvislostí:

- Čím menší otáčky mají motory během letu, tím menší proud jimi protéká, a tím déle tedy trvá, než se vyčerpá energie uložená v bateriích
- Čím menší otáčky motorů chceme použít, tím větší musí být použité vrtule, aby vyvodily dostatečný vztlak pro udržení celé multikoptéry ve vzduchu
- Čím větší jsou vrtule, tím větší kroutivý moment musí motory mít
- Baterie s větším napětím (s větším počtem článků) je buď těžší při stejné kapacitě, anebo je stejně těžká, ale má menší kapacitu
- Nárůst hmotnosti způsobí větší proudový odběr a zkrácení doby letu, případně se zkrátí doba letu použitím baterií o menší kapacitě
- Čím méně motorů, tím méně hmotnosti i proudového odběru

Nejdéle se ve vzduchu udrží kvadroptéra s velkými vrtulemi, s motory majícími velký kroutivý moment a relativně malou užitečnou zátěží.“ [2]

10 VÝBĚR KLÍČOVÝCH KOMPONENTŮ

Po vyjasnění všech důležitých vlastností a požadavků na parametry našeho bezpilotního letounu, přichází na řadu výběr správných součástí.

Při výběru správných součástek musíme brát v úvahu základní informaci a tou je požadovaná nosnost multikoptéry.

Budeme tedy sestavovat kvadrokoptéru, tak jak jsem ji popsal v úvodu této kapitoly pro účely monitoringu a průzkumu při lesních požárech.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [7], [13], [14], [15], [16], [15],

10.1 Vymezení působnosti dronu při monitoringu a průzkumu při lesních požárech

- Pomoc při rozhodování o vedení požáru.
- Efektivnější vedení zásahu.
- Zjištění rozšíření požáru.
- Rychlé zjištění možných přístupových cest.
- Nalezení nejohroženějších míst, odkud zahájit zásah.
- Pomoc při dohašovací pracích.
- Odhalení skrytých ložisek požáru.



Obrázek 5: Pohled z dronu, zjištění přístupových cest

Zdroj: [25]

10.2 Základní návrh modelu

Co by měl bezpilotní prostředek umět:

1. Vzlétnout a umět se vrátit na místo vzletu
2. Pilot by měl být nadřazen všem autonomním systémům
3. Využití GPS souřadnic, možnost tvorby letového plánu
4. Vyhýbat se překážkám
5. Pořizovat a přenášet videozáznam
6. Nést příslušenství

Konstrukce bezpilotního letounu:

1. Kvadroptéra (čtyři protiběžné motory)
2. Dostatečně pevný rám (kvůli osazení příslušenstvím)
3. Doba letu minimálně 20 minut
4. Jednoduchá konstrukce, jednoduchá opravitelnost



Obrázek 6: Osvětlená kvadroptéra

Zdroj: [26]

10.3 Výběr komponent

- Rám kvadroptéry, hmotnost cca 650g
- Pevný podvozek, hmotnost cca 250g
- Čtyři motory, hmotnost cca 600g
- Čtyři regulátory, hmotnost cca 200g
- Čtyři vrtule, hmotnost cca 180g
- Baterie 6s 16000mAh, hmotnost 2030g
- Řídící elektronika + přijímač, hmotnost cca 250g
- Kabeláž a ostatní vybavení, hmotnost cca 250g

Celková váha naší kvadroptéry je okolo 4, 41 kilogramů, přičemž musíme počítat i s neseným příslušenstvím. V našem případě to bude nejčastěji fotoaparát, kamera, nebo termokamera. Příslušenství bude umístěno na gimbalu, který nesmíme zapomenout také připočítat do výsledné váhy.

- Fotoaparát, hmotnost cca 900g
- Kamera pro dron, hmotnost cca 600g
- Termokamera, hmotnost cca 600g
- Gimbal, hmotnost cca 600g

Podle odhadu je maximální vzletová hmotnost naší kvadrokoptéry 5,91 kilogramů včetně příslušenství.

Vybrané motory v kombinaci s vrtulemi by měli vytvořit minimálně dvojnásobný tah, než je celková hmotnost dronu s příslušenstvím, v našem případě by tedy měli mít celkový tah 12 kilogramů. Jeden motor by neměl mít menší tah než 3 kg.

Jako vhodnou kombinaci jsem vybral motor KW8 s vrtulí 15x4 palců s šestičláňkovou baterií s kapacitou 16000mAh. Takto skombinovaná sestava by měla vyvinout maximální tah 13,2 kg. Vznikla ještě rezerva, díky které by bylo například do budoucna uvažovat i o jiném o něco těžším neseném příslušenství.

Výpočet doby letu

Pokud vybrané komponenty můžeme použít, přistoupíme k výpočtu přibližné doby letu. Naše kvadrokoptéra má hmotnost přibližně 6 kg včetně příslušenství a je-li ve stavu, kdy pouze visí ve vzduchu, její motory vyvíjejí tah odpovídající tíze stroje. Každý motor tedy musí vyvinout tah 1500 gramů. Při takové zátěži jeden motor odebírá proud zhruba 10 A, všechny čtyři motory budou v dokonalé situaci odebírat proud 40 A. Budeme-li tedy uvažovat o jedné šestičláňkové baterii s kapacitou 16000 mAh, ze které můžeme bezpečně odebrat 80 % její kapacity, máme k dispozici 12 800 mAh. V hodinách můžeme dobu letu vyjádřit jako podíl 12,8 Ah a 40A, což je přibližně 0,32 h, to je zhruba 20 minut letu. Skutečná doba letu bude o něco kratší, kvůli větší práci, kterou budou muset motory vykonat. Také bude samozřejmě záviset na příslušenství, které bude zrovna nesené, respektive na jeho váze, a tím tíze, kterou budou muset motory překonat.

10.4 Umělá inteligence

Hlavním úkolem umělé inteligence použité v našem bezpilotním prostředku bude vyhodnocení a popřípadě potřebný zásah do letu v případě, pokud se v dráze dronu vyskytne překážka, u které by hrozil náraz a zničení. Dále by se shromažďovala data z GPS, výškoměru nebo kamery, která by pomohly umělé inteligenci vyhodnocena a dron by se mohl v případě potřeby, kdy by počítač usoudil, že už je v bateriích málo energie, vrátit na místo vzletu.

V každém případě by měl poslední slovo pilot, a pokud by usoudil, že počítač situaci špatně vyhodnotil, mohl by jeho rozhodnutí zrušit.

10.5 Náklady

Náklady na dron se samozřejmě mění s jeho velikostí a požadavky na jeho sílu k čemu bude dron sloužit, jak těžké břemena bude nosit).

Rozpis dílů:

- Kit rámu, jehož součástí je i spojovací materiál
- Kit podvozku včetně spojovacího materiálu
- Kryt pro elektroniku
- Řídící elektronika, GPS, příslušná kabeláž
- Vysílač, přijímač, nabíječka vysílače
- Vysílací a přijímací modul telemetrie včetně antén
- 4 motory
- 4vrtule + 4 náhradní
- Akumulátor, nabíječka + 2 záložní baterie (při potřebě delšího nasazení)
- Osvětlení multikoptéry
- Gimbal + souprava pro ovládání gimbalu
- Palubní kamera, video vysílač, palubní anténa, pozemní přijímač s monitorem a napájením
- Termokamera

KALKULACE KONSTRUKCE

MNOŽSTVÍ	POPIS	JEDN. CENA	ČÁSTKA
1	Kit rámu, jehož součástí je i spojovací materiál	8 000,00 Kč	8 000,00 Kč
1	Kit podvozku včetně spojovacího materiálu	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč
1	Kryt pro elektroniku	2 500,00 Kč	2 500,00 Kč
1	Řídicí elektronika, GPS, příslušná kabeláž	35 000,00 Kč	35 000,00 Kč
1	Vysílač, přijímač, nabíječka vysílače	25 000,00 Kč	25 000,00 Kč
1	Vysílací a přijímací modul telemetrie včetně antén	6 000,00 Kč	6 000,00 Kč
4	Motory	1 000,00 Kč	4 000,00 Kč
8	Vrtule + náhradní	1 500,00 Kč	12 000,00 Kč
3	Akumulátor, nabíječka + 2 záložní baterie (při potřebě delšího nasazení)	11 000,00 Kč	33 000,00 Kč
4	Osvětlení multikoptéry	1 000,00 Kč	4 000,00 Kč
1	Gimbal + souprava pro ovládání gimbalu	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč
1	Palubní kamera, video vysílač, palubní anténa, pozemní přijímač s monitorem a napájením	30 000,00 Kč	30 000,00 Kč
1	Termokamera	25 000,00 Kč	25 000,00 Kč
		Celkem	199 500,00 Kč

Tabulka 1: Kalkulace konstrukce

Zdroj: Vlastní

10.6 Školení hasičů

K létání s dronem je zapotřebí znát legislativní rámec, jak s dronem zacházet, vědět, jak se o dron starat a udržovat ho v provozu schopném stavu. Proto je zapotřebí pilota nejprve proškolenit.

Takové proškolení a získání povolení k létání s dronem vyjde zhruba kolem 25.000 Kč.



Obrázek 7: Školení hasičů

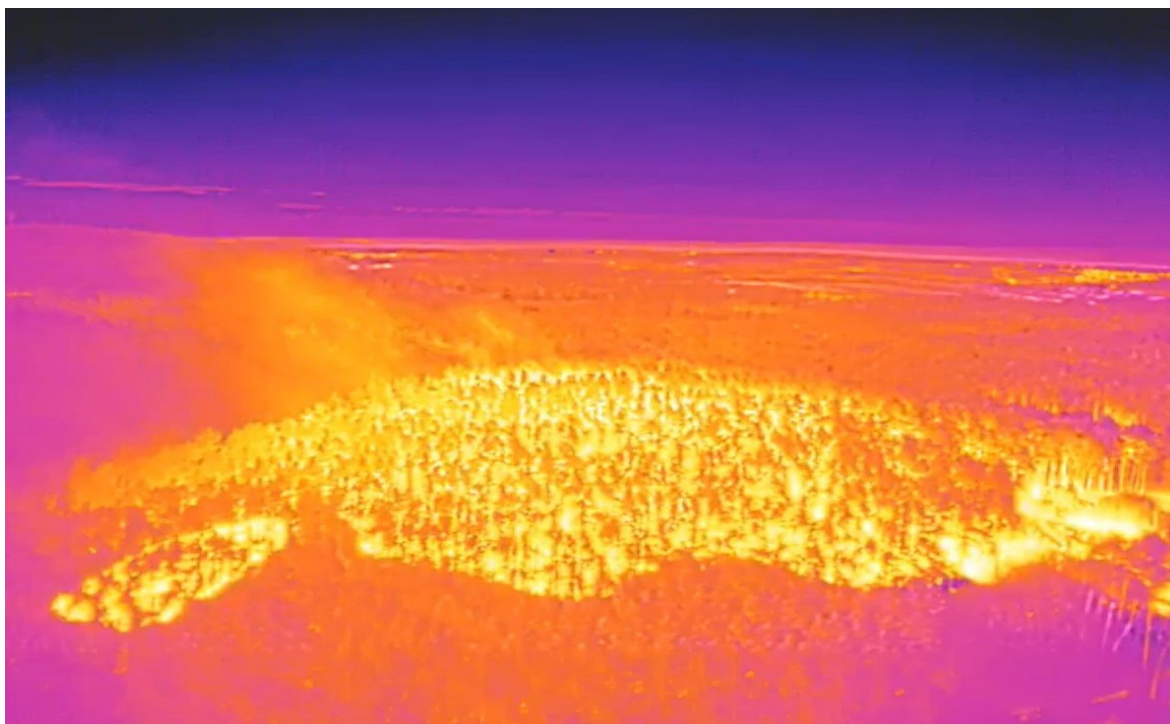
Zdroj: [27]

11 POŽÁR V PLZEŇSKÉM KRAJI

Při hašení požáru lesa 22. dubna 2019 na Plzeňsku významně hasičům pomohl dron. Stejně jako v návrhu v této práci byl osazen termokamerou, díky které zaznamenával ohniska požáru. Záběry pak byli využity piloty vrtulníky s bambivakem s vodou.

„Pro hasiče je důležité, že vidí celou oblast z nadhledu. Používáme drony s duálními kamerami. Na velkém monitoru, který hasič na zemi sleduje, tak může vidět jak klasický záběr, tak po přepnutí obraz z termokamery. Tak mohou identifikovat například ohniska požáru, kde je nejvyšší teplota. Například při hašení v lese pomocí termokamery z dronu hasič na monitoru vidí, když někde zůstanou nedohašená místa. Při pondělním požáru u Chotíkova se na základě záběrů z dronu navigovali piloti vrtulníku, kam přesně zaměřit vodu vypouštěnou z bambivaku,“ popsal ředitel SIT Luděk Šantora.“ [17]

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [17].



Obrázek 8: Pohled termokamerou na lesní požár

Zdroj: [17]

12 MOŽNÝ VÝVOJ DO BUDOUCNA

Drony v sobě ukrývají velký potenciál a každým dnem se rozšiřuje jejich možnost využití a dostává se do nových oborů, kde může být využit.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [2], [12], [18].

Výrobce Aeronex, který se již několik let specializuje na výkonné drony, představil dron, který díky propojení s hasičským vozem a napojení na hadici s vodou dokáže hasit požár přímo ze vzduchu. Takový dron by mohl být velkým pomocníkem při požárech, kdy je nutné zasahovat ve velkých výškách.



Obrázek 9: Dron od výrobce Aeronex, určený k hašení požárů ve výškách

Zdroj: [12]

Mnoho velkých společností uvažuje, jakým způsobem využít služeb, které jim mohou drony přinést a tím zefektivnit jejich firemní procesy, popřípadě zlepšit, či zatraktivnit své služby zákazníkům.

Příkladem takové mezinárodní společnosti může být internetový gigant Facebook, který chce v budoucnu zvýšit dostupnost internetových služeb v rozvojových zemích pomocí dronu, určenému k šíření internetového spojení. Další společností, která uvažuje o využití dronů, jak kvůli zatraktivnění svých služeb, tak kvůli urychlení distribuce zboží, je Amazon, který již testuje použití dronů k transportu spotřebního zboží zákazníkům.



Obrázek 10: Dron společnosti Amazon určený k dopravě balíků

Zdroj: [2]

13 VÝHODY X NEVÝHODY

Drony zatím nemají zvláště dlouho historii a neustále se vyvíjejí a posouvají dále. A asi jako všechno mají své výhody, ale také své nevýhody. Čím dál více se s postupujícím časem a s příchodem nových technologií zdokonalují.

Informace uvedené v této kapitole a podkapitolách jsem čerpal z [2].

13.1 Výhody

Hlavní výhody se odvíjejí hlavně od jejich parametrů, jako je velikost, nákladnost (nižší cena provozu), využití elektrické energie, možnost použití celé řady senzorů, nebo také bezpečnost pilota, který stojí pevně nohama na zemi.

„Mezi hlavní výhody patří:

- Výrazně levnější provoz (oproti pilotovaným strojům)
- Snadná manipulace a mobilita
- Vysoká flexibilita nasazení strojů do akce
- Možné použití na špatně přístupných místech
- Online přenos obrazu z dronu na velkou vzdálenost
- Vysoké rozlišení fotek a videí
- Potenciální výhody při pořizování specifických dat ve spojení s různými mikro senzory
- Nízká hlučnost provozu
- Využití za nízké oblačnosti
- Možné využití i v určitých interiérech“ [2]

13.2 Nevýhody

Jelikož jsou moderní drony poměrně novou záležitostí, jejich technologie se stále vyvíjejí, zdokonalují se jejich parametry a je velká snaha jejich případné nevýhody minimalizovat, či úplně odstranit.

Mezi hlavní nevýhody patří:

- Dolet
- Letový čas
- Nízká nosnost
- Nejednotná mezinárodní legislativa (jiná pravidla v každé zemi, včetně EU)

[2]

ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zaměřil na bezpilotní prostředky nazývané taky drony. Je zde popsána definice bezpilotních prostředků, jejich historický vývoj, dělení bezpilotních prostředků podle kritérií a také legislativa a právní aspekty, které je nutno dodržovat.

V úvodu praktické části se zaměřuji na jednotlivé komponenty bezpilotního prostředku a jejich vlastnosti. Z definice jednotlivých komponent lze snáze vybrat ty klíčové pro sestavení vlastního bezpilotního prostředku. Abych návrh modelu bezpilotního prostředku splnil se všemi náležitostmi, bylo třeba spočítat veškeré náklady a rozvrhnout si, jaké parametry bude model mít. Na závěr práce jsou popsány možnosti vývoje dronů do budoucnosti a jejich výhody a nevýhody.

Už v průběhu zpracování této práce byl podobný dron s obdobným vybavením, jako pomocník při požáru lesa nasazen a osvědčil se, nezbývá tedy, než takovou pomocnou sílu hasičům doporučit. Myslím si, že bezpilotní prostředky jsou oborem s velkou budoucností a velkým potenciálem využitelnosti. Za posledních pár let udělal vývoj v této oblasti obrovský skok, ale podle mě jeho možnosti nejsou ještě ani zdaleka vyčerpány.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Historie dronů aneb Bezpilotní letouny v dějinách* [online]. 2018 [cit. 2018-11-22]. Dostupné z: <https://sciencemag.cz/historie-dronu-aneb-bezpilotni-letouny-v-dejinach/>
- [2] KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ. *Drony* [online]. Brno: Computer Press, 2016 [cit. 2018-12-12]. ISBN 978-80-251-4680-4.
- [3] *MODELY A MODELOVÁNÍ* [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: https://homel.vsb.cz/~bri10/Teaching/Statistika%20II/skriptum/1_Modely_a_modelovani.PDF
- [4] *BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY VČERA, DNES A ZÍTRA* [online]. [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=1387>
- [5] *Umělá inteligence* [online]. [cit. 2019-1-15]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21468
- [6] *Umělá inteligence* [online]. [cit. 2019-1-15]. Dostupné z: <https://mvso.cz/wp-content/uploads/2018/02/Um%C4%9Bl%C3%A1-inteligence-studijn%C3%AD-text.pdf>
- [7] JURAČKA, Petr Jan. *Drony - fotografování z ptáčích perspektivy: co všechno potřebujete vědět o dronech a jejich využití pro leteckou fotografii a video*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-5787-2.
- [8] *Aktuální informace ÚCL k regulaci bezpilotních systémů v České republice* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/aktualni-informace-ucl-k-regulaci-bezpilotnich-systemu-v>
- [9] *Zákon č. 49/1997 Sb.* [online]. [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49>
- [10] *DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY* [online]. [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- [11] *Úvod do teorie systémů* [online]. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/189/01.html>

[12] *Hasiči mají novou pomoc: Dron dokáže hasit i v 85. patře a unese člověka* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://insmart.cz/hasici-maji-novou-pomoc-dron-dokaze-hasit-i-85-patre-unese-cloveka/>

[13] *Baterie 6s* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.bighobby.cz/Bighobby-NANO-Tech-16000mAh-6S-15C-d2218.htm>

[14] *KW8 PRO* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.kopterworx.com/shop/motors-gimbal-motors/kopterworx-kw-series/kw8-pro-6mm-adapter.html>

[15] *Hasiči Fosfa a.s. jsou první hasičskou jednotkou vybavenou dronem, na každé směně mají jednoho pilota* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/128700-hasici-fosfa-a-s-jsou-prvni-hasicickou-jednotkou-vybavenou-dronem-na-kazde-smene-maji-jednoho-pilota/>

[16] *DRONPRO* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/sluzby/skoleni/>

[17] JEŽEK, Petr. *Dron přesně ukázal ohniska požáru, výrazně pomohl hasičům v lese u Plzně* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/pozar-les-hasic-dron-chotikov-krkavec-vrtulnik-plameny-termokamera.A190424_472038_plzen-zpravy_vb

[18] *Amazon to myslí s rozvážkou zboží drony vážně. Navrhuje zvláštní letovou hladinu* [online]. In: [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/376354-amazon-to-mysli-s-rozvazkou-zbozi-drony-vazne-navrhuje-zvlastni-letovou-hladinu.html>

[19] KOŠTÁL, Adam. *Použití bezpilotních letadel v IZS*. Kladno, 2018. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství.

[20] *Potenciál využití dronů v Armádě České republiky | Ozbrojené složky. Ozbrojené složky* [online]. [cit. 09. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/potencial-vyuziti-dronu-v-armade-ceske-republiky>

[21] *Kettering Bug* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://owlcation.com/humanities/World-War-1-History-The-Kettering-Bug-Worlds-First-Flying-Bomb>

[22] [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.dtest.cz/clanek-5970/pravidla-bezpilotniho-provozu>

[23] *Drony do každého kraje. Policie se chystá rozšířit stávající flotilu* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/drony-policie-na-kup.A180605_095753_domaci_PAS

[24] *Drony s termokamerou točí pole: Aby sekačky nezabíjely kolouchy* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://tv.blesk.cz/video/3467706/drony-s-termokamerou-toci-pole-aby-sekacky-nezabijely-kolouchy.html>

[25] *4K Cinematic drone shot - flying over a road / Discovering a road in the middle of a beautiful forest - with cars moving* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.videoblocks.com/video/4k-cinematic-drone-shot---flying-over-a-road--discovering-a-road-in-the-middle-of-a-beautiful-forest---with-cars-moving-ssyo5mwviiq1pala>

[26] *Blade Glimpse XL s kamerou RTF bez aku* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.astramodel.cz/cz/katalog/blade/blade-glimpse-xl-s-wifi-hd-kamerou-rtf-p42383.html>

[27] *Školení hasičů v Regionálním vzdělávacím centru stavebních řemesel Jihomoravského kraje bylo zaměřeno na komíny* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/186104-skoleni-hasicu-v-regionalnim-vzdelavacim-centru-stavebnich-remesel-jihomoravskeho-kraje-bylo-zamereno-na-kominy/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UAV Unmanned Aerial Vehicle

MRS Manpack Receiving Systém

IZS Integrovaný záchranný systém

ÚCL Úřad pro civilní letectví

GPS Global Positioning Systém

IMU Inertial Measurement Unit

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kettering Bug	14
Obrázek 2: Dron pro rekreaci	17
Obrázek 3: Policejní dron	18
Obrázek 4: Dron s termokamerou.....	32
Obrázek 5: Pohled z dronu, zjištění přístupových cest.....	38
Obrázek 6: Osvětlená kvadrokoptéra.....	39
Obrázek 7: Školení hasičů	43
Obrázek 8: Pohled termokamerou na lesní požár	44
Obrázek 9: Dron od výrobce Aeronex, určený k hašení požárů ve výškách	45
Obrázek 10: Dron společnosti Amazon určený k dopravě balíků	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Kalkulace konstrukce	42
---------------------------------------	----

