

Využití dronů při ochraně neveřejného letiště

Bc. Gabriela Králíčková

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Gabriela Králíčková**
Osobní číslo: **A18629**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Využití dronů při ochraně neveřejného letiště**
Téma práce anglicky: **The Use of Drones to Protect Non-public Airports**

Zásady pro vypracování

1. Pojedejte o legislativě a právních předpisech ochrany civilního letectví.
2. Popište současné bezpečnostní prvky letiště.
3. Definujte jednotlivá ohrožení letiště v kontextu s členěním letiště.
4. Analyzujte bezpečnostní rizika v rámci vybraného letiště.
5. Minimalizujte vybraná rizika ohrožující bezpečnost letiště s ohledem na návrh koncepce zabezpečení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam doporučené literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management* I. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
2. ŠEFČÍK, Vladimír. *Analýza rizik*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. ISBN 978-80-7318-696-8.
3. HARRIS, Lee William. *Sokolnictví pro začátečníky: úvod do sokolnictví*. Libeznice: Vikend, 2008, 159 s. ISBN 978-80-86891-96-5.
4. DUDÁČEK, Lubomír. *Dopravní letiště Prahy: The airports of Prague : 1918 ? 1946*. 2. limitované vyd. Praha: MBI, 2012 191 s. ISBN 978-80-86524-16-0.
5. KARAS, Jakub. *222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4874-7.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Martin Hromada, Ph.D.
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: 9. prosince 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 29. května 2020



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

Ing. Milan Navrátil, Ph.D.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou 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;
- beru na vědomí, že 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují 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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 11.8.2020

GABRIELA KRÁLÍČKOVÁ, v.r.
.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce pojednává o pravidlech civilního letectví, možných rizicích na letištích a využití dronů při jejich prevenci a řízení. Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část popisuje legislativní rámec civilního letectví, provozu dronů a letištního pohotovostního plánování. Praktická část se věnuje identifikaci hrozeb na konkrétním letišti, popsána rizika následně analyzuje. Swot analýzou je vybrán dron vhodný pro efektivní využití na letišti.

Klíčová slova: civilní letectví, letiště, dron, riziko, analýza rizik

ABSTRAKT

The diploma thesis deals with the rules of civil aviation, possible risk at the airports and application of drone in their prevention and Risk management. The thesis is divided to theoretical a practical parts. The theoretical part describes the legislative rules of civil aviation, drone using and the emergency plans for airports. The practical part is devoted to the identification of the treats at the specific airport, it describes the risks and analyzed them. Swot analysis selects a drone suitable for efficient use at the airport.

Keywords: Civil Aviation, Airport, Dron, Risk, Risk analysis

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce, doc. Ing. Martinu Hromadovi, Ph.D. a konzultantce, Ing. Martě Blahové za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při konzultacích.

Poděkování patří i Dagmar Blažičkové, Lucii Zámečnickové a Lukáši Novotnému za přátelskou a morální podporu při studiu.

Zvláštní poděkování patří mé rodině a Šárce Štruncové za umožnění studia a neutuchající podporu.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 LEGISLATIVA A PRÁVNÍ PŘEDPISY OCHRANY CIVILNÍHO LETECTVÍ	12
1.1 Základní právní předpisy	12
1.2 Civilní letectví	13
1.2.1 Pojem letadlo, Úřad pro civilní letectví, Vzdušný prostor	14
1.2.2 Letiště a jejich provozování	15
1.2.3 Letecký personál, letecké práce a činnosti	18
1.2.4 Ochrana civilního letectví před protiprávními činy, bezpečnostní program	20
1.2.5 Prostředky sloužící k ochraně civilního letectví před protiprávními činy	22
2 PRÁVNÍ RÁMEC PROVOZU DRONŮ	23
2.1 Legislativa v ČR	23
2.1.1 Podmínky bezpečného provozu dronů	24
2.1.2 Odpovědnost	25
2.1.3 Prostory k letu	26
3 ROZDĚLENÍ DRONŮ	28
3.1 Obecná rozdělení	28
3.2 Rozdělení dle konstrukce	29
3.2.1 Drony s vrtulemi	29
3.2.2 Bezpilotní prostředky s křídly	30
3.3 Rozdělení dle účelu	30
3.3.1 Vojenské drony	30
3.3.2 Civilní drony	31
3.4 Rozdělení dle Doplnku X	32
4 LETIŠTNÍ POHOTOVOSTNÍ PLÁNOVÁNÍ	33
4.1 Letištní pohotovostní plán	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
5 NEVEŘEJNÉ LETIŠTĚ, SOUČASNÉ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY	40
5.1 Popis letiště	40
5.2 Okolí letiště	41
5.3 Provoz letiště	41
5.4 Režimová opatření, řízený vstup a vjezd do areálu	42
6 ANALÝZA BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK	44
6.1 Identifikace rizik	44
6.2 Hodnocení rizik	44
6.2.1 Metoda FMEA	44
6.2.2 Paretův diagram s Lorenzovou křivkou	45
6.3 Analýza rizik typových událostí	46
6.3.1 Vyhodnocení rizik typových událostí	47
6.4 Analýza rizik bezpečnostního nastavení	49
6.4.1 Vyhodnocení	50
6.5 Shrnutí analýzy rizik	52

7	ANALÝZA VYBRANÝCH DRONŮ	53
7.1	Dron DJI Mavic Air 2.....	53
7.2	Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	59
7.3	SWOT analýza.....	64
7.3.1	Swot analýza dronu DJI Mavic Air 2.....	64
7.3.2	Swot analýza dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0.....	67
7.4	Vyhodnocení swot analýz.....	69
	ZÁVĚR	70
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	72
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
	SEZNAM TABULEK	78
	SEZNAM GRAFŮ	79

ÚVOD

Civilní letectví má v České republice poměrně bohatou historii. Od dvacátých let minulého století na našem území vznikala různá sdružení amatérských pilotů a zároveň rostl zájem o tovární výrobu letadel. Letadla vyrobená v České republice byla vyvážena do celého světa. Nejen za druhé světové války, ale i dnes jsou čeští piloti považováni za vynikající odborníky. Velké oblíbenosti létání odpovídá i nejhustší síť letišť v Evropě. Letectví bylo vždy spojeno s novými technologiemi a zároveň zajištěním bezpečnosti. Provoz malých, ale i dopravních letadel se stal součástí našich životů. Denně jsou po celém světě přepravovány tisíce osob a velké množství nákladů. Doprava letadly jakoby neznala hranic. Letecké nehody či nehody na letištích nejsou časté. Jakákoliv letecká nehoda však s sebou často nese nejen materiální ztráty, ale i ztráty na životech. Bez systému pravidel se těžce zajišťuje jakákoliv bezpečnost. Specifikem letecké dopravy je její komplexnost. Skládá se nejen ze samotných strojů a pilotů, ale také z logistických, personálních a technických částí. Fungující celek pak dotváří systém zákonů, pravidel, postupů a předpisů, které musí být zároveň platné i mezinárodně. Každý stát s leteckou dopravou má svá zákonná pravidla, zároveň je také členem mezinárodních organizací.

Cílem diplomové práce je zařazení nového technologického fenoménu, dronů, do leteckého provozu a jejich využití při zachování základních bezpečnostních podmínek. Diplomová práce by měla zároveň odpovědět na otázku, zda je možné dronem přispět k ochraně letišť.

Úvod teoretické části je věnován legislativním podmínkám civilního letectví a provozu dronů. Z velkého množství zákonných předpisů uvádí hlavní zdroje a představuje státní instituce, jejichž činnost s letectvím souvisí. Dále vysvětluje základní pojmy, jako je vzdušný prostor, letadlo, letiště, bezpečnostní program a ochrana před protiprávními činy. Dle dvou kritérií letiště rozděljuje do skupin. Druhá kapitola se zabývá provozem dronů, vývojem legislativního rámce a s ním spojeného Doplnku X, kterým se provoz v současné době řídí. Zároveň vysvětluje specifické pojmy a názvy. Následuje kapitola se základním rozdělením dronů do jednotlivých, aktuálních kategorií. Teoretickou část uzavírá téma letištního pohotovostního plánování. Popisuje jeho roli při řízení rizik, především pak potřebu koordinované spolupráce se složkami IZS, které případně pomáhají s odstraňováním následků mimořádných událostí. Součástí kapitoly je i popis typových událostí, kterým může být letiště vystaveno. Obsah poskytnutého neveřejného pohotovostního plánu je

porovnán s předpisem o jeho sestavování. Rizika plynoucí z naplnění typových událostí jsou následně v praktické části hodnocena a analyzována.

V praktické části je představeno konkrétní letiště, jeho členění a okolí. Zároveň je popsán provoz a režimová opatření současného zabezpečení. Následně jsou identifikována rizika ohrožující letiště a spolu s riziky typových událostí jsou hodnocena a analyzována. Pro analýzy je použita metoda FMEA s využitím Paretova pravidla a Lorenzovy křivky. Rizika jsou rozdělena do skupin dle míry vážnosti rizika. Výsledky analýz jsou podkladem pro návrh nového bezpečnostního opatření pro nežádoucí a nepřijatelná rizika. Navržením použití dronů jako opatření k odstranění rizik se zabývá poslední kapitola. V ní jsou podrobně popsány dva typy dronů. Pomocí SWOT analýz jsou vyhodnoceny jejich silné a slabé stránky s přihlédnutím na příležitosti a hrozby. Z výsledků analýz a s ohledem na potřeby letiště je jeden z nich vybrán.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LEGISLATIVA A PRÁVNÍ PŘEDPISY OCHRANY CIVILNÍHO LETECTVÍ

Obecné právní nastavení fungování provozu letišť, řeší primárně Zákon č. 49/1997 Sb. o civilním letectví ve znění pozdějších předpisů. Dále jen „Zákon“. Tento zákon pak provádějí vyhlášky Ministerstva dopravy v jednotlivých částech. Předpisy Evropské unie, ve věcech civilního letectví, jsou do „Zákona“ také zapracovávány. Jedná se o podmínky zřizování, osvědčování způsobilosti a provozování letišť. Určuje podmínky pro letecké stavby, činnosti leteckého personálu a pro poskytování leteckých služeb, leteckých činností a ochrany letectví.

1.1 Základní právní předpisy

Zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška MDS č. 108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb. o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška MD č. 410/2006 Sb., o ochraně civilního letectví před protiprávními činy a o změně vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997, kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška MD č. 466/2006 Sb., o bezpečnostní letové normě, ve znění vyhlášky č. 60/2009 Sb.

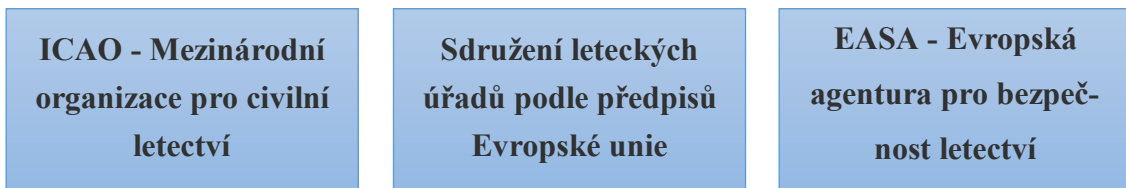
Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 250/2016 Sb., o odpovědnosti za přestupky a řízení o nich ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 255/2012 Sb., o kontrole (kontrolní řád), ve znění pozdějších předpisů.

[1]

Provozovatelé letišť jsou povinni dodržovat i letecké předpisy, které jsou v souladu s mezinárodními smlouvami. Vydávají je:



[1]

1.2 Civilní letectví

Civilním letectvím se rozumí letecké činnosti a služby pro civilní účely provozované na území České republiky civilními letadly jakékoliv státní příslušnosti a provozování civilních letišť. Civilní letectví je výrazně regulovaná činnost, správu a vnitrostátní dozor nad plněním povinností vede a řídí Úřad pro civilní letectví, dále jen „Úřad“. Tento je podřízen Ministerstvu dopravy. Spolupracuje s Evropskou agenturou pro bezpečnost letectví. [1]

Státní správu ve věcech civilního letectví vykonává dle zákona č. 49/1997 Sb. Ministerstvo dopravy, Úřad pro civilní letectví, Ústav a Úřad pro přístup k dopravní infrastruktuře. Vojenské letectví spadá pouze pod Ministerstvo dopravy. [1]

Ministerstvo dopravy mimo jiné:

- spravuje letadlové adresy přidělené ČR mezinárodní organizací;
- zajišťuje, po dobu neschopnosti vlastníka, provozování letišť;
- rozhoduje o udělení/odnětí přepravního práva dopravcům z EU;
- povoluje lety k výkonům státní správy;
- povoluje či ruší pravidelné provozování letecké dopravy;
- schvaluje předpisy pro provoz sportovních létajících zařízení a projednává jednotlivé přestupky;
- jmenuje zástupce ČR do správní rady Evropské agentury pro bezpečnost letectví;
- je dotčeným účastníkem při pořizování územně plánovacích dokumentů;
- se stává odvolacím orgánem proti rozhodnutím Úřadu. [1]

Úřad pro civilní letectví mimo jiné:

- spolupracuje s Evropskou agenturou pro bezpečnost letectví;
- určuje poskytovatele leteckých zdravotních služeb;
- rozhoduje o schválení typu výrobku, letové způsobilosti;
- vydává osvědčení o letové způsobilosti a následně ji kontroluje;
- vydává povolení k provozu letiště;
- vede evidenci letišť;
- vydává povolení k provozování letiště;
- vede evidenci leteckého personálu;
- projednává přestupky;
- je speciálním stavebním úřadem pro letecké stavby, zřizuje ochranná pásma k ochraně leteckých staveb;
- ve spolupráci s Ministerstvem obrany rozděluje vzdušný prostor;
- schvaluje bezpečnostní program letiště;
- uděluje souhlas s vnesením potenciálně nebezpečné věci do prostoru letiště a následně na palubu;
- vydává, zrušuje povolení k zajištění provádění detekčních kontrol;
- stanovuje, mění a zrušuje základní opatření k zajištění potřebné úrovně ochrany civilního letectví. [1]

1.2.1 Pojem letadlo, Úřad pro civilní letectví, Vzdušný prostor

Letadlem nazýváme zařízení, které je schopné vyvodit z reakcí vzduchu sílu, jež jej nese v atmosféře. Pro účely civilního letectví se za letadlo nepovažuje model letadla, jehož vzletová hmotnost nepřesahuje 25 kg.

Všechna letadla je třeba technicky schválit a s rozhodnout o jejich způsobilosti. O způsobilosti rozhoduje „Úřad“ na základě žádosti výrobce, případně dovozce. Letadlo, které je evidováno v jiném státě může na území České republiky létat pouze, jsou-li dokumenty schváleny. Letadlo, jehož technický a provozní stav neodpovídá požadavkům bezpečnosti létání a ochrany životního prostředí, nesmí být provozováno. V rámci mezinárodní spolupráce jsou přidělovány a spravovány letadlové adresy. Jedná se o elektronický identifikační kód, který umožňuje mezinárodní identifikaci letadel. Každé jednotlivé letadlo má přidělenou specifickou, jednoznačnou adresu. [1]

Úřad pro civilní letectví následně vede letecký rejstřík České republiky, který je evidencí letadel, jejichž provozovatelem je fyzická nebo právnická osoba s trvalým pobytem nebo sídlem společnosti v ČR. Jedná se o veřejně přístupný seznam s údaji o vlastníkově, provozovateli letadel. Rejstřík zároveň obsahuje informace o typu, výrobním čísle a technických parametrech letadla. Zápisem do leteckého rejstříku získává letadlo státní příslušnost ČR, evidována je i jeho poznávací značka. Letadla, evidovaná v letovém rejstříku podléhají následným kontrolám způsobilosti. Úřad pro civilní letectví shromažďuje a zpracovává pro bezpečnost létání rozhodující údaje o technickém a provozním stavu letadel. Jedná se zejména o záznamy o provozu letadel, tyto jsou získávány ze zpráv pilotů o jednotlivých letech, dále pak informace o činnostech údržby a případných oprav. Samozřejmostí je získávání informací o příčinách a důsledcích leteckých nehod. V rámci systému ochrany civilního letectví byl zřízen Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod. Hlavní činností Ústavu je zjišťování příčin nehod, ale i menších incidentů. Ke své činnosti využívá jednotlivé inspektory a případné znalce z technických oborů. Při zjišťování příčin nehod, odstraňování jejich následků a zajišťování důkazů inspektoři spolupracují s orgány složek integrovaného záchranného systému. Každý incident i nehoda musí být bez odkladu nahlášena. Vyšetřujícím inspektorům je třeba zajistit volný přístup k místu nehody či incidentu, k výsledkům ze strany Policie ČR, k výsledkům testů ke zjištění přítomnosti alkoholu nebo jiných návykových látek. O všech nehodách nebo incidentech inspektor zpracovává zprávu, která by zároveň měla sloužit jako podklad pro bezpečnostní opatření.

[1]

Nad územím České republiky je prostor až do výšky, kterou lze využít pro letectví, nazýván vzdušným prostorem. Za podmínek stanovených „Zákonem“ je přístupný k létání. Pro létání ve stejném vzdušném prostoru platí pro civilní, vojenská, policejní, celní letadla jednotná pravidla. Všechny lety musí být vzájemně koordinovány a prováděny v součinnosti. Prostor může být na dobu nezbytně nutnou, nebo i trvalou, omezen, případně uzavřen. Důvodem bývá aktuální obrana státu, častěji však ochrana životního prostředí a zajištění bezpečnosti.

[1]

1.2.2 Letiště a jejich provozování

Letiště je klasifikováno jako soubor leteckých staveb, zařízení a plochu, která je územně vymezená, vhodným způsobem upravená a určená ke vzletům a přistávání letadel, zároveň k pozemním pohybům letadel. Parametry takových drah nejsou striktně dány, musí však být

zabezpečena bezpečnost vzletů a přistání. Dráhy k letecké činnosti, ale také plochy k pohybům a stání letadel a stavby sloužící k zajišťování leteckého provozu, jsou označovány jako letecké stavby. Kolem leteckých staveb jsou zřizována ochranná pásma. Ty se následně dělí na pásma se zákazem dalších staveb nebo s jejich výškovým omezením. Ochranná pásma mají ochránit leteckou činnost před zneužitím nebezpečných, klamavých světelných a laserových zařízení. Na druhou stranu plní funkci ochrannou ornitologickou a hlukovou. Hluk je nepříjemnou součástí činnosti a nutné jej omezovat. Provozovatelé letišť jsou povinni zpracovávat zprávu o provozu a hlukové situaci za každý kalendářní rok. Případné překračování hygienických limitů v po sobě jdoucích třech letech může vést k zavedení přísnějších opatření. [1]

Letiště se dělí

a) Dle vybavení, provozních podmínek, základního určení na letiště

Vnitrostátní	Mezinárodní
- pro uskutečňování vnitrostátních letů, při nichž není překročena hranice České republiky	- pro uskutečňování jak vnitrostátních, tak vnitřních letů, při nichž je vnější hranice překročena.

b) Dle okruhu uživatelů letiště a jeho charakteru

Civilní		Vojenská
Veřejná - letiště přijímají, mezích své technické a provozní způsobilosti, všechna letadla.	Neveřejná - letiště přijímají letadla vlastní, nebo cizí, a to na základě přechozích dohod s provozovateli či veliteli letadel.	Tato letiště jsou určena pro potřeby především ozbrojených sil České republiky, případně jiných uživatelů. Ti musí být pověřeni Ministerstvem dopravy.

[1]

Úřad pro civilní letectví vede evidenci letišť, která je veřejně dostupná.

Mezi základní zapisované informace patří specifické označení letiště, jeho druh a datum vzniku, následuje vlastník, provozovatel a odpovědný zástupce, výpis letištních pozemků s případnými věcnými břemeny. Po zániku se uvádí i datum výmazu z evidence. Součástí povolení je schválení způsobilosti letiště. Při schvalování je zjišťováno, zda zařízení, vybavení, poskytované služby, systém a hierarchie řízení, pracovní postupy jsou v souladu s leteckými předpisy. [1] [2]

Vlastník je povinen zajistit provozování a údržbu letiště. Pokud není možné provozování zajistit, je povinen nabídnout letiště k provozování státu. Nevyhovuje-li provozní stav letiště nebo jeho části bezpečnému provozu, může Úřad rozhodnout o dočasném přerušení provozu. [1]

Provozováním činností se rozumí:

- možnost přistávání a vzletávání letadel s následným pohybem po letišti;
- letová navigační služba;
- ochrana, správa a opravy letadel;
- uskutečňování leteckých činností. Kromě samotných letů se jedná o telekomunikační, meteorologické služby, služby pomoci při pátrání a záchraně životů. Dále předletové přípravy, odbavování pasažérů a monitorování okolních letů.
- zajištění pořádku, bezpečnosti, případné záchranné a hasičské služby;
- ochrana před protiprávními činy, které by mohly mít za důsledek ohrožení bezpečnosti;
- pravidelná údržba a neustálý rozvoj letiště. [1]

Provozovat letiště mohou právnické, ale i fyzické osoby se sídlem či bydlištěm v České republice. Dalšími podmínkami je dosažení věku minimálně 18 let, způsobilost k právním úkonům, bezúhonnost a odborná způsobilost. Ta se prokazuje dokladem o dosažení středoškolského, vyššího odborného nebo vysokoškolského vzdělání v ekonomii, technických vědách, případně právu. Zásadní podmínkou je minimálně 5 letá praxe v řídicích funkcích souvisejících s oborem civilního letectví. [1]

Povolení provozování letiště může z rozhodnutí „Úřadu“ také zaniknout z několika důvodů. Důvodem může být porušování zákonných podmínek, změna předpokladů pro vydání

povolení, ale i uplynutí doby, na kterou bylo vydáno. Dnem zániku právnické osoby, případně smrti osoby fyzické povolení také zaniká. [1]

1.2.3 Letecký personál, letecké práce a činnosti

Součástí bezpečného leteckého provozu je také zajištění způsobilosti leteckého personálu. Jsou jimi osoby, které se účastní samotného letu na palubě letadla a vykonávají činnosti, které mají zabezpečit bezpečnost a ochranu ostatních osob. Jedná se o výkonné letce, obsluhující personál a pozemní letecký personál. Zákon určuje osobu odpovědnou za provedení letu a tou je velitel. V rámci této odpovědnosti může velitel ukládat všem osobám, účastnícím se letu, příkazy. Příkazy musí být uposlechnuty. Úřad pro civilní letectví vydává průkazy o způsobilosti a vede evidenci veškerého personálu. Průkaz je vydán na základě prokázání odborné způsobilosti, u cizích státních příslušníků může být průkaz uznán. Zkoušku odborné způsobilosti může získat žadatel, který dosáhl potřebné kvalifikace, absolvoval předepsanou výuku a následný výcvik. České úřady vyžadují také znalost českého jazyka. Velmi důležitou, ochrannou, součástí leteckého provozu obecně je zdravotní způsobilost. [1]

Se zdravotní způsobilostí souvisí také stanovení pravidel pro určení:

- maximální doby ve službě,
- doby letové služby,
- doby samotného letu,
- minimální požadavek na odpočinek včetně odpočinku při překonávání více časových pásem.

Každý dopravce je povinen pro členy posádky zajistit dodržování limitů stanovených bezpečnostní letovou normou. [1]

Zároveň po dobu minimálně 15 měsíců uchovávat záznamy:

- o době služby,
- o době letové služby,
- o době letu a jejích případných prodloužení,
- o době odpočinku a jejím případném přerušení. [1]

Členové posádky jsou povinni uvedené limity dodržovat. Pokud pracují pro více leteckých společností, je jejich povinností, před plánováním letu, předkládat záznamy o činnostech. Pokud si je člen posádky vědom, že by vlivem únavy nebo zhoršeného zdravotního stavu mohlo dojít k ohrožení bezpečnosti letového provozu, musí tuto skutečnost ohlásit. [1]

Letecké práce a letecké činnosti

S vlastnictvím letiště jednoznačně souvisí provádění leteckých činností, které se dělí na obchodní leteckou dopravu a letecké práce spojené s dalšími leteckými činnostmi. Obchodní letecká doprava se rozděluje na pravidelnou a nepravidelnou, vnitrostátní a mezinárodní. Leteckým dopravcem je osoba, která má dostatečná oprávnění provozovat dopravu osob, zboží, zavazadel a zvířat za úplatu. Letecké práce jsou činnosti, při kterých je letadlo využíváno za úplatu při vyhlídkových letech, při výuce na leteckých školách. Mezi tyto práce patří i činnosti pro potřeby státu při přepravě ústavních činitelů. Obojí jsou provozovány na základě zákonných podmínek a povolení od Úřadu pro civilní letectví. [1]

Mezi tzv. další letecké činnosti patří létání pro vlastní potřebu, rekreační a sportovní létání a veřejná letecká vystoupení. Lety provádí fyzická nebo právnická osoba se všemi vyžadovanými povoleními. Rekreační a sportovní létání není uskutečňováno za účelem zisku. U rekreačního létání platí omezení určující podmínky létání pouze s letadly se vzletovou hmotností menší než 5,7 t a maximálním počtem sedadel pro cestující menším než 9. [1]

Sportovním létajícím zařízením je maximálně dvoumístné letadlo, kluzák, ultralehký letoun, ultralehký vrtulník, případně sportovní padák. Veřejná letecká vystoupení lze provozovat pouze se souhlasem „Úřadu“. Stejně jako u letadel, tak je i u sportovních létajících zařízení veden jejich rejstřík s uváděním vlastníků, registračních značek v České republice a datem osvědčení letové způsobilosti. [1]

Provozovatelé všech leteckých činností mají řadu povinností. Nejdůležitější je dostatečná odbornost pilotů a povinnost létat s technicky způsobilým strojem dle pravidel létání. Musejí dodržovat aktuální pokyny letové služby a docházet na pravidelné zdravotní prohlídky. Mají také práva, mohou z přepravy vyloučit osoby, zvířata, náklad, předměty a látky, jejichž přeprava by mohla bezpečnost letového provozu ohrozit. [1]

1.2.4 Ochrana civilního letectví před protiprávními činy, bezpečnostní program

Každá osoba, která vstupuje do míst, která nejsou na letištích určena pro veřejnost, je povinna se při vstupu i následném pobytu v nich řídit předpisem upravujícím ochranu civilního letectví. Předpis obecně stanovuje, že je třeba si počínat s náležitou obezřetností a dbát na to, aby chováním nebylo civilní letectví vystaveno nebezpečí spojeného s bezpečnostními riziky, ale i možností spáchání protiprávních činů. Fyzické i právnické osoby, které zajišťují ochranu civilního letectví, jsou oprávněny vydávat vstupujícím a zdržujícím se osobám přiměřené příkazy. Příkaz může mít ústní, ale i písemnou formu a vyzývá osoby ke způsobu chování, které se vyvaruje nebezpečným situacím. Pokud není uvedené chování zajištěno, musí osoba prostory opustit. Při vstupu osob do neveřejných míst je prováděna detekční kontrola. Kontrolující osoba je povinna výhradně sledovat pouze účel kontroly a šetřit důstojnost člověka. Z tohoto důvodu provádí ruční prohlídku vždy osoba stejného pohlaví. [3]

Pokud do neveřejného prostoru vstupuje osoba bez doprovodu ze strany provozovatele letiště, musí být uznána jako spolehlivá. Ověření spolehlivosti provádí Úřad na základě žádosti a ověření poté platí po dobu 5 let. Pro osoby vykonávající službu u Policie ČR, Hasičského záchranného sboru, Celní správy, Vězeňské služby, GIBS, BIS, Úřad pro zahraniční styky a informace, platí výjimka. Ta platí také pro držitele platného dokladu o bezpečnostní způsobilosti nebo pro osoby s osvědčením dle zákona, který upravuje ochranu utajovaných informací. Jedná se o zákon č. 412/2005 Sb. Tyto osoby jsou spolehlivé již ze zákona. Žádost obsahuje osobní údaje, čestné prohlášení o pravdivosti a výpis z evidence rejstříku trestů. [4]

Podmínka spolehlivosti se skládá z určení bezúhonnosti a důvěryhodnosti.

Za bezúhonnou se v tomto případě považuje fyzická osoba, která nebyla pravomocně odsouzena za úmyslný trestní čin, nebo za nedbalostní trestní čin spáchaný v souvislosti s výkonem činností souvisejících s provozem letiště, poskytováním leteckých služeb a dalších činností leteckého personálu. O bezúhonnosti rozhoduje „Úřad“. Za důvěryhodnou se považuje fyzická osoba bez tzv. specifických rizik. Za ty jsou považovány již jen podezření, že její soukromé, pracovní a společenské chování a styky mohou vystavit civilní letectví nebezpečí protiprávního činu. Z důvodu práce s případnými utajovanými informacemi posuzuje důvěryhodnost Policie ČR. [1]

Uvedené povinnosti dbát pokynů osob zajišťujících ochranu civilního letectví a zjišťování spolehlivosti u osob vstupujících bez dozoru do neveřejných míst, plátí pro všechny typy letišť. Neveřejná letiště se s velkým počtem cizích osob nesetkávají, ale i přesto musí podmínky dodržovat. [1]

Bezpečnostní program letišť

Provozovatel letiště je povinen disponovat bezpečnostním programem, který musí odpovídat předpisu Evropské unie upravujícího ochranu civilního letectví před protiprávními činy. O jeho schválení žádá Úřad provozovatel. Pokud program obsahuje opatření zajišťující dostatečnou úroveň ochrany, je Úřadem schválen. [1]

Předpis EU stanovuje, že provozovatel musí prostor letiště rozdělit dle druhu uplatňovaných bezpečnostních opatření na jednotlivé, vyznačené části. Dále musí zajistit:

- a) Provádění kontrol osob a vozidel, které do prostorů letiště vstupují a vjíždějí.
- b) Systémové vydávání povolení k vjezdu vozidel a identifikačních karet osob.
- c) Detekční kontroly jednotlivých cestujících, jejich zapsaných, ale i kabinových zavazadel.
- d) Detekční kontroly ostatní osob, odlišných od cestujících, a jimi vnášených věcí.
- e) Detekční kontroly osob pracujících pro leteckého dopravce a jejich věcí.
- f) Celkovou ostrahu letiště.

Provozovatel letiště tak napomáhá leteckým dopravcům či jednotlivým posádkám zajistit dodržení bezpečnostního předpisu i na palubách letadel. Každý účastník letového provozu musí mít informace o principech bezpečnostních prohlídek na vyžádání k dispozici. [1]

Zvláštní situace nastává, pokud je třeba vnést na palubu letadla věc, jejíž vnášení je předpisem zakázáno. Často se jedná o sportovní zbraně a chemické látky. O možnosti nestandardní zavazadlo převážet rozhoduje „Úřad“, který případně následně vydává povolení. Je posuzováno fyzikální, chemické vlastnosti a použití, které nesmí představovat ohrožení civilního letectví. Pokud je souhlas udělen, věc musí být umístěna do uzavíratelného, neprůhledného obalu a opatřena plombou či specifickým číselným kódem. [1]

Bezpečnostní programy mají svá jasně daná pravidla a náležitosti. Jednotlivá letiště si je mohou následně upravovat dle vlastních potřeb. Neveřejná letiště mívají bezpečnostní program jednodušší než ostatní letiště. [1]

1.2.5 Prostředky sloužící k ochraně civilního letectví před protiprávními činy

Prostředky sloužící k ochraně civilního letectví, užívané při provádění detekční kontroly musí splňovat požadavky na odhalovací schopnosti, technické nastavení a provozní zabezpečení. Za tyto skutečnosti odpovídá fyzická nebo právnická osoba, která detekční kontroly zajišťuje. Mezi detekční prostředky patří také užití psa k odhalení výbušnin. Ve většině případů tento úkol plní psi Policie ČR nebo Armády České republiky. Bezpečnost okolí letišť zajišťují, mimo technické prostředky, speciálně vycvičení dravci. [5] [1]

Při schvalování prostředků sloužících k ochraně letectví je postupováno, do jisté míry, individuálně. Posuzují se především místní podmínky a statut letiště. Na každém letišti může dojít k bezprostřednímu akutnímu ohrožení, neveřejná letiště nevyjímaje. Pokud tuto skutečnost provozovatel letiště zjistí, musí bezodkladně přijmout mimořádná opatření. Mezi ně nejčastěji patří:

- a) zpřísnění provádění namátkových kontrol na letišti;
- b) zpřísnění podmínek pro vstup či případný vjezd do prostoru letiště;
- c) zpřísnění detekčních kontrol všech osob, pohybujících se po letišti a jejich zavazadel;
- d) posílení ostrahy;
- e) omezení nebo úplné zastavení provozu letiště.

O změnách je provozovatel povinen informovat Úřad pro civilní letectví, které je případně schválí. [1]

Shrnutí legislativy a právních předpisů

Česká republika má nejhustší síť letišť v Evropě, což se odráží v obsáhlosti uvedených zákonů, ale i dalších předpisů, vyhlášek a nařízení. V první kapitole byl zpracován základní přehled legislativních podmínek civilního letectví, platný pro všechna letiště. Zároveň byly vysvětleny letecké pojmy jako letadlo, vzdušný prostor a popsány činnosti hlavních státních úřadů. V souvislosti s bezpečností letového provozu byla popsána ochrana před protiprávním jednáním a bezpečnostní program letišť. Letiště byla rozdělena do skupin dle typu provozu.

2 PRÁVNÍ RÁMEC PROVOZU DRONŮ

V minulých desetiletích docházelo k rozvoji provozu ultralehkých letadel. Na tuto novinku bylo třeba reagovat novými zákonnými normami a předpisy. Původní rarita se postupem času stala bezpečnou a běžnou součástí letového provozu.

Nyní se situace opakuje se vzrůstající oblibou dronů. Oproti ultralehkým letounům jsou však cenově dostupnější. I dříve se v okolí letišť nebo přímo na nich pohybovali letečtí modeláři. Tito většinou pochází z leteckého prostředí, nebo s ním mají úzký kontakt, a mají tak podvědomí o základních podmínkách a celkovém systému. Tento postupem času převedli i do svého systému pravidel. Z těchto důvodů nebylo třeba modelářskou činnost regulovat více než v rámci občanského zákoníků a jiných platných norem. Drony mají s modely letadel společný jev, a to fakt, že pilot není fyzicky přítomen v kabině. Psychologicky tak necítí obavu o své zdraví či život. Technicky nemůže plně vyhodnocovat okolní letový provoz. Drony v současné době navíc neprochází náročnými certifikačními postupy. Proto není možné jejich spolehlivost úředně zaručit. Dochází tak k celkovému rozporu mezi principy, kdy se dlouhodobá regulace podmínek létání letounů setkává s nesystémovým nárůstem provozu dronů ve stejném vzdušném prostoru. Specifikem uživatelů dronů jsou nyní snahy o působení mimo letiště či volné prostranství. Uživatelé chtějí drony užívat v zastavěných oblastech a městech, kde může docházet k novým rizikovým situacím. [6]

2.1 Legislativa v ČR

Jakýkoliv provoz ve vzdušném prostoru České republiky podléhá Zákonu č. 49/1997 Sb. o civilním letectví ve znění pozdějších předpisů, dále jen „Zákon“, jak bylo uvedeno v první kapitole diplomové práce. Dne 1. 3. 2012 byl v platnost uveden Doplněk X předpisu L2, který zavedl pojem bezpilotní letadlo. Došlo tím k jasnému oddělení aktivit modelářů od využití dálkově ovládaných strojů.

V rámci tohoto doplňku jsou vysvětleny pojmy:

Autonomní letadlo, které neumožňuje jakýkoliv zásah pilota do řízení jeho letu.

Model letadla. Hlavní charakteristikou je neschopnost nést člověka na palubě. Využívá se především pro soutěžní, sportovní a rekreační účely.

Bezpilotní letadlo s uváděnou zkratkou UA, které je určené k provozu bez pilota na palubě a v kontextu Doplňku X se jedná o bezpilotní letadla kromě modelů letadel. Jejich vzletová hmotnost nepřesahuje 25 kg.

Bezpilotní systém se užívanou zkratkou UAS. Jedná se o systém skládající se z bezpilotního letadla a dalších prvků umožňujících let. Před platností Dodatku X byla mezinárodně uváděna zkratka UAV. Nyní je nejvíce používán z angličtiny převzatý název dron. Jedná se prakticky o synonyma. Pro další účely diplomové práce bude užíván pouze pojem dron.

Provoz dronů musí být v souladu i s dalšími právními předpisy - Zákon č. 310/2006 Sb. o nakládání s bezpečnostním materiálem, ve znění pozdějších předpisů. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů. Dále pak Zákon, ve č. 245/2001 Sb. o vodách, ve znění pozdějších předpisů a v neposlední řadě stanoviskem Úřadu pro ochranu osobních údajů č. 1/2013 a Zákonem č. 110/2019 Sb. o zpracování osobních údajů, ve znění pozdějších předpisů. [6] [7]

2.1.1 Podmínky bezpečného provozu dronů

Zachování bezpečnosti je podmíněno letem jen takovým způsobem, aby nedošlo k ohrožení osob a majetku na zemi a životním prostředí. Pokud hrozí uvedené ohrožení, musí mít pilot dronu vždy možnost takový let bezpečně ukončit. Některé drony jsou vybaveny vestavěným systémem, který při poruše samotného stroje provede ukončení letu. Při použití takového automatického systému není pilot zbaven odpovědnosti za provádění letu. Pilot nesmí dron řídit a současně se pohybovat pomocí jakéhokoliv technického zařízení. Let musí být vždy a za všech okolností provozován za dodržení podmínky trvalého vizuálního dohledu pilota.

Dodržením bezpečné vizuální vzdálenosti je zabezpečeno průběžné vyhodnocování dohlednosti, případných překážek a celkového letového provozu v okolí. Takto vedenému provozu byl stanoven název Visual Line of Sight, se zkratkou VLOS. Určuje maximální možnou přímou vzdálenost od pilota, ve které může dron provozovat. Tento parametr je základem pro povolení k létání dronu, které vyžaduje Úřad pro civilní letectví. [6] [7] [8] [9]

2.1.2 Odpovědnost

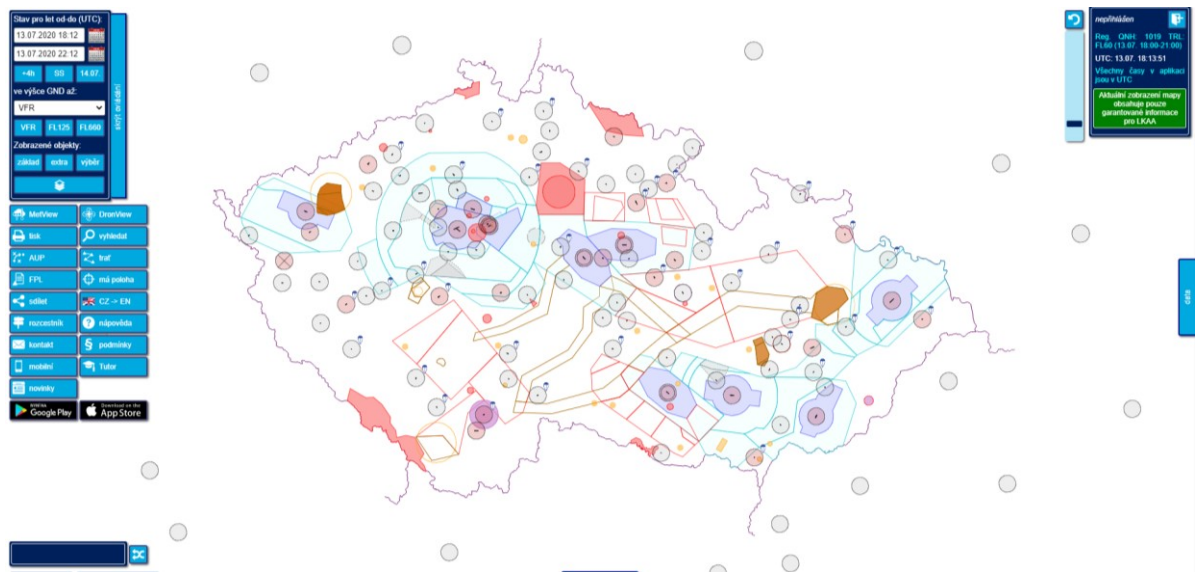
Osoba, která dron dálkově řídí, a to bez ohledu na případnou automatizaci řízení, nebo jej vypustila do vzdušného prostoru, se stává za bezpečný let odpovědnou. Tato osoba odpovídá za to, že bude dron používán pouze k účelu, pro který byl navržen, vyroben a schválen. U dronů se vzletovou hmotností vyšší než 20kg nebo těch, kterými bude provozována výdělečná, experimentální nebo výzkumná činnost, vede Úřad pro civilní letectví jejich evidenci a zároveň evidenci samotných pilotů. Pokud je dron využíván pro rekreační a sportovní činnost, není potřeba jej evidovat, ale není možné s ním provádět činnosti jiné. Pro úspěšnou evidenci pilota a získání povolení k létání je potřebné prokázat základní schopnosti a dovednosti bezpečného řízení dronu spojené i s testem teoretických znalostí. Důležitou součástí získání povolení k létání je sjednání pojištění odpovědnosti za škody způsobené provozem letadel. V principu se jedná o obdobné pojištění jako povinné ručení u automobilu. V současné době je nabízeno pojišťovnami Allianz, a.s.; Kooperativa pojišťovna, a.s. ČSOB pojišťovna a.s. Generali Česká pojišťovna, a.s. a ERV – Evropská pojišťovna, a.s. [6] [8] [9]

Dále platí, že řízení letu by nemělo být předáno další osobě. Každý let musí být zaznamenán do deníku s uvedením data, kdy byl uskutečněn, jména odpovědné osoby, místa vzletu, celkové doby letu a následného přistání. Pokud odpovědná osoba vlastní více dronů, vede pro každý z nich deník s číselným označením dronu zvlášť. Dron musí být označen pomocí ohnivzdorného štítku s uvedením kontaktních údajů provozovatele. Doporučuje se uvádět i případné události, které mohly bezpečnost letu ovlivnit. Odpovědná osoba nebo vlastník dronu jsou povinni umožnit kontrolu ze strany Úřadu pro civilní letectví. Pro užívání dronu je nutné jej udržovat v letu způsobilém stavu, za tuto skutečnosti odpovídá jeho vlastník. [6] [8] [9]

2.1.3 Prostory k letu

Let dronu smí být v letištní zóně nebo oblasti s povinným radiovým spojením prováděn v rozpětí 5,5 km od vztažného bodu řízeného letiště do výšky 100 m nad zemí. Za hranicí 5,5 km může dron vystoupat až do výšky 300 m. Zároveň musí být dodrženo meteorologické minimum, při kterém je třeba vždy létat vně mraků a to do 300 m vertikálně a 1500 m horizontálně. Obecně platí, že lety nesmí být uskutečňovány v zakázaných, nebezpečných, vyhrazených a rezervovaných prostorech, mezi které patří ochranná pásma podél nadzemních dopravních staveb, nadzemních pásem inženýrských a telekomunikačních sítí. Dále pak v okolí vodních zdrojů a objektů pro obranu státu. Ve výjimečných případech může ÚCL let nad těmito prostory povolit. V průběhu vzletu či přistání se dron nesmí přiblížit k jakékoliv osobě na horizontální vzdálenost menší než 50 m. V průběhu letu je pak zakázáno se k jakékoliv osobě, technickém prostředku a stavbě přiblížit horizontálně blíže než 100 m a k jakémukoliv hustě osídlenému prostoru horizontálně méně než 150 m. ÚCL může pro osoby zapojené do provozu dronů povolit výjimku. V povolených prostorech je zakázáno dronem přepravovat nebezpečné látky či zařízení a cokoli shazovat. Předpis tím předchází způsobení obecného ohrožení. [8] [9]

Přehled citovaných omezení poskytuje aplikace AiSView, kterou spravuje Řízení letového provozu pod Úřadem pro civilní letectví. K dispozici je na webových stránkách <http://aisview.rlp.cz> s možností stáhnutí i do mobilního telefonu. [6] [9]



Obr. 1 - Ukázka zobrazení letových omezení v České republice [10]

Shrnutí legislativních podmínek provozu dronů

Druhá kapitola se zabývala vývojem legislativních pravidel a vysvětlila pojem Doplněk X, který je platnou normou v užívání dronů. Dále byly uvedeny specifické názvy, které jsou v souvislosti s drony používány. Provoz dronů na letištních má svá pravidla, která byla, spolu s odpovědností, také vysvětlena. Předpisy pro civilní letectví jsou ve většině zemí podobné. Jednotná regulace provozu dronů však zatím chybí. Legislativní nařízení budou muset vždy reagovat na další technologický vývoj dronů.

3 ROZDĚLENÍ DRONŮ

Drony můžeme třídit dle řady aspektů či požadavků. Každý určitý pak může spadat do více kategorií. Pro účely této práce bude rozdělení spíše základní, související s potřebami ochrany neveřejného letiště.

3.1 Obecná rozdělení

Vývoj dronů je neustálý, místo prvotních objemných a těžkých strojů se dnes setkáváme se stroji, které je možné přenášet v ruce.

- **rozdělení dle hmotnosti a rozměrů.**

Základním dělení je na těžké, vážící až tunu, střední a lehké s váhou desítek kilogramů a rozměry ve stovkách centimetrů, mikro s váhou v jednotkách kilogramů a nano, které váží desítky gramů a měří centimetry. [11]

- **rozdělení dle výkonů**

Dle doby letu na:

- nízkou s dobou doletu do 5 hodin,
- střední s dobou doletu mezi 5 – 24 hodinami,
- vysokou, kdy je dron schopen letět více než 24 hodin. [11]

Dle doletu na:

- malý (menší než 100 km),
- střední (100 - 400 km),
- střední až velký (400 – 1 500 km),
- velký (větší než 1 500 km). [11]

Dle maximální výšky letu na:

- nízkou (menší než 1 km),
- střední (1 – 10 km),
- vysoká (větší než 10 km). [11]

3.2 Rozdělení dle konstrukce

Kategorizace dle konstrukce je v diplomové práci zjednodušená a drony rozděleny na:

3.2.1 Drony s vrtulemi

Drony s vrtulemi fungují, podobně jako helikoptéry, na základě přenosu energie vrtulového pohonu. V literatuře jsou uváděny také jako multikoptéry. U vrtulových strojů je důležitý tzv. točivý moment. Ten je u helikoptér kompenzován ocasní vrtulí. Drony využívají sudý počet vrtulí v jedné úrovni a točivý moment dorovnávají rozdílným točením dvojic vrtulí. Jedna polovina se točí jedním směrem a druhá opačným. Počet užitých vrtulí určuje názvy dalších jednotlivých typů. [6]

- Trikoptéry

Jsou specifickým typem, který nesplňuje zmíněnou podmínku sudého počtu vrtulí, rotorů. Rotory s vrtulemi se točí vždy dvě jedním směrem a jedna směrem opačným. K vyrovnání točivého momentu dochází naklápěním zadní vrtule. [6]



Obr. 2 – Trikoptéra [12]

- Kvadrakoptéry, Hexakoptéry, Oktokoptéry

Jedná se o nejčastěji používané multikoptéry. Jejich konstrukce se skládá ze sudého počtu ramen a točivý moment je vyrovnávám způsobem popsáním výše. Směr letu je umožněn pomocí změny, snížení, otáček sousedících rotorů. Kvadrakoptéry mají 4 rotory, Hexakoptéry 6 a Oktokoptéry 8 rotorů. Vyšší počet rotorů zvyšuje riziko poškození a dron působí křehce. [6]



Obr. 3 – Kvadrakoptéra [13]

3.2.2 Bezpilotní prostředky s křídly

Tyto stroje fungují na podobném principu jako klasické letouny, a to na využívání vztlaku vzduchu. Díky tomu je šetřena energie pro udržení ve vzduchu, na druhou stranu je však prakticky nemožné stroj udržet na místě. Z toho důvodu nemohou být využívány pro statické sledování změn v určitém prostoru. [6]

3.3 Rozdělení dle účelu

Konstrukčně rozdílné typy dronů mohou být využívány ve dvou základních odvětvích. Ve vojenském a civilním. Civilní se pak dále člení na státní, komerční a soukromé typy.

3.3.1 Vojenské drony

Jak již z historie vyplývá, za technické pokroky lidstvo často vděčí vojenským konfliktům. I za vznikem dronů stála snaha ovládat letouny dálkově a předcházet tak ztrátám na životech. Již Nikola Tesla, Achribald Montgomery Low a další se snažili projektovat dálkově ovládané stroje a zbraně. Ve třicátých letech 20.tého století sloužily bezpilotní prostředky s přezdívkou Queen Bee – Včelí královna jako cvičné terče britského královského námořnictva.

Vývoj dronů pro vojenské účely plynule pokračuje a stávají se tak základními vojenskými prostředky. Konstrukteři chtějí dosahovat možnosti dlouhých letů. Drony bývají osazeny nejen snímací technikou, ale i zbraněmi. [14] [15]



Obr. 4 - Queen Bee [16]

3.3.2 Civilní drony

Od vojenských se výrazně liší cenou a samozřejmě využitím. Ve státní správě jsou využívány u složek IZS, Horské služby, ale i ve školství při vědeckých a výzkumných projektech. Pro osobní účely jsou drony pořizovány zejména z důvodu zajímavých možností záběrů pro fotografie a videa. Drony jsou využívány ve stavebnictví, zemědělství i u realitních zprostředkovatelů. Jak již bylo popsáno v úvodu legislativních podmínek provozu dronů, je využívání těchto dronů nejvíce rizikové. Drony se stávají finančně dostupným a jejich používání je umožněno prakticky každému. [17] [18]

3.4 Rozdělení dle Doplnku X

Doplněk X je součástí leteckého předpisu L2 a zavádí další možnosti rozdělení.

Tab. 1 - Rozdělení dronů dle Doplnku X [8]

maximální vzletová hmotnost	≤ 0,91 kg		> 0,91 kg a < 7 kg	
účel použití	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné
požadavek				
7- 25 kg			> 25 kg	
rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	bezpilotní letadlo provozované mimo dohled pilota

Shrnutí rozdělení dronů

V kapitole pojednávající o rozdělení dronů byla použita základní kritéria pro jejich dělení. Drony se dynamicky vyvíjejí. Každá ze společností, zabývajících se jejich vývojem postupně přichází s novinkami. Je dosahováno stále menších rozměrů, nové typy baterií dovolují delší dobu letu. Zároveň dochází ke změnám v používaném softwaru a aplikacích, které slouží k dalšímu zpracování pořízených informací. Tomu bude v budoucnu také odpovídat jejich další dělení.

4 LETIŠTNÍ POHOTOVOSTNÍ PLÁNOVÁNÍ

Pohotovostní plánování na letištích slouží k přípravě na zvládnutí mimořádných událostí, které mohou na kterémkoliv letišti, ale i v okolí nastat. I přesto, že popisuje spíše následné reakce na mimořádné události, jeho přínos je nenahraditelný a je důležitým prvkem sloužícím k zajištění bezpečného provozu. Hlavním důvodem je vždy snaha minimalizovat následky mimořádných událostí. Ty mohou ohrozit provoz letadel, způsobit škody na majetku i životním prostředí, ale především způsobit ztráty na životech a zdraví. Výsledkem činností je plán, který popíše a stanoví odpovědnosti a postupy, které budou koordinovat jednotlivé zásahy. Samotná letiště pak mají možnost vyzkoušet reakce a průběh činností zainteresovaných složek na zvláštních cvičeních. Úřad vydává zpracování obecných postupů. Jednotlivá letiště jsou povinna vytvářet a případně aktualizovat vlastní Letištní pohotovostní plán. Každé z nich totiž může čelit rozdílným rizikům. [19]

4.1 Letištní pohotovostní plán

Letištní pohotovostní plán je dokument, který slouží k zajištění koordinace a bezproblémové komunikace mezi letištními a mimo letištními složkami. Jeho struktura není stanovena přímým předpisem, který doporučuje základní body obsahu. Z bodů pak lze libovolně sestavit celou strukturu. Základem předpisem je letecký předpis L14. [20]

Plán by měl obsahovat:

- a) Účel a specifikací konkrétního letiště.
- b) Typy předpokládaných událostí.
- c) Plány jejich řešení.
- d) Složky, které budou do plánu a následných činností zahrnuty a budou spolupracovat.
- e) Určení odpovědností a případných úkolů každého útvaru. Stanovení pohotovostního operačního střediska s místem velení pro každý typ události.
- f) Jména určených osob či funkcí a jejich telefonní čísla.
- g) Mapu letiště a okolí.

Složky zásahu a jejich komunikační struktura

Jednou ze základních podmínek efektivního řešení typových událostí je dobrá komunikace mezi jednotlivými složkami. Při navrhování komunikačních struktur je třeba se zaměřit na jednotlivé složky, které se na případném zásahu budou podílet. Každá má svou oblast, ve které působí.

- a) Základní složkou je poskytování informací leteckému prostoru pomocí služeb RADIO, AFIS a zplnomocněné osoby zastupující provozovatele letiště. Tato odpovědná osoba koordinuje činnosti, vydává příkazy provozovatelům leteckých společností, cestujícím a dalším uživatelům provozu letiště.

Odpovědná osoba bývá u větších letišť nahrazená centrálním bezpečnostním dispečinkem, který má stejné pravomoci a navíc slouží i jako ohlašovna typových událostí, pokud letiště není přímo napojeno na dispečink Policie ČR.

Mezinárodní letiště stanovují i Řídicí štáb, který také koordinuje jednotlivé složky letiště, následně přebírá odpovědnost za likvidaci následků a obnovení provozu.

- b) Policie ČR

Tato bezpečnostní složka státu má při typových událostech odpovědnost za koordinaci stanovených opatření a případné řešení protiprávních činů. V určitých případech zajišťuje dohled nad osobami, které by způsobily protiprávní čin nebo jsou jinak nebezpečné. [6]

- c) HZS letiště

Hasičský záchranný sbor slouží jako hlavní ohlašovna požárů, dále nese odpovědnost za práce spojené se záchranou životů a ochranou majetku.

- d) Ostraha bezpečnosti letiště

Vybraná letiště si kontrolují vstupy a vjezdy do svých neveřejných částí, stráží si perimetr letiště a tuto strážní a hlídkovou činnost zabezpečuje ostraha bezpečnosti letiště. V případě vzniku typové události spolupracuje s Policií ČR a zajišťuje místo události nebo udržuje pořádek v prostorách letiště.

- e) Proškolené osoby a externí pracovníci

Řadoví zaměstnanci i externí pracovníci prochází školeními, které mají za úkol získání teoretických znalostí a mohou tak být užitečnými pomocníky při zásahu.

f) Řízení letového provozu

Zvláštní složkou je služba řízení letového provozu. Ta předává informace posádkám ostatních letadel, případně odklání jejich lety na jiná letiště. Zároveň vyhláší typovou událost po nahlášení žádosti od posádky postiženého letadla.

Úkolem Letištního poplachového plánování je správné nastavení informačních toků přes tři základní uzly. Policii ČR, HZS ČR a bezpečnostní dispečink. Provozovatel letiště musí rozhodnout o způsobu komunikace při typové události a o styčné osobě či složce a také za bude komunikace probíhat centralizovaně nebo decentralizovaně a kdo bude informace dostávat. [19] [20]

Typové události

Jedná se o události, které byly praxí vyhodnoceny jako ty s vyšším rizikem, než je přijatelné. Na každou z nich musí být letiště připraveno a každý z případných účastníků musí vědět, jak bude při vzniku postupovat. Předpis stanovuje devět základních sekcí, které musí Letištní pohotovostní plán obsahovat. [21] [22]



Obr. 5 – Části Letištního pohotovostního plánu [zdroj vlastní]

Jednotlivé typové události

Letecká nehoda na letišti

Jedná se o událost, která se stala za dobu provozu letadla na letišti a při níž byla některá osoba zraněna či usmrcena. Dále pak se jedná o nehodu, kdy je letadlo zničeno či jakkoliv poškozeno a poškození ovlivnilo pevnost konstrukce nebo si vyžádá opravu. V areálu letiště se tedy mohou nacházet usmrcené či různě zraněné osoby, ale i poškozené či zničené letadlo. Mezi činnosti vedoucí k odstranění důsledků nehody patří i péče o rodiny, případně pozůstalé obětí. [23]

Letecká nehoda mimo letiště

Tato nehoda je definována stejně jako letecká nehoda na letišti, s tím rozdílem že se udála mimo areál letiště. Následky mohou být mnohem tragičtější. [23]

Nouzový stav letadla během letu

Nouzový stav letadla může nastat kdykoliv během letu. Posádka letadla v nouzi použije nouzový signál May Day, kdy je možné očekávat leteckou nehodu. Letiště, kam letadlo míří, musí přijmout opatření na runway a zaujmout stanovené pozice. [19]

Požár letištních budov

Požár může zachvátit jakýkoliv letištní objekt. Nebezpečí vzniku požáru vzniká při skladování leteckých paliv. [19]

Zásah nebezpečnou látkou

Jedná se o situaci, kdy je nalezena chemická, biologická, radiologická látka. Často je třeba část letiště evakuovat. V případě eskalace může přejít do ekologické havárie. [19]

Bombová hrozba v letadle

Pokud je nahlášena nebo nalezena bomba ve stojícím či přilétajícím letadle, jedná se o velmi závažnou situaci. Poskytovatel leteckých služeb je povinen spolupracovat se všemi bezpečnostními složkami. [19]

Bombová hrozba v prostoru letišti

Jako v předchozím bodě se jedná o závažnou situaci, kdy může dojít ke ztrátám na životech a majetku. Jako podezřelé bývá vyhodnocováno i opuštěné zavazadlo. Bezpečnostní zásah může zahrnovat evakuaci a prohledání letiště, pozastavení provozu. [19]

Sabotáž

Sabotáží se nazývá podvratné činnosti, kdy je úmyslně a utajeně poškozován majetek, infrastruktura, ale i informační sítě letiště s cílem zamezit poskytování služeb a výkonu činností letiště. [19]

Únos letadla

Tato situace je velmi specifická. Pokud dojde k únosu za letu, nevzniká pro letiště nutnost reagovat. Situace se mění, pokud na letiště chce unesené letadlo přistát. V tom případě je postup podobný jako u nahlášené bomby v letadle již stojícím na letišti. [19]

Průnik

Za průnik je považován neoprávněný vstup do neveřejné části letiště. Při této situaci spolupracuje ostraha letiště s Policií ČR. [19]

Vysoce nakažlivá nemoc

Aktuální situace, kdy se na palubě letadla v rámci doby trvání letu nachází osoba s vysoce nakažlivou nemocí. Po přistání rozhoduje hygienická stanice o způsobu řešení a dalším postupu. [19]

Aktivní střelec

Osoba s úmyslem střílet může se může nacházet ve veřejné, ale i neveřejné části letiště. V tomto případě je nutné kontaktovat Policii ČR. [19]

Ekologická havárie

Z letadel, ale i prostor určených pro skladování paliv může dojít k jeho úniku. Situace může vyeskalovat v požár nebo ekologickou havárii. Postupy určují HZS jako složku, která může tuto událost vyřešit. [19]

Tab. 2 - Analýza obsahu letištního pohotovostního plánu zkoumaného letiště
[zdroj vlastní]

Jednotlivé typové události	události doporučované k zahrnutí do pohotovostního plánu	události zahrnuté v pohotovostním plánu letiště
Letecká nehoda na letišti	Ano	Ano
Letecká nehoda mimo letiště	Ano	Ano
Nouzový stav letadla během letu	Ano	Ano
Požár letištních budov	Ano	Ano
Zásah nebezpečnou látkou	Ano	Ne
Bombová hrozba v letadle	Ano	Ne
Bombová hrozba v prostoru letišti	Ano	Ano
Sabotáž	Ano	Ne
Únos letadla	Ano	Ne
Průnik	Ano	Ano
Vysoce nakažlivá nemoc	Ano	Ne
Aktivní střelec	Ano	Ne
Ekologická havárie	Ano	Ano

Letištní pohotovostní plánování je důležitou součástí řízení rizik, vzniklý pohotovostní plán je teoretický dokument s přesahem do praktického provozu letiště. Uvedené typové události budou v praktické části dále analyzovány a vyhodnoceny pro konkrétní letiště.

Shrnutí letištního pohotovostního plánování

Letištní pohotovostní plánování je důležitou součástí řízení rizik. V kapitole byl vysvětlen hlavní princip plánování a uvedeny složky, které se případně podílejí na záchranných pracích. Vzniklý pohotovostní plán je teoretický dokument s přesahem do praktického provozu letiště. Uvedené typové události budou v praktické části dále analyzovány a pro konkrétní letiště vyhodnoceny.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NEVEŘEJNÉ LETIŠTĚ, SOUČASNÉ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY

Autorka diplomové práce má možnost na letišti pobývat, zná prostředí i provoz. Podkladem pro vypracování popisu letiště, informace o skladování pohonných hmot byla neveřejná směrnice letiště. Popis režimových opatření konzultovala se zástupcem provozovatele letiště.

5.1 Popis letiště

Popisované neveřejné letiště se nachází nedaleko města Zlín. Leží v nadmořské výšce 343,5 m.n.m a 2 km od nejbližší obce.

Objekt letiště se skládá ze:

- vzletové a přistávací dráhy,
- hangárů pro parkování letadel,
- hlavní budovy,
- budovy TWR – řídicí věže,
- čerpací leteckých pohonných hmot,
- plochy pro stání letadel,
- plochy pro přípravu letadel.

Disponuje travnatou vzletovou a přistávací dráhou o rozměrech 670 x 43 m. Letiště smí využívat pouze členové místního aeroklubu s povolením provozovatele letiště. Ostatní lety jsou uskutečňovány jen po předchozí domluvě se zástupcem vedoucího letového provozu. Letiště smí využívat pouze letadla a sportovní létající zařízení (ultralehká letadla) s radiovou stanicí. Letiště samozřejmě disponuje službou Rádio na zveřejněné frekvenci. Nejsou zde povoleny jakékoliv komerční letecké činnosti, mezi které patří výcvikové, vyhlídkové, pozorovací a seznamovací lety bez z písemného povolení provozovatele letiště. Na letišti zároveň není povolena jakákoliv neletecká aktivita, kterou však může provozovatel letiště povolit. Povoleny jsou tak pouze jednotlivé přílety a odlety.

5.2 Okolí letiště

Vertikální ani vodorovné vzletové a přiblížovací roviny nejsou narušeny překážkami. V blízkosti osy vzletové a přiblížovací roviny se nachází dva telekomunikační převaděče a les. V blízkosti druhé osy vzletové a přiblížovací roviny se nachází protisvah a budova statku.

U letiště se nachází asfaltová plocha, kterou využívají modeláři. Přístupové cesty k letišti jsou asfaltové, obousměrné.

5.3 Provoz letiště

Kromě vlastních letounů je v areálu parkována i technika umožňující odstranění poškozených či nefunkčních letadel. Dalším důležitým parametrem, ovlivňujícím bezpečnost je fakt, že provozovatel letiště nezajišťuje odstraňování sněhu z pohybových ploch a námrazy z letounů. Pohyb vozidel a osob po ploše je povolen pouze za účelem zabezpečení letového provozu. Při jakémkoliv pohybu je třeba dbát maximální opatrnosti a dodržovat pravidlo absolutní přednosti provozu letadla. Parkování vozidel je povoleno pouze na vyznačeném parkovišti. Z bezpečnostních důvodů není povolen volný pohyb osob, psů a jiných domácích zvířat po ploše letiště.

Provozovatel letiště disponuje vlastní čerpací stanicí leteckých pohonných hmot, skladuje letecký benzín Avgas 100LL, automobilový benzín Natural 95.

Čerpání pohonných hmot je zabezpečeno dvojitým jištěním. Systém rozvodné sítě, kterou se čerpací stanice uvádí do provozu, je zabezpečen osobním individuálním čipem člena aeroklubu, tímto je sledováno i odebrané množství a čas odběru. Rozvodná skříň je skryta v budově letiště, do které je také individuální přístup přes čipy.

Dle předpisů o civilním letectví má letiště zpracovávánu směrnici po skladování a nakládání s palivy a hořlavými látkami. Požární službu nemá vlastní, spolupracuje s Hasičským sborem blízké obce.

Letiště přijalo opatření ke snížení hladiny hluchosti, která by mohl mít vliv na okolí. Nad vybranými obcemi jsou proto zakázány lety všech motorových letounů v letové výšce nižší než 300 m.

5.4 Režimová opatření, řízený vstup a vjezd do areálu

Prostor letiště je vymezen výstražnými tabulemi, pohybové plochy jsou vyznačeny návěstidly a není oplocen. Nejsou tak aplikovány vrcholové zábrany, ani podhrabové překážky. Oploceno je pouze parkoviště. To je také zabezpečeno posuvnou bránou. Přístup na parkoviště mají pouze vybraní členové aeroklubu, kteří navíc disponují identifikačním přístupem, ovladačem, k provozu brány. Jejich činnost je zaznamenávána v parkovací knize. Do letištní budovy mají, přes čipové karty, opět přístup jen členové aeroklubu. Systém speciálních čipů nahrazuje systém vydávání a kontroly klíčů. Vedení provozovatele letiště má z provozu čipů dostatečné softwarové informace o pohybu jednotlivých osob. Zaznamenávají jsou navštívené prostory, časy vstupů, doby trvání pohybu a časy odchodů.

Budova se skládá z místnosti pro setkávání, odpočinkové části pro piloty a šaten, kanceláří pilotů, místnosti pro přípravu letů, řídicí věže s meteorologickou stanicí, sklepních prostor pro skladování náhradního dílů. Přístupy jednotlivých členů se liší, je pevně daná hierarchie přístupových práv. Ne každý člen se tedy dostane do vyhrazených, neveřejných částí letiště. Mezi ty patří samotný hangár, prostor plnění leteckých pohonných hmot, řídicí věž.

Letiště nemá zabezpečenu ornitologickou ochranu před drobným ptactvem.

Poplachové, zabezpečovací a tísňové systémy – PZTS

Systém, který je složen z detekování ohrožení, předávání informací, jejich vyhodnocení a následné rozhodnutí o dalších činnostech je na uvedeném letišti nastaven pomocí kamerového systému, detektorů pohybu, otřesů a tříštění skla uzavřených prostorách. Na letišti není stálá hlídací služba. Celý systém je napojen na pult centrální ochrany soukromého poskytovatele bezpečnostních služeb. Po vyhlášení poplachu vyjíždí hlídka na kontrolu celého objektu. V případě závady jsou voláni zástupci aeroklubu.

Z popisu letiště, jeho okolí a provozu vyvstala jednotlivá rizika, kterým letiště reálně čelí:

- Poškození staveb a vybavení.
- Poškození, krádež letounů.
- Rizika spojená se skladováním leteckých paliv.
- Poškození travnatých letových ploch divokou zvěří.
- Poškození travnatých letových ploch dobyt看em z blízkého statku.
- Poškození perimetru letiště.
- Vandalismus - Poškození ploch po nezákonném vstupu osob, mobilních prostředků (čtyřkolky), jezdců na koních, soukromých modelářů.
- Terorismus – zneužití přistávací plochy.
- Hejna ptáků – poškození letounů i chráněných živočichů.
- Rizika spojená se zraněním při letech, případně akcích letiště .

Uvedená rizika budou v následující kapitole hodnocena a analyzována. Z výsledku analýzy budou navržena případná opatření k jejich řízení nebo odstranění.

Shrnutí popisu neveřejného letiště a jeho bezpečnostních prvků

V kapitole bylo popsáno neveřejné letiště s jeho členěním, částmi a přilehlým okolím. Zároveň byl uveden i charakter letových ploch. Z popisu režimových opatření byla identifikována rizika ohrožující bezpečný provoz letiště. Rizika budou následně hodnocena a analyzována.

6 ANALÝZA BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK

V této kapitole se budu zabývat analýzou bezpečnostních rizik, kterým celý objekt letiště čelí. Podkladem pro první skupinu rizik určených k analýze jsou typové události z letištního pohotovostního plánování, uvedené v poslední kapitole teoretické části. Druhou skupinu rizik tvoří rizika vyplývající konkrétního bezpečnostního nastavení popisovaného letiště. Výběrem nejvhodnější metody rizika analyzuji a určím nejzávažnější z nich. Analýzami by měly být zjištěny i případné vzájemné vztahy, provázanosti rizik. Zároveň by mělo být odhaleno jejich fungování a souvislosti. Na základě výsledků analýzy navrhu opatření, které by mělo rizika minimalizovat či eliminovat.

Analýza rizik se skládá z několika částí:

6.1 Identifikace rizik

První skupina rizik byla identifikována v rámci Letištního pohotovostního plánování, které pojmenovává obecná rizika, kterým letiště obecně mohou čelit. Rizika jsou souhrnně označována jako typové události. Druhá skupina rizik souvisí s konkrétním zabezpečením letiště, jeho provozem, polohou a okolím.

Skupiny budou analyzovány samostatně.

6.2 Hodnocení rizik

Po identifikaci je třeba zvolit vhodnou analytickou metodu a rizika ohodnotit. Hodnocení je do jisté míry subjektivní. Jednotlivé hodnoty jsem konzultovala se zástupci provozovatele letiště.

6.2.1 Metoda FMEA

Hodnocení bude provedeno metodou FMEA. Pro správné dokreslení rizikovosti bude využito i Paretova diagramu s Lorenzovou křivkou. Název metody je zkratkou písmem z anglického názvu analýzy Failure Mode and Effect Analysis. Jedná se o metodu, s jejíž pomocí je možné zjistit míru rizika, kterou je třeba v oblasti bezpečnosti snížit. Zvolená metoda FMEA pracuje s:

- Pravděpodobností vzniku rizika (P)
- Možností riziko odhalit (H)
- Míry závažnosti následků (N) [24]

U každého z hledisek je používána stanovená hodnotící stupnice, na základě kterých je každému jednotlivému riziku přiděleno číselné ohodnocení. V této práci bude použita stupnice 1 – 5.

Výsledná hodnota rizika bude zjištěna uplatněním vzorce

$$R = P \times N \times H$$

díky kterému zjistíme hodnotu míry rizika.

Díky této metodě bude možné následně, dle závažnosti, stanovit priority činností ke snižování rizik, ale také způsobů jejich předcházení. Preventivní činnost s sebou nese, mimo snížení možnosti vzniků rizik, i úsporu nákladů spojených s odstraňováním důsledků a škod po realizaci rizik. [24] [25]

6.2.2 Paretův diagram s Lorenzovou křivkou

Paretův diagram je znázorněním pravidla 80/20, které udává, že 80 % rizikových situací způsobuje 20 % příčin, nebo-li rizik. V této diplomové práci pomůže určit 20 % nejvýznamnějších, nepřijatelných rizik, na které je třeba se dále zaměřit. Diagram je doplněn Lorenzovou křivkou, která vyjadřuje závislost kumulativní četnosti, uváděné v procentech, na počtu příčin.

V místě, kde protne hodnota kumulativní četnosti ve výši 80 % Lorenzovu křivku, vzniká pomyslná hranice oddělující důležitá rizika od málo důležitých.

Výsledkem je sloupcový graf s Lorenzovou křivkou. Sloupce znázorňují jednotlivá rizika, seřazená sestupně. Křivka vyjadřuje kumulativní relativní četnost, která je vypočtena součtem hodnoty aktuálního sloupce a všech sloupců, které se nacházejí vlevo od ní. Rizika, u nichž bude vypočtená míra rizika R s hodnotou vyšší než 80, budou zařazena mezi rizika nepřijatelná. [24] [26]

Tab. 3 - Pomocná tabulka k výpočtu míry rizika [zdroj vlastní]

Míra rizika					R
Nepřijatelné riziko					101-125
Nežádoucí riziko					51-100
Mírné riziko					11-50
Akceptovatelné riziko					4-10
Bezvýznamné riziko					0-3
Pravděpodobnost vzniku rizika	P	Význam, závažnost rizika	N	Možnost riziko odhalit	H
Téměř jistá	5	Velmi závažné riziko	5	Neodhalitelné riziko	5
Vysoká	4	Závažné riziko	4	Těžko odhalitelné riziko	4
Pravděpodobná	3	Středně významná vada	3	Odhalitelné	3
Malá	2	Málo významné riziko	2	Snadno odhalitelné riziko	2
Téměř nemožná	1	Nevýznamné riziko	1	Ihned odhalitelné riziko	1

6.3 Analýza rizik typových událostí

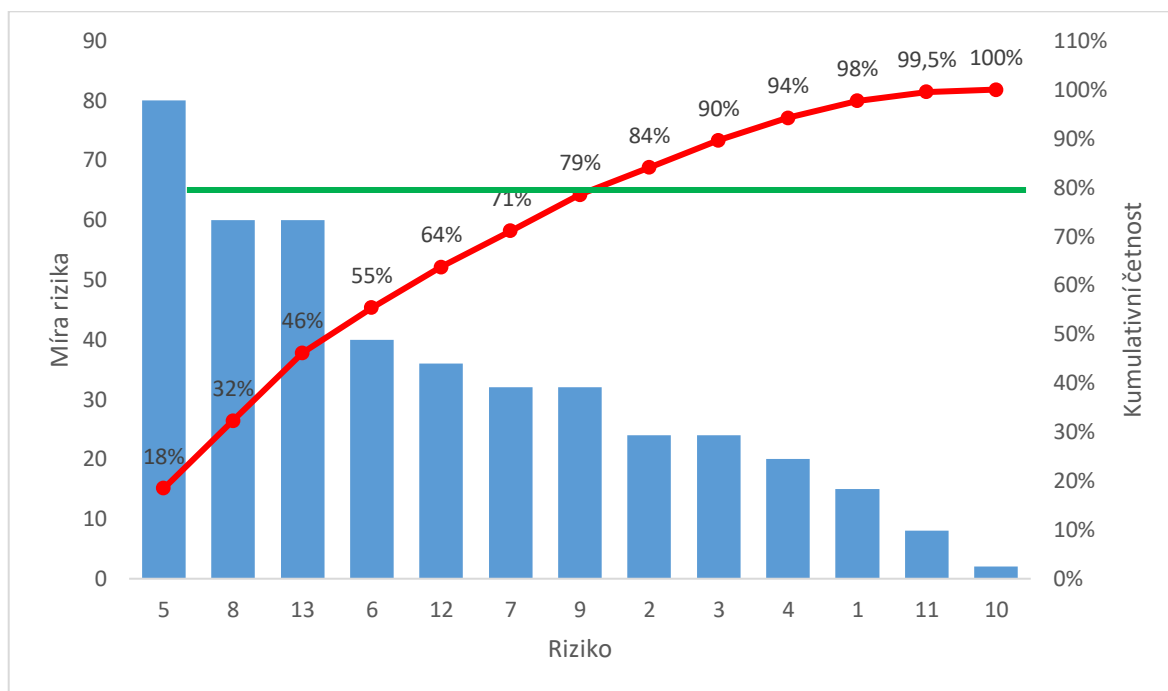
Jednotlivých rizikům jsem subjektivně přidělila hodnoty pravděpodobnosti, závažnosti a možnosti riziko včas odhalit. Vzájemným násobením jsem jednotlivých rizik vypočítala jejich celkovou míru. Pro potřeby výpočtu Paretova diagramu a sestavení Lorenzovy křivky jsem vypočítala hodnoty kumulativních četností.

V tabulce jsou hodnocena rizika typových událostí a jejich kumulativní četnost.

Tab. 4 - Výpočet míry rizik typových událostí [zdroj vlastní]

	Rizika z LPP	P	N	H	R	Kumulativní četnost
1	Letecká nehoda na letišti	3	5	1	15	18%
2	Letecká nehoda mimo letiště	3	4	2	24	32%
3	Nouzový stav letadla během letu	2	4	3	24	46%
4	Požár letištních budov	2	5	2	20	55%
5	Zásah nebezpečnou látkou	4	4	5	80	64%
6	Bombová hrozba v letadle	2	5	4	40	71%
7	Bombová hrozba v prostoru letišti	2	4	4	32	79%
8	Sabotáž	3	4	5	60	84%
9	Únos letadla	2	4	4	32	90%
10	Průnik	1	2	1	2	94%
11	Vysoce nakažlivá nemoc	1	2	4	8	98%
12	Aktivní střelec	3	3	4	36	99.5%
13	Ekologická havárie	5	4	3	60	100%

Graf znázorňuje vypočetné hodnoty rizik a aplikuje Paretův princip s doplněním Lorenzovy křivky.



Graf 1 - Rizika typových událostí po aplikaci Paretova pravidla a Lorenzovy křivky [zdroj vlastní]

6.3.1 Vyhodocení rizik typových událostí

Pomocí metody FMEA, vypočtené hodnoty R a grafického znázornění Paretova diagramu s Lorenzovou křivkou byla rizika rozdělena do skupin: [26]

Tab. 5 - Vyhodnocení rizik typových událostí [zdroj vlastní]

Hodnota	Výsledná míra rizika	č. rizika	Paretova analýza a Lorenzova křivka	
0-10	Bezvýznamné riziko	10,11	1,4,10,11	80% přijatelná rizika
11-20	Akceptovatelné riziko	1, 4		
21-50	Mírné riziko	2,3,6,7,9,12	2,3,5,6,7,8,9,12,13	20% nepřijatelná rizika
51-100	Nežádoucí riziko	5,8,13		
101-125	Nepřijatelné riziko			

Skupiny rizik

Bezvýznamné riziko

- Průnik do neveřejných prostor letiště
- Vysoce nakažlivá nemoc

Akceptovatelné riziko

- Letecká nehoda na letišti
- Požár letištních budov

Mírné riziko

- Letecká nehoda mimo letiště
- Nouzový stav letadla během letu
- Bombová hrozba v letadle
- Bombová hrozba v prostoru letiště
- Únos letadla
- Aktivní střelec

Nežádoucí riziko

- Zásah nebezpečnou látkou
- Sabotáž
- Ekologická havárie

Nepřijatelné riziko

- Bez rizik

Shrnutí analýzy rizik typových událostí

Z porovnání vyplynulo, že rizika typových událostí neobsahují žádné nepřijatelné riziko. Je to dáno skutečností, že praktický provoz letišť je přísně stanoven a dodržován. Jeho nastavení navíc vychází ze zkušeností ostatních letišť, které jsou sdíleny a do letištních pohotovostních plánů povinně zařazovány. Zvláštností je zařazení rizika Letecká nehoda na letišti mezi akceptovatelná rizika. Provoz na letišti je totiž tak přísně dodržován, že by k této události nemělo prakticky dojít. Porovnáním obecného předpisu o letištním pohotovostním plánování a poskytnutého bylo zjištěno, že neobsahuje všechna navrhovaná rizika. Nezahrnuje nežádoucí rizika zásahu nežádoucí látkou a sabotáže. Je tudíž

na provozovateli letiště, zda bude jeho plán aktualizován a rizika nově zahrnuta. U každého nového z nich je také třeba zajistit jeho řešení, pravomoce osob a složek IZS.

6.4 Analýza rizik bezpečnostního nastavení

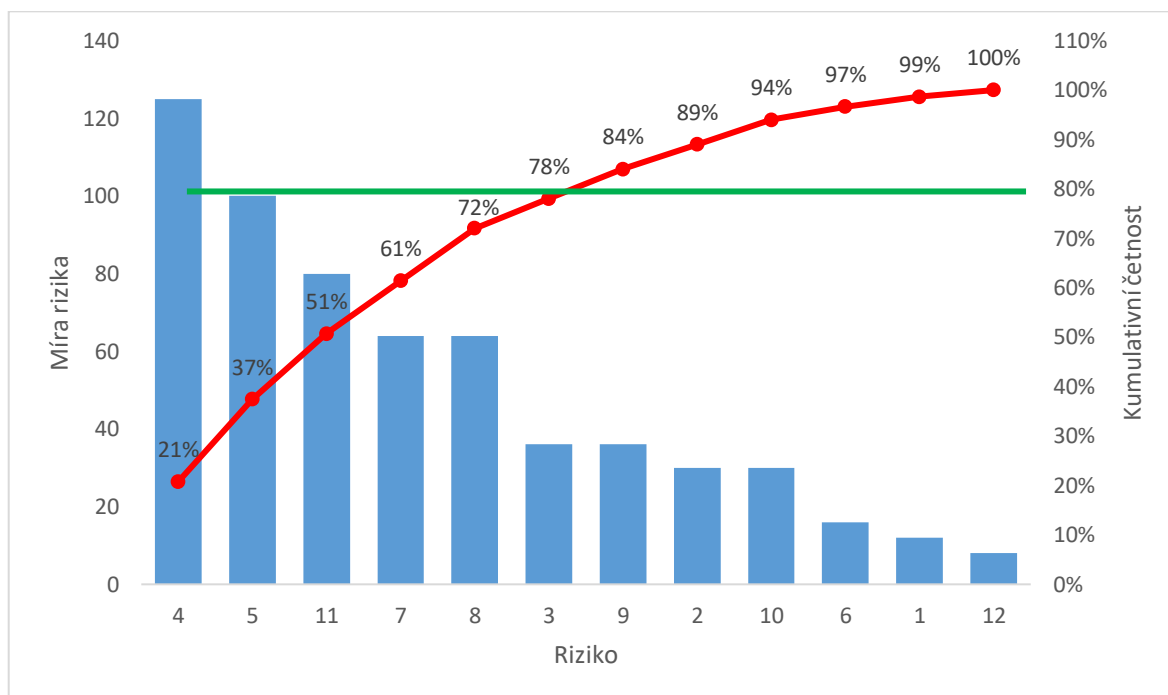
Stejně jako předchozí analýze jsem rizikům subjektivně přidělila hodnoty pravděpodobnosti, závažnosti a možnosti odhalení rizika. Dosazením do vzorce $R = P \times N \times H$ jsem spočítala míry jednotlivých rizik. Pro potřeby výpočtu Paretova diagramu a sestavení Lorenzovy křivky jsem vypočítala hodnoty kumulativních četností.

V tabulce jsou hodnocena jednotlivá rizika a jejich kumulativní četnost.

Tab. 6 - Výpočet míry rizik bezpečnostního nastavení [zdroj vlastní]

	Rizika plynoucí ze zabezpečení objektu letiště	P	N	H	R	Kumulativní četnost
1	Poškození staveb a vybavení	4	3	1	12	21%
2	Poškození, krádež letounů	2	5	3	30	37%
3	Rizika spojená se skladováním leteckých paliv	3	4	3	36	51%
4	Poškození travnatých letových ploch divokou zvěří	5	5	5	125	61%
5	Poškození travnatých letových ploch dobyt看em z blízkého statku	5	4	5	100	72%
6	Poškození perimetru letiště	1	4	4	16	78%
7	Poškození ploch po nepovoleném vstupu osob	4	4	4	64	84%
8	Poškození ploch po nepovoleném vjezdu mobilních prostředků (čtyřkolky)	4	4	4	64	89%
9	Poškození travnatých ploch po nepovoleném vjezdu jezdců na koních	4	3	3	36	94%
10	Terorismus – zneužití přistávací plochy	3	5	2	30	97%
11	Hejna ptáků – poškození letounů i chráněných živočichů	5	4	4	80	99%
12	Rizika spojená se zraněním osob	2	2	2	8	100%

Graf opět znázorňuje vypočetné hodnoty rizik a aplikuje Paretův princip s doplněním Lorenzovy křivky



Graf 2 - Rizika bezpečnostního nastavení po aplikaci Paretova pravidla a Lorenzovy křivky [zdroj vlastní]

6.4.1 Vyhodnocení

Pomocí metody FMEA, vypočtené hodnoty R a grafického znázornění Paretova diagramu s Lorenzovou křivkou byla rizika bezpečnostního nastavení z rozdělena do skupin: [41]

Tab. 7 - Vyhodnocení rizik bezpečnostního nastavení [zdroj vlastní]

Hodnota	Výsledná míra rizika	č.rizika	Paretova analýza a Lorenzova křivka	
0-10	Bezvýznamné riziko	12	1,6,12	80% přijatelná rizika
11-20	Akceptovatelné riziko	1,6		
21-50	Mírné riziko	2,3,9,10	2,3,4,5,7,8,9,10,11	20% nepřijatelná rizika
51-100	Nežádoucí riziko	5,7,8,11		
101-125	Nepřijatelné riziko	4		

Skupiny rizik

Bezvýznamné riziko

- Rizika spojená se zraněním osob

Akceptovatelné riziko

- Poškození staveb a vybavení
- Poškození perimetru letiště

Mírné riziko

- Poškození a krádež letounů
- Rizika spojená se skladováním leteckých paliv
- Poškození travnatých ploch po nepovoleném vjezdu jezdců na koních
- Terorismus – zneužití přistávací plochy

Nežádoucí riziko

- Poškození travnatých letových ploch dobyt看em z blízkého statku
- Poškození ploch po nepovoleném vstupu osob
- Poškození ploch po nepovoleném vstupu mobilních prostředků
- Hejna ptáků – poškození letounů i chráněných živočichů

Nepřijatelné riziko

- Poškození travnatých ploch divokou zvěří

Shrnutí analýzy rizik bezpečnostního nastavení

Z porovnání rizik plynoucích ze zabezpečení objektu letiště vyplynulo, že nepřijatelným rizikem je poškození travnatých letových ploch divokou zvěří. Do nežádoucích rizik byla zařazena v principu obdobná rizika jako u skupiny nepřijatelných rizik. Jak již bylo uvedeno, letiště není oploceno, v blízkosti se nachází les, a proto jsou rizika spojená se vstupem na pozemky letiště nejvýše hodnocená a nepřijatelná.

6.5 Shrnutí analýzy rizik

Pomocí metody FMEA byla posouzena jednotlivá rizika a vypočtena jejich rizikovitost. Znázornění v grafu s využitím Paretova diagramu s Lorenzovou křivkou byla rizikovitost graficky potvrzena. Rizika byla dle zjištěné míry rizikovitosti rozdělena do pěti skupin. Žádné z rizik souvisejících s typovými událostmi, plynoucími z letištního pohotovostního plánu, nebylo vyhodnoceno jako nepřijatelné. Letiště má plán správně a efektivně vypracován a jednotlivá nařízení jsou dodržována. Osvědčil se tak základní princip sdílení letištních bezpečnostních plánů a zahrnování nových vzniklých rizik plánů dalších letišť. Letecká nehoda je obecně vnímána jako tragická událost. Z provedené analýzy vyplynulo, že je posuzována spíše jako akceptovatelné riziko. Důvodem je fakt, že letecký provoz je pečlivě kontrolován a je snahou všech zúčastněných osob, aby byl bezpečný. Se zjištěnou mírou rizika souvisí i fakt, že piloti toto riziko dobrovolně a s plným vědomím podstupují. Z předchozí analýzy v teoretické části, kde byl porovnáván obecný dokument letištního plánování však vyplynulo, že by plán konkrétního letiště měl být o některé typové události doplněn. Tato skutečnost je na v pravomoci provozovatele letiště.

Z porovnání rizik plynoucích ze zabezpečení objektu letiště bylo jako nepřijatelné riziko vyhodnoceno poškození travnatých letových ploch divokou zvěří. Bylo zjištěno, že do skupiny nežádoucích rizik patří poškození letových ploch dobyt看, nepovolený vstup osob a mobilních prostředků. Tyto skutečnosti vyplývají z praktické nemožnosti letiště oplotit. Provozovatel letiště musí pravidelně kontrolovat stav letových ploch, jejich poškození má výrazný vliv na zachování bezpečného provozu. Obchůzková činnost se musí pravidelně osobně provádět a je tedy časově poměrně náročná. Z těchto důvodů doporučuji jako řešení využití moderních technologií spojených s provozem dronů. Dronem je možné pozemky letiště rychleji a s větším efektem prohlédnout a předcházet tak bezpečnostním rizikům.

7 ANALÝZA VYBRANÝCH DRONŮ

Na základě výsledků analýz rizik jsem doporučila využití dronů pro předcházení rizikových situací. V této kapitole diplomové práce uvádím technické parametry dvou vybraných dronů. Výrobce obou dronů je čínská společnost DJI, která je v současné době na světovém trhu s drony majoritně zastoupena. Oba následně analyzuji metodou SWOT. V závěru vybírám dron, který bude pro užití na neveřejném letišti vhodnější.

7.1 Dron DJI Mavic Air 2

Dron DJI Mavic Air 2 je nástupcem dronu Mavic Air a patří do střední třídy dronů. Jedná se o skládací dron. Na trh byl uveden v květnu 2020.



Obr. 6 - Dron DJI Mavic Air 2 [27]

Konstrukce:

Tělo dronu je z tvrdého plastu s hrubší imitací kůže, spodní část je kovová. Kamera visí zepředu pod tří osým gimbaelem a je v plastovém pouzdře. Při skladování je navíc chráněná plastovým krytem. Vespod dronu je zdroj světla, který napomáhá identifikaci dronu při zhoršených podmínkách.

Vrtule jsou levotočivé a pravotočivé, stejně jako motory. Barevné označení usnadní nasazení správné vrtule na správný motor. Motory jsou také nově větší a účinnější a dron tak dokáže vyvinout rychlost až 68 km/h. [28]

Akumulátory, nabíjení.

Pohon dronu je zajištěn Li-Pol akumulátorem se třemi články, a poskytuje tak energii až k 34 minutám letu. Hmotnost akumulátoru je 198 g, což je zhruba polovina váhy dronu. Pojistky akumulátoru jsou poprvé použity kovové, odolají tak i hrubšímu zacházení či pádu. Ve verzi kombo je dodávána i powerbanka, díky které je možné případně akumulátory dobít. Akumulátory samy monitorují průběh nabíjení a vybíjení v rámci provozu, zapisují počet cyklů nabíjení. Při delší nečinnosti se dokáží samy vybit na 50 % kapacity a prodloužit tak svou životnost. [28]

Dálkový ovladač

Společnost DJI zvolila nový typ ovladače, ke kterému se smartphone připojuje z vrchní strany. Doposud se připojoval zesponu. Ovladač nabízí připojení až na 10km. Nově je také možné k ovladači připojit pouze smartphone, podporu pro tablety značky Apple již společnost DJI neposkytuje. Ovladač je již z výroby s dronem spárovaný, což je uživatelsky příjemná skutečnost. Řídící kniply jsou odnímatelné a dají se následně skrýt ve spodní části ovladače. [28]

S kvalitou přenosu souvisí i zahrnutí systému Occusync 2.0, který umožňuje digitální přenos řídicích povelů, ale i aktuálních pohledů z dronu. Systém doplňuje wifi přenos, který poskytovaly starší drony. Dron tak s ovladačem kvalitně a stabilně komunikuje až po osmi kanálech a vyvaruje se tak chybám ve spojení v místech, kde bylo více wifi signálů. Další výhodou je pak i možnost dosažení přenosu až na vzdálenost 8km. Pilot tedy dokonale kontroluje pořizované záběry. Je navržen i pro použití s DJI Goggles Race Edition brýlí. [28]

Baterie ovladače byla v souvislosti s energeticky náročným systémem Ocusync 2.0 také vylepšena a její výdrž se pohybuje okolo 240 minut na jedno nabití. Samozřejmostí je zobrazení stavu baterie na displeji připojeného smartphone. Ovladačem je možné řídit i náklon kamery a přepínat letové režimy. Spoušť kamery, přepnutí mezi fotografováním a pořizováním videa, vyvolání či pozastavení návratu domů jsou zkratky, které jsou zdvojené a je možné je provést z ovladače, ale i mobilního telefonu. [29]



Obr. 7 - Dálkový ovladač dronu DJI Mavic Air 2 [27]

Senzory a úložiště

Ke klasickému létání ve venkovním terénu dron používá GPS anténu barometr, kompas a jednotku obsahující gyroskopy a akcelerometry, uváděnou pod zkratkou IMU. Pomocné kamery, antikolizní čidla, umístěná vepředu a vzadu pomáhají odhadovat vzdálenost a detekovat tak možné překážky. Přední kamery Přední Kamery vidí 71° horizontálně a 56° vertikálně, zadní pak 44° horizontálně a 57° vertikálně. S dronem je možné létat také ve vnitřních prostorech. K takovému, neobvyklému, létání slouží Vision systém, který je uložen na spodní straně. Používá IR senzory snímající vzdálenost od pevných bodů a 2 optické pomocné kamery. IR senzory mohou chybovat, pokud je textura povrchu hůře čitelná a neodrazí tedy paprsek správně. Takovým povrchem bývá voda, sníh, vysoká tráva, ale i koberec a umělá tráva. K případnému dosvětlení prostředí je možné použít zabudované osvětlení. Mavic Air 2 disponuje vnitřním úložištěm s kapacitou 8 GB, proto je vhodné kapacitu rozšířit microSD paměťovou kartou až do velikosti 256 GB. [28] [29]

Poskytnutá aplikace

Pro tento dron byla vyvinuta nová aplikace FLY, která nahrazuje aplikaci DJI GO 4. Aplikaci lze nainstalovat pouze na novější smartphony. Kompatibilitu však lze ověřit na webových stránkách zástupce společnosti DJI <https://www.djitelink.cz/cs/content/26-podporovane-telefony-a-tablety-pro-produkty-dji>. [28]

Aplikace poskytuje i mapu bezletových zón, ve kterých je provoz dronů zakázán. Obsahuje informace o zakázaných prostorech v blízkosti ranvejí letišť, jaderných elektráren, věznic. Prostory mohou být na základě povolení Úřadu pro civilní letectví tzv. odemčeny po doložení potřebných dokumentů. Dále obsahuje informace o okolí vojenských prostorů, vládních budov a dalších místech, kde je provoz dronů alespoň výškově omezen. Mapa však nemá autorizaci od Ministerstva dopravy ČR a její databáze ani nekoresponduje s legislativou. Je proto pouze hrubě informativní. [29]

Samotný let

Před každým novým startem je třeba provést kalibraci kompasu, zkontrolovat zápis GPS pozice pro případný návrat. Nedoporučuje se startovat z kovových ploch, můžou kompas negativně ovlivnit. Rychlost okolního větru neměla být vyšší než 10 m/s.

Létání s dronem je možné v režimu NORMAL, ve kterém je rychlost omezena tak, aby přední a zadní IS senzory mohly včas reagovat a dron zastavit, pokud by zaznamenaly překážku. V tomto režimu dron dosahuje rychlosti asi 12 m/s, což odpovídá rychlosti 43km/h. V režimu SPORT jsou senzory vypnuty. GPS asistence drží dron na místě, létání je poté bez omezení, v režimu dokáže dron létat rychlostí až 18 m/s neboli 65 km/h. Opačný režim se nazývá TRIPOD nebo stativ, létání v tomto režimu je pomalé a doporučuje se pro létání v blízkosti osob a jiných objektů. V pomalém režimu létá dron rychlostí 5 m/s, což odpovídá 18 km/h. [28]

Návrat dronu je zajištěn speciálním pokynem, dron se tak vrací na místo startu. Vrátit se a přistát je možné samozřejmě i navedení pomocí kniplů. Dron si sám kontroluje přistávací plochu, zda je dostatečně velká a rovná. Pokud je třeba přistát v extrémních podmínkách, je možné funkci kontroly vypnout. [29]

Antikolizní senzory

Mavic Air 2 disponuje 2 senzory na hlídání překážek. Jedná se prakticky o malé kamery. Snímají prostor vepředu a vzadu a směrem dolů. Nevýhodou je omezení v noci a např. mlze, kdy neposkytují dostatečné informace. Jsou aktivní v režimech Normal a Tripod, v režimu Sport jsou vypnuty. Za běžných leteckých situací bez problémů detekují větší překážky, jako např. budovy, stromy, ale i osoby a dron zastaví. Senzory nemají schopnost rozpoznat např. dráty a tenké větve. Postranními senzory není tento typ dronu vybaven. Nová aplikace Fly poskytuje i aktustické a obrazové upozornění. Vybavení dronu senzory nezbavuje pilota odpovědnosti za bezpečné létání. [28]

Kamera

DJI Mavic Air 2 má oproti předchůdci vylepšenou třídu kamery, která pořizuje fotografie ve kvalitě v až 48 MP. Vysoká kvalita fotografií je umožněna díky speciálnímu čipu CMOS o hodnotě ½ palce. Video je pořizováno kvalitě 4K a 60 snímků za minutu, datový tok 120 Mb/s. Nastavení kamery je možné v režimu auto nebo manuál. Výhody ve vylepšení kvality fotografií a videí nejsou pro ochranu letiště přímo určující ve smyslu následné např. reklamní práce s nimi. [28]

Sledování objektů

Software dronu poskytuje tři automatizované režimy sledování. Program ActiveTrack 3.0 dokáže následovat pohyblivý prostředek a zároveň se vyhýbat překážkám. Dron letí za objektem, pilot může stoupat, klesat, měnit vzdálenost a sledovaný objekt je stále ve středu záběru kamery. Dále pak režim Spotlight 2.0, který v hledáčku udržuje vybraný objekt, nelítá, pouze se za objektem otáčí. Systém Point of interest 3.0 sám nastaví automatickou letovou cestu okolo bodu zájmu a dokáže zachytit 360stupňovou perspektivu, kdy kolem např. budovy krouží. Dalším systémem je APS 3.0, který používá 3D mapování k letání dronu kolem objektů v cestě – stromy, stožáry, značky a předchází srážkám. [28]

Nástroje po pořizování videa

Dron je vybaven sadou nástrojů s názvem Quickshots. Principem je tvorba videa dle přednastavených šablon. Je možno vybírat z pěti možností:

- Rocket, kdy dron letí kolmo vzhůru;
- Dronie, při kterém se dron vzdaluje a zároveň stoupá;
- Circle, kdy dron opisuje pomyslnou kružnici okolo objektu;
- Boomerang, kdy dron létá okolo objektu v elipse;
- Helix, který je poslední šablonou. Při tomto režimu dron krouží a stoupá ve zvětšující se spirále. [28] [29]

Tento dron poskytuje, jako první z řady Mavic autopilotní režim AirSense, který je přijímačem systému ADS-B. Jedná se systém, ve kterém by dron měl poskytovat údaje jako polohu, nadmořskou výšku, rychlost a další údaje, na základě kterých by měl být ve vzdušném prostoru zaznamenán. Systém je stále ve vývoji. Pomáhá zároveň vlastnímu systému GPS s určením vlastní polohy. Do jisté míry umí pomoci i se sledováním případného okolního letového provozu. [28] [30]

Příslušenství a cena:

Dron je k dostání ve dvou možných prodejních variantách. Základní verze obsahuje samotný dron s akumulátorem, ochranný kryt kamery, nabíječku, dálkový ovladač, USB-C kabel, propojovací USB kabel pro smartphon, 3 páry vrtulí a 2 sady kniplů. Verze Fly more combo obsahuje navíc 2x akumulátor, nabíjecí stanici pro akumulátory, adaptér power banky a tašku. Cena základní verze se u autorizovaných prodejců v internetových obchodech pohybuje v rozmezí 24.000 Kč. Verze Fly more combo v rozmezí 30.000 Kč. [28]

Tab. 8 - Technické údaje a parametry dronu DJI Mavic Air 2 [zdroj vlastní]

Letecké parametry	
Doba letu:	až 34 minut
Rychlost:	<ul style="list-style-type: none"> - režim sport cca 65 km/h (18 m/s) - režim normal cca 43 km/h (12 m/s) - režim stativ, tripod cca 18 km/h (5 m/s)
Rychlost stoupání / klesání	<ul style="list-style-type: none"> - stoupání cca 15 km/h (4 m/s) - klesání: 11 km/h (3 m/s), v režimu sport 18 km/h (5 m/s)
Dosah	cca 10 km
Režim letu	
Follow-me	za, vpředu, kruh, boční, návrat domů
Velikost	
Rám	302 mm
Složený dron	180 x 97 x 84 mm
Připravený k letu	183 x 253 x 77 mm
Hmotnost	
	570 g
Baterie	
Vyjímatelná	lithium polymer 3 500 mAh
Životnost baterie	max 34 minut, k zajištění bezpečného přistání 29 minut

Fotoaparát	
Kamera	4K, 60 snímků za vteřinu
Kvalita fotografie	12 – 48 MP
Rychlost videa	120 Mb/s
Čip	1/2 palce CMOS
Objektiv	24 mm, f/ 2,8
Úložiště	
Interní	8 GB
Možnost přidat Mikro SD kartu až 256 GB	
Dálkové ovládání	
WiFi	
Rozsah	2,4 GHz a 5,8 GHz
dobíjecí baterie	19,24 Wh
Rozměry vkládaného mobilního zařízení (smartphone) do	180 x 86 x 10 mm
Micro USB, USB Type-C, osvětlení	

7.2 Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0

Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 patří do profesionální řady dronů Phantom společnosti DJI. Na trh byl uveden v květnu 2018.



Obr. 8 - Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 [31]

Konstrukce

Jeho konstrukce je ze slitiny titanu a hořčíku, což zvyšuje tuhost trupu a zároveň snižuje jeho hmotnost. Stejně jako předchůdci, je poměrně robustní a vzhled zachovává typický design. K letu používá nový typ vrtulí, které jsou tvarově širší, s úhlovou špičkou a materiál obsahuje i platinu. Díky nim je stroj výrazně tišší. [31]

Akumulátory, nabíjení.

Dron pohání Li-Pol baterie o hmotnosti 570 g, která nelze dobít powerbankou. Měla by zajistit dobu trvání letu okolo 29 minut. Nové použití systému elektronického řízení stability využívá energii z baterií šetrně, což se projevuje i na plynulosti letu. Aplikace DJI GO 4 uživateli zobrazuje aktuální stav nabití baterie a vypočítává zbývající čas letu. Při delším skladování se baterie sama částečně vybíjí, aby tak zachovala delší životnost. Baterie je možné dokoupit, jejich cena je však poměrně vysoká a pohybuje se okolo 5.000 Kč. [24]

Dálkový ovladač

Dálkový ovladač má zabudovanou LCD obrazovku a integrovanou aplikaci DJI GO 4. Není tak potřeba připojovat smartphone nebo jiné mobilní zařízení. Obrazovka je díky systému Lightbridge je jasně čitelná i při přímém slunečním světle, což u všech mobilních zařízení není obecně zaručeno. Ovladač obsahuje HDMI port, slot pro Micro-SD kartu, mikrofon a reproduktor. [32]

Spojení dronu a ovladače je zabezpečeno systémem OcuSync, který je nově poskytován. Systém dokáže vyhledat vhodné letové pásmo s nejmenším rušením WiFi signálem. Dokáže mezi připojením WiFi a systémem OcuSync automaticky přepínat a poskytnout možnost obojího připojení. I při nejvyšší uváděné rychlosti letu dokáže bez problémů přijímat signály a pokyny k řízení a zároveň odesílat kvalitní video záběry. Umožňuje živý přenos až na vzdálenost 7 km. Baterie ovladače vydrží v provozu až pět hodin. K ovladači je možné bezdrátově připojit i DJI Goggles brýle, kterými je možné dron také řídit, nebo jen let sledovat. [31] [33]



Obr. 9 - Dálkový ovladač dronu Phantom 4 Pro V2.0 [33]

Antikolizní senzory a úložiště

Dron Phantom 4 Pro V2.0 se v prostoru orientuje pomocí infračerveného 3D skenování. Systém FlightAutonomy překážky zaregistruje v pěti směrech a až na vzdálenost 7 metrů. Díky vylepšeným vrtulím nedochází ani k chybnému vyhodnocení, kdy předešlé typy dronů vibrace vlastních vrtulí mátlly. V prostoru se dron orientuje pomocí šesti kamer, dvě má umístěné vpředu, dvě vzadu a dvě na boku. Letět a zároveň se vyhýbat překážkám ve čtyřech směrech dokáže v rychlosti až 50 km/h. Samotný dron obsahuje slot na microSD paměťovou kartu s maximální kapacitou 128 GB. [32]

Poskytnutá aplikace

Jak již bylo uvedeno, práci dronu a ovladače pomáhá zabezpečovat aplikace DJI GO4. Kromě zobrazení aktuálního stavu baterie aplikace pomáhá vzdáleně nastavovat kameru, závěrku a clonu pro fotografování. Poskytuje možnost přepínání mezi leteckými režimy. Zaznamenává, ale i živě přenáší záznam z letu. Po dokončení letu dokáže záznamy efektivně upravovat a dále sdílet. [32]

Samotný let

Phantom 4 Pro V2.0 je pro let vybaven dvojicí kompasů a IMU jednotek, které vyhodnocují informace, jakými jsou poloha, rychlost, síla větru, ale i okolní magnetické pole. Data jsou

neustále srovnávána a vyhodnocována. Výrobce uvádí možnou letovou dobu na 29 minut a maximální rychlost letu až 72 km/h. Před každým letem je doporučeno dron zkontrolovat a kalibrovat kompas. [32]

Let je možný ve třech letových režimech označených písmeny P, A a S a přepínání mezi nimi je plynulé a jednoduché. V Pozičním režimu je aktivní především hlídání překážek, dron se pohybuje hbitě a může dosáhnout nejvyšší uváděné rychlosti. Režim Atti omezuje stabilizaci pomocí GPS satelitů a udržuje stálou výšku. Je vhodný pro plynulý záznam větších prostranství. Režim Stativ je určen pro detailní záběry nebo lety ve vnitřních prostorech. Rychlost letu je v tomto režimu omezena na 7 km/h. [34]

Kamera

Kamera je umístěna v 3-osém motorickém gimbalu. Je to první kamera, která má mechanickou závěrku. Používá 1palcový, 20 MP CMOS snímač. Pořizuje 4K videa s 60 snímky za minutu a datovým tokem 100 Mb/s. Objektiv fotoaparátu je širokoúhlý. Pro přenos HD obrazu využívá technologii Lightbridge propojenou s aplikací DJI GO 4. [34]

Sledování objektů

Pro sledování objektů poskytuje dron tři automatizované režimy. V režimu Draw lze trasu nakreslit na obrazovku ovladače. Dron letí daným směrem a v dané výšce. Pilot si může vybrat z pod režimu Standart, kdy je kamera natočena po směru letu, nebo pod režimu Free, kdy lze kameru natočit libovolným směrem. [31]

Dalším režimem je ActiveTrack, který automaticky rozezná předměty, výpočtem si upraví styl letu a dosáhne tak plynulo následování. V tomto režimu je možné volit ještě režim Trace, kdy dron předmět následuje nebo před ním couvá a zároveň se automaticky vyhýbá překážkám. Druhou možností je let souběžně s předmětem a natáčení z profilu. Posledním volitelným režimem je Sportlight, kdy kamera drží předmět ve středu záběru a dron libovolně létá okolo. [32]

Třetím režimem sledování objektů je TapFly. Pilot kliknutím na obrazovku ovladače určí místo letu. Pilot tak má možnost soustředit se na detailní záběry. Nevýhodou tohoto režimu je vypnutí automatického vyhýbání se překážkám. Dron může letět v dalším voleném režimu TapFly Forward, TapFly Backward, kdy se dron vrací a TapFly Free, kdy je trasa vpřed uzamčena a pilot volí otáčení až během letu. [32]

Během letu si dron zaznamenává trasu a může pak automaticky vybrat nejvhodnější trasu pro návrat. Tento režim je vhodný např. při změně počasí nebo při ztrátě spojení. Nadstandartní je pak režim s použitím gest. Dron dovede rozeznat, pokud snímaná osoba zvedne ruce a dívá se do kamery. Osobu uzamkne ve středu záběru. Po připažení se automaticky spustí samospoušť a dron pořizuje, bez dálkového ovládání, fotografie. [34]

Príslušenství a cena

Dron je dodáván v přepravním boxu s ovladačem, baterií, nabíječkou, napájecím kabelem, dvěma páry vrtulí, MikroSD kartou s pamětí 32 GB nebo 16 GB.

Cena dronu se u autorizovaných prodejců aktuální pohybuje v rozmezí 45.000 - 47.000 Kč. [31]

Tab. 9 - Technické údaje a parametry dronu Phantom 4 Pro V2.0 [zdroj vlastní]

Letecké parametry	
Doba letu:	až 29 minut
Rychlost:	až 72 km/h
Rychlost stoupání / klesání	- stoupání cca 21 km/h (6 m/s) - klesání: 14 km/h (4 m/s)
Dosah	cca 7 km
Maximální servisní výška letu	6 000 m nad mořem
Režim letu	
Follow-me	za, vpředu, boční, návrat domů
Velikost	
Rám	350 mm
Hmotnost	
	1 375 g
Baterie	
Vyjímatelná	lithium polymer 5 879 mAh
Životnost baterie	max 29 minut, k zajištění bezpečného přistání 24 minut
Fotoaparát	

Kamera	4K, 60 snímků za vteřinu
Kvalita fotografie	20 MP
Čip	1 palec CMOS
Úložiště	
Interní	16 – 32 GB
Možnost přidat Mikro SD kartu až 256 GB	
Dálkové ovládání	
WiFi	
Rozsah	2,4 GHz a 5,8 GHz
Micro USB, USB Type-C, osvětlení	

7.3 SWOT analýza

Swot analýza je univerzální metoda, hodnotící silné a slabé stránky zároveň s příležitostmi a hrozbami. Do každé hodnocené kategorie je vhodné uvést alespoň 4 faktory. Výsledkem je celkové zhodnocení jednotlivých faktorů, které pomůže při rozhodování o vhodnosti užívání dvou konkrétních dronů.

7.3.1 Swot analýza dronu DJI Mavic Air 2

Z technických parametrů dronu Mavic Air 2 jsem vybrala klíčové vlastnosti a subjektivně je ohodnotila. Pro přehlednost hodnocení parametrů a vlastností uvádím v tabulkách spolu s vypočtenými váhami a váženým skóre.

Tab. 10 - Hodnocení vlastností dronu DJI Mavic Air [zdroj vlastní]

S - Silné stránky	váha	hodnocení	vážené skóre
Rychlost	0.21	7	1.47
Kvalita videa	0.14	5	0.7
Výdrž baterie	0.22	8	1.76
Větší dosah ovladače	0.17	6	1.02
Zahrnutí systému Occusync	0.26	9	2.34
	1	35	7.29

W - Slabé stránky	váha	hodnocení	vážené skóre
Jedinečné součástky, které nemůžou být nahrazeny z jiných dronů	0.12	3	0.36
Velký cenový rozdíl základní a obohacené verze	0.15	4	0.6
Malá kapacita paměti – nutnost dokoupit microSD kartu	0.2	5	1
Vysoká paměťová náročnost na použitý smartphone	0.23	6	1.38
Energeticky náročný systém spojení	0.3	8	2.4
	1	26	5.74

O - Příležitosti	váha	hodnocení	vážené skóre
Kvalita fotografie	0.14	5	0.7
Adekvátní velikost	0.14	5	0.7
Malé balení příslušenství	0.18	6	1.08
Snadné a rychlé sestavení	0.24	8	1.92
Světlo vespod	0.11	4	0.44
Modul mapy bezletových zón	0.19	6	1.14
	1	34	5.98

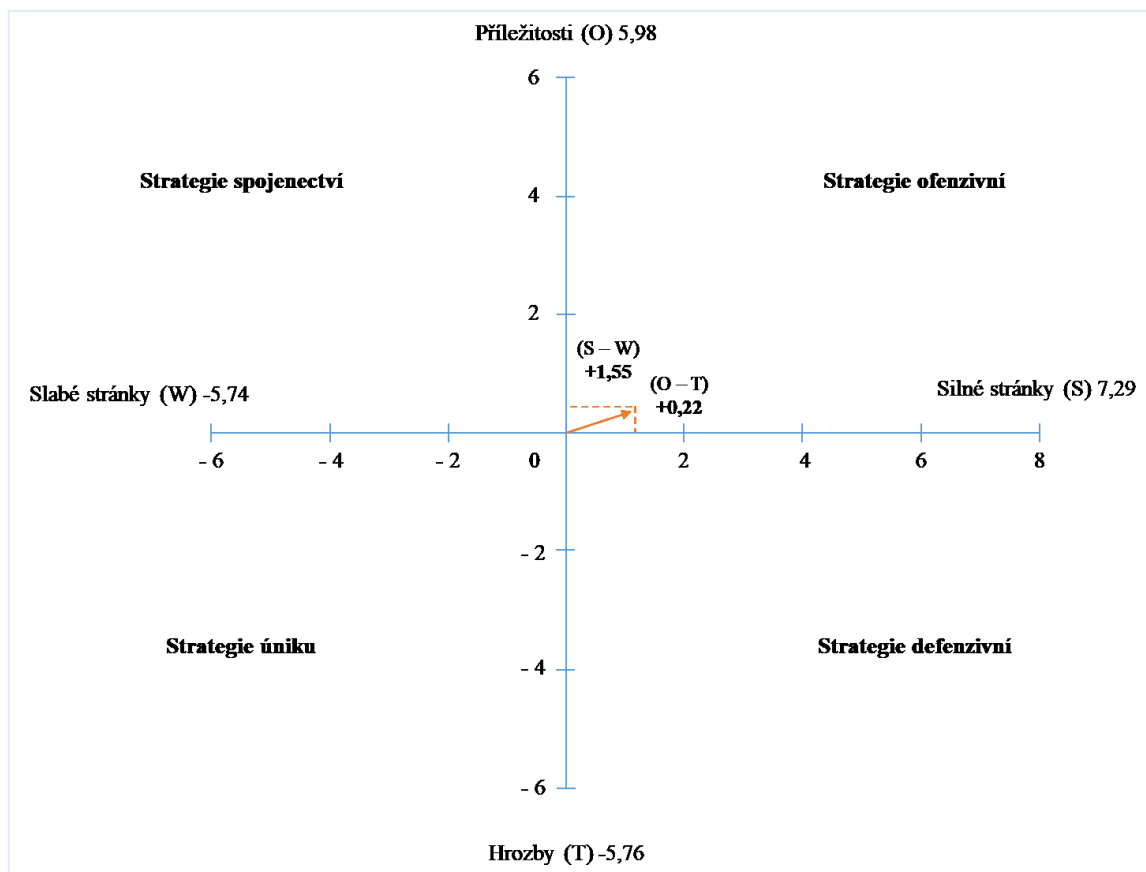
T- Hrozby	váha	hodnocení	vážené skóre
Rozměry ovladače	0.12	3	0.36
Chybějící LCD část na ovladači	0.25	6	1.5
Cena odpovídající novince	0.18	5	0.9
Připojení ovladače pouze na smartphone – konec možnosti připojení k tabletům Apple	0.15	4	0.6
Novinka, která ještě není odzkoušená	0.3	8	2.4
	1	26	5.76

Porovnala jsem silné a slabé stránky, následně i příležitosti a hrozby a vypočetala jejich rozdíly. Výsledek porovnání je graficky znázorněn.

Tab. 11 - Shrnutí a rozdílů jednotlivých částí swot tabulky [zdroj vlastní]

pozice	hodnocení
Silné stránky (S)	7.29
Slabé stránky (W)	5.74
Rozdíl (S-W)	1.55

pozice	hodnocení
Příležitosti (O)	5.98
Hrozby (T)	5.76
Rozdíl (O-T)	0.22



Graf 3 - Grafické znázornění výsledku Swot analýzy dronu DJI Mavic Air [zdroj vlastní]

Vyhodnocení SWOT analýzy dronu DJI Mavic Air 2

Mezi silné stránky vlastností dronu je uvedla jeho rychlost, která je v současné době neobvyklá, důležitá je i kvalita pořízených záběrů. Velmi důležitým faktorem, ovlivňujícím provoz dron je výdrž baterie. Její parametry jsem také zařadila do silných stránek. Dalšími kladnými vlastnostmi je nízká váha a možnost dron složit. Mezi slabé stránky patří jedinečnost náhradních dílů, ale i vysoká energetická náročnost provozu připojovaného mobilního zařízení. Ke dronu je bohužel potřeba dokoupit další mikroSD kartu.

7.3.2 Swot analýza dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0

Stejně jako u předchozí analýzy, jsem i u dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0 vybrala důležité vlastnosti a subjektivně je ohodnotila. Pro přehlednost hodnocení parametrů a vlasností opět uvádím v tabulkách spolu s vypočtenými váhami a váženým skóre.

Tab. 12 - Hodnocení vlastností dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0 [zdroj vlastní]

S - Silné stránky	váha	hodnocení	vážené skóre
Velmi rychlý	0.22	8	1.76
Málo hlučný	0.21	7	1.47
Dlouhá výdrž baterie	0.26	9	2.34
6 senzorů k vyhodnocení	0.17	5	0.85
Více možností volby režimu letu	0.1	4	0.4
	1	33	6.82

W - Slabé stránky	váha	hodnocení	vážené skóre
Letový čas pod 30 minut	0.23	7	1.61
Vysoká cena	0.25	8	2
Váha přes 1 kg	0.17	5	0.85
Větší rozměry	0.2	6	1.2
Nákladné náhradní díly	0.15	5	0.75
	1	31	6.41

O - Příležitosti	váha	hodnocení	vážené skóre
Samostatný ovladač, není třeba připojovat smartphone	0.23	8	1.84
Pevná konstrukce	0.2	7	1.4
Speciální vrtule	0.17	6	1.02
Kvalitní LCD obrazovka ovladače, dobrá viditelnost na	0.26	9	2.34
Nový typ kamery	0.14	4	0.56
	1	34	7.16

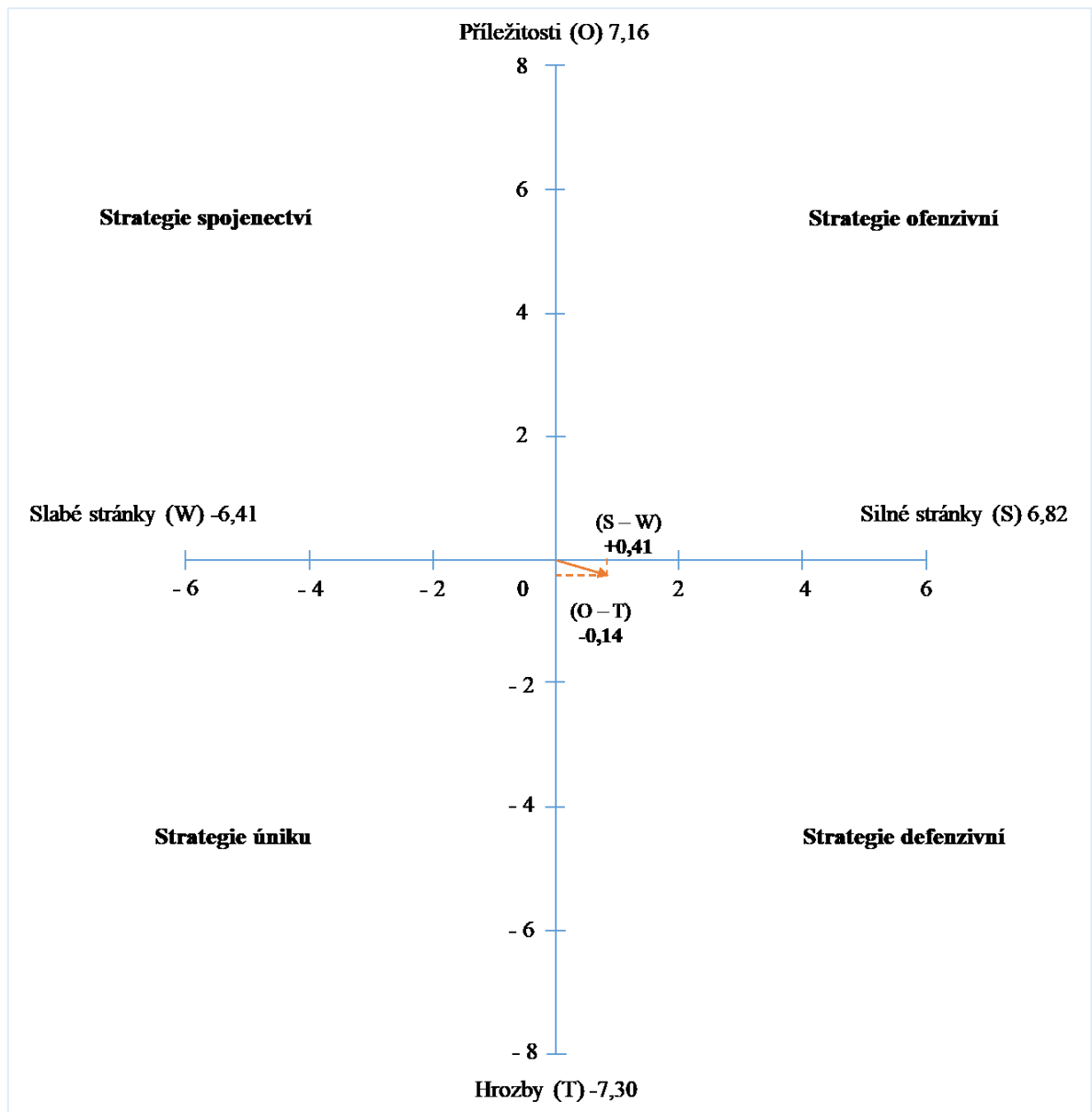
T - Hrozby	váha	hodnocení	vážené skóre
Rozeřová náročnost skladování a transportu	0.2	7	1.4
Nákladné náhradní díly	0.23	8	1.84
Náročné podmínky používání	0.17	6	1.02
Nemožnost dobíjet baterii přes powerbanku	0.26	9	2.34
Dva roky starý model	0.14	5	0.7
	1	35	7.30

Porovnála jsem silné a slabé stránky, následně i příležitosti a hrozby a vypočítala jejich rozdíly. Výsledek porovnání je znázorněn v grafu.

Tab. 13 - Shrnutí a rozdílů jednotlivých částí swot tabulky [zdroj vlastní]

pozice	hodnocení
Silné stránky (S)	6.82
Slabé stránky (W)	6.41
Rozdíl (S-W)	0.41

pozice	hodnocení
Příležitosti (O)	7.16
Hrozby (T)	7.30
Rozdíl (O-T)	-0.14



Graf 4 - Grafické znázornění výsledku Swot analýzy dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0 [zdroj vlastní]

Vyhodnocení SWOT analýzy dronu DJI Mavic Air 2

Mezi silné stránky vlastností dronu je uvedla jeho rychlost, která je v současné době neobvyklá, důležitá je i kvalita pořízených záběrů. Velmi důležitým faktorem, ovlivňujícím provoz dron je výdrž baterie. Její parametry jsem také zařadila do silných stránek. Dalšími kladnými vlastnostmi je nízká váha a možnost dron složit. Mezi slabé stránky patří

jedinečnost náhradních dílů, ale i vysoká energetická náročnost provozu připojovaného mobilního zařízení. Ke dronu je bohužel potřeba dokoupit další microSD kartu.

7.4 Vyhodnocení swot analýz

Podrobné popisy technických parametrů a vlastností jednotlivých dronů byly podkladem pro jejich analýzu. Z důvodu přehlednosti jsem drony analyzovala pomocí metody SWOT. Jednotlivé parametry jsem subjektivně zařazovala do silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Následně jsem je hodnotila, počítala váhu a vážené skóre. Hodnoty jsem uvedla v tabulkách. Porovnávala jsem silné a slabé stránky, následně i příležitosti a hrozby a vypočítala jejich rozdíly. Výsledky jsem zanesla do SWOT grafu, který je přehledně znázornil. Oba drony mají výrazné silné stránky. Mezi ně patří rychlost a dobré letové vlastnosti, které je možné ovládat na srovnatelnou vzdálenost. Výrobce i v levnější řadě Mavic poskytuje dostatečný počet antikolizních senzorů. Oba jsou vybaveny aplikacemi a systémy, které let dostatečně čistě přenáší. Stejně tak oba disponují kvalitní kamerou. Rozdíl je ve způsobu ovládání, kdy je třeba k dronu Mavic Air 2 připojovat smartophone, přičemž druhý hodnocený dron je ovládán ovladačem s LCD displejem. Dalším rozdílem, který je dle mého názoru podstatný, je možnost dron složit. Dron Phantom 4 Pro V2.0 je, na rozdíl od Mavic Air 2, celkově poměrně rozměrný a bez možnosti složení.

Vzhledem k výsledkům SWOT analýzy a s ohledem na potřeby letiště jsem jako vhodnější vybrala dron Mavic Air 2. Důvodem je skutečnost, že je v porovnání s druhým dronem levnějším a novějším typem, ale také jeho skladnost a nižší váha.

ZÁVĚR

Diplomová práce se věnovala problematice civilního letectví a provozu dronů. Byl zpracován základní legislativní přehled pro obě propojené oblasti, vysvětlily základní letecké pojmy i nové, specifické názvy užívané při práci s drony. V teoretické části byly drony rozděleny do základních skupin. Zároveň byly rozděleny dle aktuálních požadavků na jejich provoz a nastavení. Teoretickou část doplnilo zpracování bezpečnostního tématu pohotovostního plánování. Byly představeny jednotlivé složky, které při musejí při mimořádných událostech spolupracovat. V práci byl vysvětlen princip typových událostí, které jsou mezi provozovateli letišť sdíleny a musejí být zapracovávány do letištních pohotovostních plánů. Vypracování plánů je povinností každého provozovatele letiště, protože je tak usnadněn případný postup při realizaci typových událostí. Předpis, který je provozovatelům letiště poskytován k sestavení plánu, byl porovnán s poskytnutým neveřejným plánem popisovaného letiště. Bylo zjištěno, že poskytnutý plán neobsahuje postupy pro všechny předepsané typové události. V praktické části se typové události staly podkladem pro analýzu rizik. Byly jednotlivě hodnoceny a analyzovány metodou FMEA s použitím Paretova pravidla a Lorenzovy křivky. Dle míry vypočteného rizika byly rozděleny do skupin a následně shrnuty.

Výsledkem se stalo zjištění, že rizika plynoucí z typových událostí nebyla ani v jednom případě zhodnocena jako nepřijatelná. Letiště má tedy plán připraven dostatečně a je na rozhodnutí provozovatele, zda chybějící typové události do aktualizace plánu zahrne. V praktické části bylo dále představeno neveřejné letiště s jeho specifickým členěním. Následoval popis charakteru provozu, skladování pohonných hmot, ale i typ letových ploch. Popis letiště obsahoval i popis režimových opatření. Z nich byla identifikována rizika, která by mohla narušit bezpečný provoz na letišti. Rizika byla, stejně jako rizika typových událostí, analyzována metodou FMEA s opětovným použitím Paretova pravidla s Lorenzovou křivkou. Výsledkem analýzy bylo rozdělení rizik do skupin dle závažnosti. V druhé analýze již došlo k vyhodnocení nepřijatelných a nežádoucích rizik. Společným jmenovatelem těchto rizik byl neoprávněný vstup na pozemky letiště a poškození letových ploch. Vzhledem ke skutečnosti, že letiště není možné oplotit, musí provozovatel pravidelně, při osobních pochůzkách, kontrolovat stav letových ploch. Proto bylo navrženo využití možností práce dronů. V poslední kapitole byly představeny dva typy dronů, u kterých byly detailně popsány vlastnosti, ale i technické parametry. Na jejich základě byly rozděleny do čtyř skupin a metodou SWOT analyzovány. Metoda byla zvolena z důvodu možnosti

subjektivního hodnocení a grafické přehlednosti. Zjištěná hodnocení, váhy a vážené skóre byly uvedeno v tabulkách a dále dle principů metody dále vyhodnocováno. Konečné výsledky byly znázorněny v grafech. I přesto, že mají oba drony mají dobré letové vlastnosti, jsou rychlé a disponují jak kvalitními kamerami, tak antikolizními čidly, byl k užití na letišti doporučen novější z nich. Důvodem byla skladnost, nižší váha a cena.

Závěrem si dovoluji konstatovat, že obsah diplomové práce koresponduje s jejím zadáním a domnívám se, že cíle práce byly naplněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Zákon č. 49/1997 Sb. o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů: ze dne 6. 3. 1997. *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupný také z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/za%CC%81kon_49_1997_konsolidovane%CC%81_od_01_01_2018.pdf
- [2] Evidence letišť, Úřad pro civilní letectví. [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/Evidence-letis%CC%8Ct%CC%8C-15.pdf>
- [3] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 300/2008 ze dne 11. března 2008 o společných pravidlech v oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy a o zrušení nařízení (ES) č. 2320/2002, Evropský parlament. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1396614126468&uri=CELEX:32008R0300>
- [4] Zákon č. 412/2005 Sb., o ochraně utajovaných informací a o bezpečnostní způsobilosti, ve znění pozdějších předpisů ze dne 21. září 2005, Parlament České republiky. 2017. Dostupné z: <https://www.nbu.cz/cs/pravni-predpisy/1089-zakon-c-4122005/>
- [5] HARRIS, Lee William. *Sokolnictví pro začátečníky: úvod do sokolnictví*. [Líbeznice]: Víkend, 2008. ISBN 978-80-86891-96-5.
- [6] KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4.
- [7] KARAS, Jakub. *222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4874-7.
- [8] DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY: PŘEDPIS L 2 [online]. 2014, 6 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- [9] Letecký předpis pravidla létání L 2, MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY Zpracovatel: Úřad pro civilní letectví. [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/index.htm>

- [10] Aplikace AiSView, Řízení letového provozu pod Úřadem pro civilní letectví. [cit. 2020-07-25]. Dostupné z: <http://aisview.rlp.cz>
- [11] ARJOMANDI, MAIZAR. Classification of Unmanned Aerial Vehicles. Adelaide, 2007. Akademická práce. The University of Adelaide. [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/29666442/group9.pdf?1351173265=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DClassification_of_Unmanned_Aerial_Vehicl.pdf&Expires=1597012278&Signature=d719WxVHMR9VzgrIUgDyDOMy1cKp9HM3GXg7k6fjougOO2sfU6SfHNQyn22P2ZrrEI1RnjWnnfw8CfB1QNntXc01ed7aIL4KkSQn3pPnICTmUGGhYpJG3HHCQDcMhEPAWtLnqeilHf-gRNNfgu5f2~GNleNxDnp3g9n1plVtqgqMutE3YciXVhJUEb-JNLsLn01g58oovN2WHgwMshbjNOUbQav9jRNd6KSFO9ZZiBAi2AZNWka9SiTMyj5XVcPDoNRyZ9J4xMUBXdvRDQIM7Q6HI8gp8awQwZQTZGk1YmmDK0Eg9A~axpGF4xw9KxHr5xLC2itN80OVwo4cwJguA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- [12] Trikoptéra, DronesforSaleReview.com. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: <https://www.dronesforsalereview.com/tricopters/>
- [13] Kvadrakoptéra, SuperGamer.cz. [cit. 2020-08-02]. Dostupné z: https://www.supergamer.cz/jjrc-dronevode-odolna-kvadrikoptera-bila-p-366180.html?utm_source=5857d60fb0945&utm_medium=dognet&a_aid=5857d60fb0945&a_bid=c0cb384f
- [14] Drones, Military.com. [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.military.com/equipment/drones>
- [15] TYPES OF MILITARY DRONES: THE BEST TECHNOLOGY AVAILABLE TODAY, MyDroneLab. [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: <https://www.mydronelab.com/blog/types-of-military-drones.html>
- [16] Queen Bee, Imperial War Museum. [cit. 2020-08-03]. Dostupné z: <https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones>
- [17] Drony a IZS. DronySIT [online]. Plzeň, Česká republika: DronySIT [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: <https://dronysitmp.cz/sluzby/izs-a-krizove-rizeni/>
- [18] DUFKA, PETR, Bezpečnostní studie reálného využití bezpilotních letadel typu „Drone“. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního

- inženýrství, Katedra bezpečnostních služeb, 2017. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: https://dSPACE.vsb.cz/bitstream/handle/10084/118549/DUF0016_FBI_N3908_3908T005_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [19] Poradenský materiál pro tvorbu letištních pohotovostních plánů: ze dne 15. 1. 2018. *Úřad pro civilní letectví*. Dostupný také z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/LPP_poradensk%C3%BD-materi%C3%A1l-1.pdf
- [20] Letecký předpis letiště L14: ze dne 8. 11. 2018. *Ministerstvo dopravy České republiky, zpracovatel: Úřad pro civilní letectví*. Dostupný také z: https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/data/print/L-14_cely.pdf
- [21] Přijatelné způsoby průkazu (AMC) a poradenský materiál (GM) k požadavkům na úřady, organizace a provoz pro letiště: ze dne 27. 2. 2014. *Evropská agentura pro bezpečnost letectví*. Dostupný také z: https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/AMCGM_ADR_konsolidovane_A2-1.pdf
- [22] Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů 108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů: ze dne 14. 5. 1997. *Ministerstvo dopravy České republiky*. Dostupný také z: https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Letecka-doprava/Pravni-predpisy/Konsolidovane-zneni-vyhlasiky-MDS-c-108-1997-Sb/vyhlasika_108_1997_konsolidovane_od_15_03_2019.pdf.aspx
- [23] Letecký předpis O odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů L13: ze dne 25. 10. 2001. *Ministerstvo dopravy České republiky*. Dostupný také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-13/data/print/L13-cely.pdf>
- [24] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, c2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- [25] ČSN EN 60812. Techniky bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobu a důsledku poruch (FMEA). Praha: Český normalizační institut, 2007
- [26] RUČKA, PETR. Využití Paretovy analýzy pro zpracování výrobních dat, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2015. [cit. 2020-08-01]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=100492

- [27] DJI - MAVIC AIR 2, TELINK, spol. s r.o. [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/cs/mavic-air-2/9615-dji-mavic-air-2-6958265100307.html>
- [28] MAVIC AIR 2: ČESKÁ MEGARECENZE DÍL 1/2, TELINK, spol. s r.o. [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/cs/Novinky-clanky/novinky-clanky/mavic-air-2-ceska-megarecenze-dil-12->
- [29] Mavic Air 2 Fly More Combo: Is It Worth It? DJI. [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: <https://store.dji.com/guides/mavic-air-2-fly-more-combo-worth-it/>
- [30] Šíblová, Kamila. *Možnosti využití ADS-B pro řízení provozu v CTR a po ploše*. Brno, 2015. Diplomová práce. Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=102963
- [31] Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0, DronPro.cz. [cit. 2020-08-05]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/dji-phantom-4-pro-v2-0-1>
- [32] DJI - PHANTOM 4 PRO V2.0, TELINK, spol. s r.o. [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: <https://www.djitelink.cz/cs/phantom-4-pro-pro-v-20/9798-dji-phantom-4-pro-v20-6958265164927.html>
- [33] Phantom 4 Pro V2.0: Unboxing and Highlights, DJI. [cit. 2020-08-04]. Dostupné z: <https://store.dji.com/guides/phantom-4-pro-v2-unboxing-and-highlights/>
- [34] Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0, DronPro.cz. [cit. 2020-08-05]. Dostupné z: https://dronpro.cz/phantom-4-pro-v2-0?gclid=CjwKCAjw1K75BRAEEiwAd41h1In1l2ntHRQizrZ_Jo-whii6W6-vSdUohTmFzz0JWTyUUaqaXDb-fRoCzZ0QAvD_BwE

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zákon Zákon č. 49/1997 Sb. o civilním letectví, ve znění pozdějších předpisů

Úřad Úřad pro civilní letectví

VLOS Visual Line of Sight – Vizuální vzdálenost dohledu

TWR Řídicí věž letiště

AFIS Letová informační služba

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Ukázka zobrazení letových omezení v České republice [10]	27
Obr. 2 – Trikoptéra [12]	29
Obr. 3 – Kvadrakoptéra [13].....	30
Obr. 4 - Queen Bee [16]	31
Obr. 5 – Části Letištního pohotovostního plánu [zdroj vlastní].....	35
Obr. 6 - Dron DJI Mavic Air 2 [27]	53
Obr. 7 - Dálkový ovladač dronu DJI Mavic Air 2 [27]	55
Obr. 8 - Dron DJI Phantom 4 Pro V2.0 [31].....	59
Obr. 9 - Dálkový ovladač dronu Phantom 4 Pro V2.0 [33].....	61

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Rozdělení dronů dle Doplnku X [8]	32
Tab. 2 - Analýza obsahu letištního pohotovostního plánu zkoumaného letiště [zdroj vlastní]	38
Tab. 3 - Pomocná tabulka k výpočtu míry rizika [zdroj vlastní]	46
Tab. 4 - Výpočet míry rizik typových událostí [zdroj vlastní]	46
Tab. 5 - Vyhodnocení rizik typových událostí [zdroj vlastní]	47
Tab. 6 - Výpočet míry rizik bezpečnostní nastavení [zdroj vlastní]	49
Tab. 7 - Vyhodnocení rizik bezpečnostního nastavení [zdroj vlastní]	50
Tab. 8 - Technické údaje a parametry dronu DJI Mavic Air 2 [zdroj vlastní]	58
Tab. 9 - Technické údaje a parametry dronu Phantom 4 Pro V2.0 [zdroj vlastní]	63
Tab. 10 - Hodnocení vlastností dronu DJI Mavic Air [zdroj vlastní]	65
Tab. 11 - Shrnutí a rozdílů jednotlivých částí swot tabulky [zdroj vlastní]	65
Tab. 12 - Hodnocení vlastností dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0 [zdroj vlastní].....	67
Tab. 13 - Shrnutí a rozdílů jednotlivých částí swot tabulky [zdroj vlastní]	67

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Rizika typových událostí po aplikaci Paretova pravidla a Lorenzovy křivky [zdroj vlastní]	47
Graf 2 - Rizika bezpečnostního nastavení po aplikaci Paretova pravidla a Lorenzovy křivky [zdroj vlastní]	50
Graf 3 - Grafické znázornění výsledku Swot analýzy dronu DJI Mavic Air [zdroj vlastní]	66
Graf 4 - Grafické znázornění výsledku Swot analýzy dronu DJI Phantom 4 Pro V2.0 [zdroj vlastní]	68