

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKÁ A SPRÁVNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Využití UAS při zabezpečení průmyslového
objektu

2023

David Horváth

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. David Horváth**
Osobní číslo: **E21830**
Studijní program: **N0688A140007 Informatika a systémové inženýrství**
Specializace: **Informační a bezpečnostní systémy**
Téma práce: **Využití bezpilotních prostředků při zabezpečení průmyslového objektu**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je navrhnout využití dronu pro zvýšení bezpečnosti průmyslového areálu firmy.
Osnova:

Bezpečnost průmyslového areálu - charakteristika.
Bespilotní prostředky a používané senzory, legislativní rámec použití beypilotních prostředků.
Charakteristika firmy a jejího areálu.
Návrh možných způsobů využití dronů pro zajištění bezpečnosti areálu.
Ochrana areálu před drony.

Rozsah pracovní zprávy: **cca 50 str.**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

CUSTERS, Bart. *Future of Drone Use: Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*. The Hague: T.M.C Asser Press, 2016. ISBN 9462651310.

NOVÁK, Jan Antonín. *Drony: Kompletní průvodce včetně nové legislativy*. Praha: Grada, 2021. ISBN 978-80-271-0775-9.

Opatření obecné povahy. In: . Praha: Úřad pro civilní letectví, 2020, ročník 2020, Čj. 15149-20-701.

ZAVRSNIK, Ales. *Drones and Unmanned Aerial Systems: Legal and Social Implications for Security*

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jitka Komárková, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce: **1. září 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2023**

L.S.

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.
děkan

RNDr. Ing. Oldřich Horák, Ph.D. v.r.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem Použití dronů při zabezpečení velkých průmyslových objektů, jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 29. 7. 2023

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval prof. Ing. Jitce Komárkové, Ph.D., za její nasměrování k rozšíření znalostí o milovaném leteckém řemesle, cenné rady a profesionální vedení práce. Dále poděkování patří mojí skvělé rodině, zejména ženě Michaele, nejen za významnou mnohaletou podporu, ale i za konkrétní pomoc se studiem a zpracováním práce, a také kamarádovi Mgr. Martinu Husovi npor. v. v. za podporu v dálkovém studiu a ceněné odborné rady.

ANOTACE

Dávno jsou pryč časy, kdy strážný podniku seděl u televize s vestavěnou anténou a sledující sportovní zápas, byl připraven na zavolání pevného telefonu, nebo dle předem naplánovaného času provést obchůzku objektu. V dnešních dobách jsou technologicky vyspělými pulty centrální ochrany standardně dozorovány i soukromá obydlí, natož velké průmyslové areály. Areály velkých firem, které jsou zásadními hráči na poli průmyslu, nebo firmy státní důležitosti, jsou mnohonásobně zabezpečovány moderním senzorickým vybavením, a jejich hodnoty vyvedeny na pulty centrální ochrany, sledující snad každý parametr, na který si vzpomenete. Přese všechno zabezpečení, je stále v mnohých případech nutné vyslat na zaznamenaný signál fyzickou ostrahu, která je schopna teprve ověřit relevantnost narušení chráněného objektu, popřípadě zadržet narušitele. Před samotným nasazením zásahové jednotky, jsme totiž v dnešní době schopni ověřit závažnost narušení objektu, popřípadě snížit ohrožení zasahující živé síly použitím bezpilotních prostředků v rolích multispektrálních průzkumníků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpilotní systémy, drony, požární bezpečnost, technická bezpečnost

TITLE

The use of UAS in the security large industrial facilities

ANNOTATION

Long gone are the days when the security guard of the company sat in front of a television with a built-in antenna and watched a sports match, was ready to call a landline or, according to a pre-planned time, to conduct a tour of the building. Nowadays, even private homes, let alone large industrial premises, are monitored by technologically advanced central protection desks. The campuses of large companies, which are essential players in the field of industry, or companies of state importance, are secured multiple times with modern sensor equipment, and their values are displayed on central protection desks, monitoring almost every parameter you can think of. Despite all the security, it is still necessary in many cases to send physical security to the raised alarm, which is only able to verify the relevance of the violation of the protected object, or to detain the intruder. Before the actual deployment of the intervention unit, nowadays we are able to verify the seriousness of the violation of the object, or reduce the threat to the intervening force by using unmanned aerial vehicles in the roles of multispectral explorers.

KEYWORDS

Unmanned aerial systems, drones, fire safety, technical safety

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD.....	15
1 ZABEZPEČENÍ FIREM	16
1.1 Bezpečnostní politika firmy.....	18
1.1.1 Řízení rizik.....	20
2 BEZPILOTNÍ SYSTÉMY (UAS).....	25
2.1 Dělení UAS a související legislativa.....	25
2.1.1 Dělení UAS dle stupně automatizace	25
2.1.2 Dělení dle způsobu letu.....	29
2.1.3 Legislativní dělení UAS dle evropské směrnice.....	33
2.1.4 Základní dělení vzdušného prostoru.....	38
2.1.5 OOP - Opatření obecné povahy	41
2.2 Bezpilotní prostředky používané bezpečnostními složkami ČR.....	47
2.2.1 Použití UAS u HZS ČR	47
2.2.2 Použití UAS u Policie ČR.....	49
2.3 Senzorické vybavení bezpilotních systémů	52
2.3.1 Dálkový průzkum Země	52
2.3.2 Senzory	54
3 MOŽNOSTI POUŽITÍ UAS VE PROSPĚCH PODNIKU.....	58
3.1 Centralizace dohledu – použití DPPC.....	59
3.2 Požární bezpečnost.....	60
3.3 Bezpečnost osob a majetku	61

3.4	Proces implementace UAS požadovanými možnostmi použití	62
3.4.1	Rozhodnutí o zavedení dronu	62
3.5	Příklad plánování letu UAV pomocí aplikace DroneView	65
4	OBRANA FIRMY PROTI DRONŮM.....	69
4.1	Principy protidronové ochrany.....	69
4.1.1	Detekce dronů	70
4.1.2	Eliminace dronů.....	71
	ZÁVĚR.....	73
	POUŽITÁ LITERATURA	75
	PŘÍLOHA - Historie bezpilotních systémů.....	79

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1: hierarchická struktura BPF (vlastní)	18
Obrázek 2: struktura BPF (vlastní)	19
Obrázek 3: znázornění vztahů mezi BPF a řízení rizik (vlastní)	21
Obrázek 4: Ošetření rizik (vlastní).....	24
Obrázek 5: Průzkumná vzducholod' nad spojeneckou základnou v Afghánistánu (vlastní)	29
Obrázek 6: Kontrola ovládacích prvků a spojení před letem RQ-11 Raen (vlastní)	31
Obrázek 7: Srovnání velikostí vrtulníkových UAV MQ8 a Black Hornet (wikimedia)	32
Obrázek 8: DJI matrice 300 (wikimedia)	33
Obrázek 9: Podkategorie provozu A1, A2, A3 (ÚCL)	36
Obrázek 10: Orientační schéma kategorií provozu bezpilotních systémů (ÚCL)	37
Obrázek 11: Členění vzdušného prostoru (ŘLP ČR).....	41
Obrázek 12: Grafické znázornění otevřené kategorie (ŘLP ČR)	42
Obrázek 13: Znázornění vrstvy "Grid" aplikace Dronview (ŘLP ČR)	44
Obrázek 14: Pravidla létání v blízkosti řízených letišť (ŘLP ČR)	45
Obrázek 15: Pomůcka pro podmínky letu dronu v CTR (ŘLP)	46
Obrázek 16: Vyvíjený protipožární dron (FEL ČVUT)	49
Obrázek 17: BRUS (PČR)	50
Obrázek 18: Flyability Elios (Flyability).....	51
Obrázek 19: PRIMOCO UAV ONE s poděšeným radarem IMSAR (Primoco UAV)	52
Obrázek 20: Srovnání EO a IR monitoringu požářiště (HZS ČR)	55
Obrázek 21: Obraz pořízený radarem IMSAR (IMSAR	56
Obrázek 22: Kontrola chladicí věže dronem (ČEZ)	58
Obrázek 23 Implementace UAS (vlastní).....	64
Obrázek 24:Zobrazení vzdušného prostoru pomocí aplikace Droneview (ŘLP).....	65

Obrázek 25: Zobrazení jednotlivých prvků vzdušného prostoru pomocí aplikace DroneView (ŘLP)	66
Obrázek 26: Rozbalovací popis jednotlivých prostorů (ŘLP).....	67
Obrázek 27: Detail vrstvy "Grid" aplikace DronView (ŘLP ČR).....	67
Obrázek 28: Zaměřovací hlavice Mounted rotating module (Kaspersky).....	71

SEZNAM ZKRATEK

<u>Zkratka</u>	<u>Anglický význam</u>	<u>Český význam</u>
AFIS	Aerodrome Fligh Information Service	Letištní letová informační služba
AGL	Above Ground Level	Výška nad úrovní zem. povrchu
AIP	Aeronautical Information Publication	Let. informační příručka
ARP	Areodrome Reference Point	Vztažný bod letiště (střed)
ASC	Acces Control System	System řízení vstupu
ATZ	Aerodrome Traffic Zone	Zóna neřízeného letiště
BOZP		Bezpečnost a Ochrana Zdraví při práci
BRUS		Bezpilotní Rotorový Univerzální systém
CCTV	Closed-Circuit Television	Uzavřený televizní okruh
CTR	Control Zone	Zóna řízeného letiště
DPPC		Dohledové Poplachové a Přijímací Centrum
DPZ		Dálkový Průzkum Země
EO	Electro-optic	Elektrooptický
EPS		Elektronický poplachový systém
FL	Flight Level	Letová hladina
FLIR	Forward Looking Infra Red	Termovizní monitorovací přístroj.
GNSS	Global Navigation Satelite System	Satelitní navigační systém
GŘ		Generální ředitelství

GSM	Groupe Special Mobile	Mobilní digitální síť
HZS		Hasičský Záchranný Sbor
CHKO		Chráněná Krajinná Oblast
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFR	Instrumental Flight Rules	Pravidla létání podle přístrojů
IR	Infra Red	Infračervený
ISR	Intelligence, Surveillance, Reconnaissance	Zpravodajství a průzkum
IZS		Integrovaný záchranný Systém
KOPIS		Krajské Operační a Informační Středisko
LIS		Letová Informační Služba
LKP		Zakázaný vzdušný prostor
LKPD		Kód letiště Pardubice
LKR		Omezený vzdušný prostor
LS PČR		Letecká Služba Policie ČR
MCTR	Military CTR	Vojenský řízený okrsek
MTMA	Military TMA	Vojenská koncová řízená oblast
MTOM	Maximum Take-Off Mass	Max. vzletová hmotnost
OOP		Opatření Obecné Povahy
PCO		Pult Centrální Ochrany
PZTS		Poplachové Zabezpečovací a Tísňové Systémy
RC	Radio Controlled	Rádiem řízený
ŘLP		Řízení Letového Provozu

TWR	Tower	Letištní stanoviště letových provozních služeb (Věž)
UAS	Unmanned Aerial System	Bezpilotní systém
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	Bezpilotní letadlo
ÚCL		Úřad pro civilní letectví
VFR	Visual Flight Rules	Pravidla létání za vidu
VIS	Visible	Viditelný
VTOL	Vertical Take-Off and Landing	Vertikální vzlet a přistání

ÚVOD

V této práci se podrobněji zaměřím na zabezpečení majetku a budov s použitím moderního způsobu představené senzorické kontroly zájmového území, pomocí bezpilotních prostředků. Záměrem bylo zhodnotit faktory, které je třeba mít na paměti, při pořizování bezpilotního systému do bezpečnostní struktury podniku. Možnosti jejich využití ve prospěch zabezpečení velkých objektů jsou poměrně rozsáhlé, a záleží pouze na firmě a její bezpečnostní politice nakolik je schopna zainvestovat do moderního systému zabezpečení a tento systém implementovat. Z tohoto důvodu se ve své práci nejprve zabývám komplexním pohledem na bezpečnostní politiku firmy.

Na počátku vývoje bezpilotní prostředky spíše velkých rozměrů a letadlových tvarů, působily ve prospěch vojenských složek. S postupující digitalizací a miniaturizací výpočetní techniky dostaly prostor malé bezpilotní prostředky do té doby nekonvenčních tvarů s více rotujícími nosnými plochami, nejčastěji kvadrokoptéry. Díky dostupnosti této technologie široké veřejnosti vyvstala potřeba regulace provozu, tak aby tyto prostředky nenarušovaly bezpečnost letového provozu, bezpečnost lidí a jejich soukromí. To vše bylo zohledněno v nových nařízeních evropské komise, která, měla výše tato rizika pokrýt.

Využití dronů v bezpečnosti firmy je opravdu rozsáhlé. Nemusí být pomocníkem jen fyzické ostrahy, ale také dokáže výrazně pomoci při zajištění požární bezpečnosti, ať už podnik má vlastní HZS nebo nikoliv. Primárním využitím dronů je v současné době senzorický monitoring. Ovšem nejen na poli logistiky, kde se významně vede vývoj přepravních schopností dronů, ale i v oblasti například požární bezpečnosti se vede vývoj hasebních schopností těchto pomocníků.

1 ZABEZPEČENÍ FIREM

Velké průmyslové podniky musí mít z důvodu potřeby komplexního zabezpečení svých aktiv důmyslně vypracovanou bezpečnostní politiku firmy. Jedná se o systémové řešení, o komplexní souhrn pravidel a schopností vedoucích dosažení k bezpečnosti podniku. Bezpečnost podniku je tedy chápána jako ochrana aktiv společnosti proti poškození, odcizení aktiv nebo jiné hrozbě. Obecně lze jako hrozbu popsat přírodní nebo člověkem podmíněný proces, který představuje ohrožení lidské společnosti, zde podniku a obvykle se definuje jako konkrétní zdroj, který může způsobit nežádoucí událost, jako je například hacker nebo vir. Hrozba může být identifikována na základě historických narušení bezpečnosti, současných trendů v kybernetické bezpečnosti nebo aktivit potenciálních útočníků. Pravděpodobnost, že nastane událost, kterou hrozba představuje, pak nazýváme riziko. Jde tedy o přímé vystavení společenských hodnot, zde aktiv podniku, hrozbě a velikost takového vystavení je závislá na součinnosti dalších podmínek. Pro lepší představu uvedu příklad. Pro dvě firmy, malou a velkou, je potenciální hrozba (hacker) shodná. Riziko, kterému čelí malá, v IT oblasti nezabezpečená (možnost napadení) je ale mnohonásobně vyšší než velké firmy s vypracovaným zabezpečením.

Podniky dělí svoji celkovou bezpečnost podle druhů hrozeb, velikostí rizik a podle toho, jak jim to ukládá zákon následovně:

- **Bezpečnost a ochrana zdraví při práci BOZP**

BOZP znamená Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. Jedná se o systém opatření, která mají za cíl zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při výkonu práce. BOZP se týká všech činností spojených s prací, včetně zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci s nebezpečnými látkami, materiály, stroji a zařízeními, ale také při práci v různých prostředích, jako jsou například výšky, prostředí s nebezpečím požáru nebo v prostorách s rizikem výbuchu. BOZP je regulován řadou právních předpisů v České republice, například zákonem č. 262/2006 Sb., zákonem č. 309/2006 Sb. a dalšími. Zaměstnavatelé jsou povinni dodržovat tyto předpisy a zajistit, aby jejich zaměstnanci měli při práci bezpečí a ochranu zdraví. (vůbp, 2012)

- **Bezpečnost informačních systémů**

Bezpečnost informačních systémů v České republice je upravena řadou právních předpisů. Konkrétně se jedná například o:

Zákon č. 181/2014 Sb., o kybernetické bezpečnosti - tento zákon se zabývá kybernetickou bezpečností a ochranou kritické infrastruktury, která je nezbytná pro fungování státu a společnosti.

Zákon č. 110/2019 Sb., o zabezpečení zpracování osobních údajů - tento zákon upravuje ochranu osobních údajů a jejich zpracování, včetně bezpečnosti informačních systémů používaných k zpracování osobních údajů.

- **Požární bezpečnost**

Upravena mimo jiné Zákonem č. 133/1985 Sb. Účelem zákona je vytvořit podmínky pro účinnou ochranu života a zdraví občanů a majetku před požáry a pro poskytování pomoci při živelních pohromách a jiných mimořádných událostech stanovením povinností ministerstev a jiných správních úřadů, právnických a fyzických osob, postavení a působnosti orgánů státní správy a samosprávy na úseku požární ochrany, jakož i postavení a povinností jednotek požární ochrany.

Právnické osoby a podnikající fyzické osoby plní povinnosti na úseku požární ochrany ve všech prostorách, které užívají k provozování činnosti. Za plnění povinností na úseku požární ochrany u právnických osob odpovídá statutární orgán a u podnikajících fyzických osob tyto osoby nebo jejich odpovědný zástupce. (AION CS, 2023)

- **Bezpečnost osob a majetku**

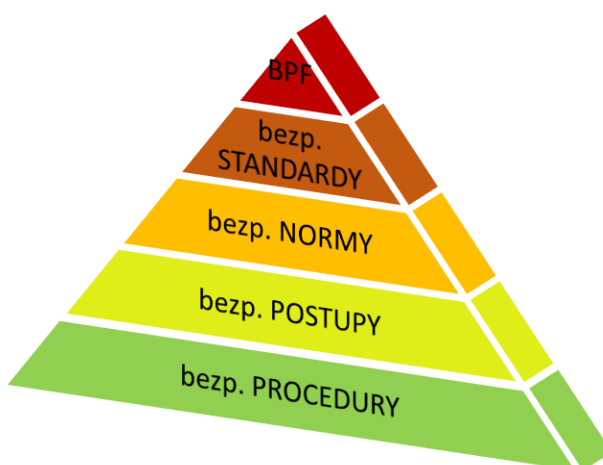
požadavek vyplývá z obecných zásad práva a zákona o obchodních korporacích (č. 90/2012 Sb.), který v § 76 odst. 1 uvádí, že "orgány obchodní korporace jsou povinny pečovat o majetek korporace a chránit jej proti poškození, odcizení a jinému neoprávněnému užití". (AION CS, 2023)

Konkrétní opatření, která právnické osoby musí přijmout k ochraně svého majetku, závisí na povaze jejich činnosti a druhu majetku, který vlastní. Obecně lze však říci, že právnické osoby by měly přijmout opatření, jako je například instalace zabezpečovacích systémů, uzamčení dveří a oken, používání bezpečnostních kódů a hesel, pravidelnou inventarizaci majetku a tak dále. Souhrn postupů, které mají snižovat možnosti rizik se nazývá Bezpečnostní politika firmy, kterou přiblížím v následující podkapitole.

1.1 Bezpečnostní politika firmy

Bezpečnostní politika firmy je ustálený pojem, který se standardně používá ve dvojitým smyslu. V první řadě jde o obecný přístup firmy, který vede ke snížení rizik pro její aktiva a dále jako konkrétní nástroj pro dosažení požadované úrovně bezpečnosti. Tvorba bezpečnostní politiky podniku je tedy komplexní činnost a její plánování je nejefektivněji prováděno metodou „shora dolů“, neboli od top managementu až po koncové uživatele a měla by být schopna odpovídat na několik základních otázek (Havelková, 2007):

- co chce firma chránit,
- proč to chce chránit,
- jak to chce chránit,
- jak ověřit, že je to opravdu chráněno,
- co bude dělat, když dojde k porušení bezpečnosti a vzniku škody

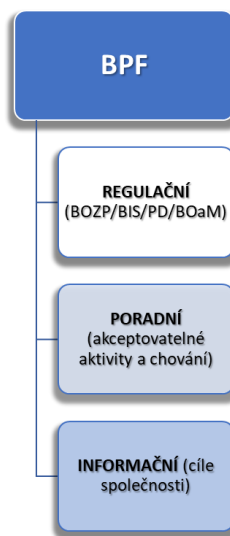


Obrázek 1: hierarchická struktura BPF (vlastní)

Top management podniku je zodpovědný za zavedení a definování politiky organizace. Jednotlivé bezpečnostní politiky definují nařízení pro nižší úrovně hierarchie organizace. Střední management pak doplňuje standardy, normy, směrnice a postupy, které řídicí pracovníci nejnižší úrovně nebo bezpečnostní specialisté potom implementují. (Hub, 2021) Koncoví uživatelé plní všechny podmínky a pravidla bezpečnostní politiky organizace, které se jich týkají. Tento přístup následně vytváří hierarchickou strukturu dokumentů:

1. Bezpečnostní politiky podle účelu (Hub, 2021):

- regulační, která je vyžadována, pokud se organizace týkají jakékoliv průmyslové nebo národní normy.
- poradní, která definuje chování a aktivity, které jsou akceptovatelné, a definuje následky nedodržení.
- informativní, která je nevynutitelná a obsahuje pouze informace o jednotlivých subjektech, jako např. cíle společnosti, nebo způsoby komunikace.



Obrázek 2: struktura BPF (vlastní)

2. Bezpečnostní standardy - jsou to taktické dokumenty, které definují postupy nebo metody, kterými se dosáhnou cíle a pokyny definovány v bezpečnostních politikách.

Pokud se bude jednat o rozsáhlé průmyslové areály, pak je velmi vhodné v rámci ochrany budov a majetku standardizovat využití pultů centrální ochrany, do kterých je

soustředěna datová informace o celistvosti zabezpečení objektu proti vnějšímu ohrožení. Tento přístup je samozřejmě vhodný i pro samostatné malé objekty, pokud je jejich hodnota, či ochrana pro firmu významná.

3. Bezpečnostní normy - definují minimální úroveň bezpečnosti, kterou musí daný systém uvnitř organizace splnit. Bezpečnostní normy jsou obvykle vytvářeny organizacemi, jako jsou například Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO).

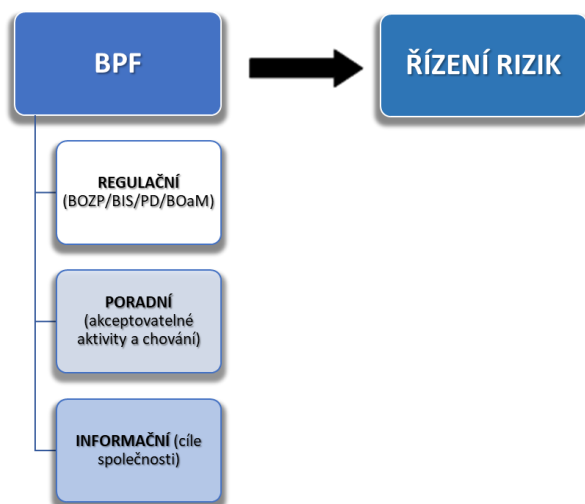
4. Bezpečnostní postupy - obsahují doporučení, jak standardy a normy implementovat a zajišťovat. Jsou to operativní průvodci, určené jak pro bezpečnostní specialisty, tak i pro koncové uživatele.

5. Bezpečnostní procedury - detailní návod popisující konkrétní akce, nezbytné pro implementaci bezpečnostních mechanismů, bezpečnostní kontrolu, nebo řešení. Můžou být zaměřeny na celý systém nebo na jeden konkrétní produkt nebo aspekt, jako např. implementace a provoz firewallu, nebo definice postupu upgrade antiviru.

V případě použití bezpilotních prostředků ve prospěch technické bezpečnosti jsou to právě bezpečnostní postupy a procedury, které jasně popíší, jak implementovat použití bezpilotního prostředku, tak aby se maximalizovala bezpečnost a např. zmenšil případný reakční čas v případě narušení bezpečnosti zájmového objektu. Nicméně je třeba mít na paměti, že použití takovýchto systémů je regulováno a musí naplňovat zákonné normy, jako např. zákon o civilním letectví.

1.1.1 Řízení rizik

Pojem riziko pochází z italštiny (z italského *risico*, znamenající úskalí), objevil se v souvislosti s lodní přepravou. Podle dnešních výkladů se jedná o nebezpečí vzniku ztráty a jeho význam není přesně definován (Smejkal Vladimír, 2013). V rámci bezpečnostní politiky firmy je asi nejběžnější definice pravděpodobnost vzniku ztráty, či nezdaru.



Obrázek 3: znázornění vztahů mezi BPF a řízení rizik (vlastní)

Rizika pro organizaci jsou spojována zejména se zdroji, změnami a okolním prostředím. Potom opatření proti rizikům a jak jím předcházet se nazývá řízení rizik a zahrnuje mnoho oblastí, jako jsou např. přírodní rizika, finanční rizika, obchodní rizika aj.

Řízení rizik je oblast managementu zaměřená na analýzu a snížení rizika, pomocí různých metod a technik prevence, které odhalují budoucí nebo eliminují existující faktory zvyšující riziko. Je to soustavná, opakující se sada navzájem provázaných činností, jejichž cílem je řídit potenciální rizika, tedy omezit pravděpodobnost jejich výskytu nebo snížit jejich dopad na organizaci a její cíle. Účelem řízení rizik je předejít problémům či negativním jevům, vyhnout se krizovému řízení a zamezit vzniku problémů (managementmania.com, 2016).

Řízení rizik rozeznává několik fází, které budou v následujícím textu zhruba popsány, bez detailnějších rozborů, jelikož cílem této kapitoly je pouze vytvořit ucelený obrázek o organizaci bezpečnosti ve firmě a využití bezpilotních prostředků v její prospěch.

1.1.1.1 Identifikace rizik



Základní klasifikace rizik je na interní a externí. Interní rizika jsou spojena s činnostmi a procesy v rámci organizace, které mohou vést k nežádoucím výsledkům. Patří sem například zneužití informací, krádeže, podvody, útoky zevnitř nebo chyby v IT systémech. Tato rizika mohou být způsobena jak úmyslným jednáním zaměstnanců, tak i neúmyslnými chybami v jejich činnosti.

Externí nebezpečí se vztahují k prostředí mimo společnost, jako jsou kriminální aktivity, konkurence, přírodní katastrofy, změny právních předpisů nebo geopolitické události. Tyto rizika mohou mít vliv na fungování společnosti a vést k finančním ztrátám, poškození pověsti nebo narušení strategických plánů. Některé metody rozpoznání rizik (Hub, 2021):

- Brainstorming
- Bezpečnostní kontrola
- Co se stane, když
- SWOT

1.1.1.2 Analýza rizik



Analýza rizik má za úkol pomoci s pochopením rizika a poskytnutím dalších podklady pro rozhodnutí o nutnosti zabývat se určenými riziky. Provádí podrobnou analýzu rizik, aby management lépe pochopil, jaký dopad by mohlo mít každé odhalené riziko na podnik. Analýza může zahrnovat výpočty finančních dopadů, technické analýzy nebo simulace scénářů, aby se zjistilo, jak by riziko mohlo ovlivnit provoz a jak by se s ním dalo nejlépe vypořádat. Mohou být identifikovány faktory, které ovlivňují následky a jejich pravděpodobnosti. Rizika se analyzují spojením následků a jejich pravděpodobností. (Hub, 2021)

1.1.1.3 Zhodnocení rizik



Zhodnocení rizik je proces, ve kterém se management snaží odhadnout kombinaci pravděpodobnosti vzniku škody a závažnosti této škody. Rizika jsou poměřována vzhledem k potenciálním dopadům a pak jsou stanoveny priority. Existují tři faktory, které ovlivňují vnímání dopadu (vúbp, 2012):

- povaha rizika (jaké problémy se mohou vyskytnout),
- rozsah rizika, (zda se mohou problémy vyskytnout)
- kombinaci celkové závažnosti jeho výskytu,
- načasování rizika (kdy a na jak dlouho se dopad projeví).

1.1.1.4 Ošetření rizik

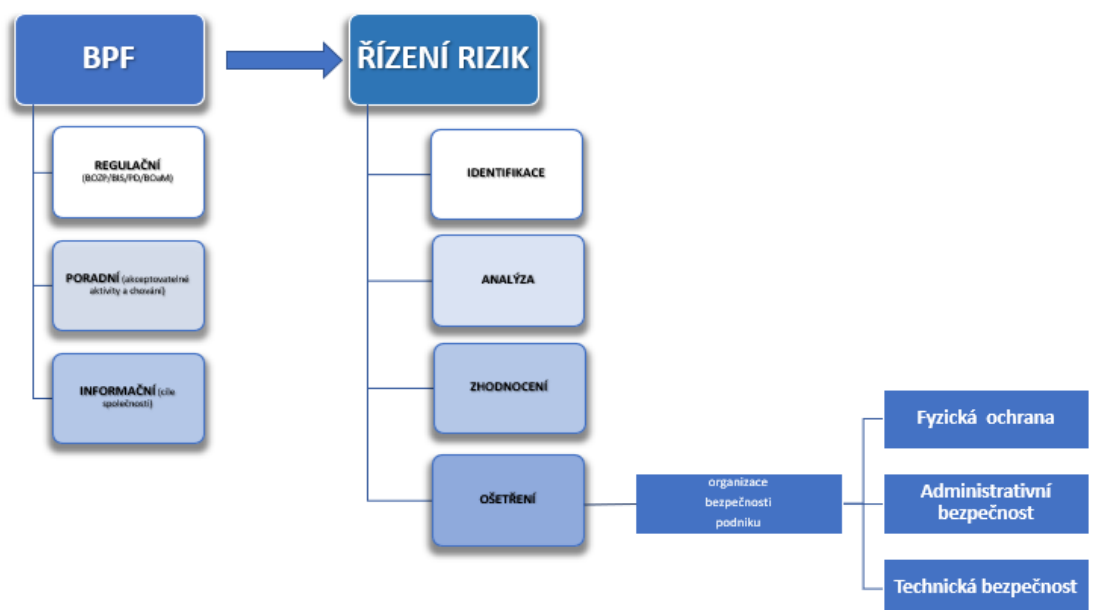


Po provedení analýzy rizik se musí management s každým rizikem vypořádat. Zhodnocení rizik managementem velkého podniku je klíčový proces, který umožňuje vedení podniku řídit rizika a zabezpečit, aby byla přijata vhodná opatření proti rizikům. V závislosti na povaze rizika a aktiv se rizika ošetřují následujícími způsoby (Hub, 2021):

- Snížení rizika – implementace bezpečnostních opatření pro eliminaci slabín a blokování hrozeb. Zůstává pouze reziduální riziko.
- Postoupení rizika – přemístění ceny ztráty a rizika jinému subjektu (organizaci).
- Akceptování rizika – smíření se s rizikem, pokud je cena opatření vyšší než očekávané ztráty.
- Ignorace rizika – Spoléhání, že riziko se nestane nikdy skutečností.

V reálné situaci se firma vypořádává obvykle kombinací výše uvedených způsobů, přičemž snižování rizika bývá uplatňováno v nejvyšší míře. To platí zejména v případě bezpečnosti osob a majetku. Pokud se společnost rozhodne jít cestou snižování rizik a investovat do implementace bezpečnostních opatření, dojde k organizaci bezpečnosti podniku nejspíše na administrativní, technickou a fyzickou bezpečnost, přičemž se tyto druhy bezpečnosti eliminující vnější hrozby v praxi prolínají.

- Administrativní bezpečnost – např. cestou bezpečnostních prověrek a administrativní kontroly přístupu personálu na pracoviště, v praxi prováděné kontrolovaným průchodem systémy kontroly vstupu (ASC);
- Technická bezpečnost – zabezpečením areálů firmy a jednotlivých pracovišť pomocí vhodných technologií, jako jsou poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS), elektronická požární signalizace (EPS), systémy kontroly vstupu (ASC) a kamerové systémy;
- Fyzická ostraha – bezprostředním dohledem nad ochranou prostor firmy a vstupů na režimová pracoviště pomocí pracovníků ostraha.



Obrázek 4: Ošetření rizik (vlastní)

2 BEZPILOTNÍ SYSTÉMY (UAS)

V rámci zvýšení efektivity zabezpečení objektů je vhodné, když má fyzická ostraha k dispozici kvalitní elektronický zabezpečovací systém. V nadcházejících letech budou bezpečnostní služby navíc stále častěji jako svého plnohodnotného parťáka využívat robotické a bezpilotní systémy. Když se s postupující globalizací před několika lety dostaly do popředí bezpilotní prostředky, vžilo se používání anglického ekvivalentu UAV (unmanned aerial vehicle - bezpilotní letadlo). S rostoucí komplikovaností technologií zabezpečujících provoz bezpilotních letadel se tento pojem v anglické literatuře změnil na UAS (unmanned aerial system).

Historie jejich použití sahá do období první a druhé světové války, kdy vyvstala potřeba vyslat nepilotovanou municí na území protivníka, bez ohrožení vlastních sil a prostředků. Následoval vývoj řízené munice, který se posléze využil pro nepilotované prostředky schopné vzletu nad zájmové území, sběru informací a návratu na místo určení k předání informace. Více o historii vývoje UAS najdete v příloze. V rámci této publikace budu využívat pojem UAV pro samotné letadlo (bepilotní letadlo, bezpilotní prostředek) a pojem UAS (bepilotní systém) pro zdůraznění komplexnosti systému řízení a plánování. Vzhledem k možnostem a způsobům využití, jaké nabízí současné bezpilotní prostředky, je třeba provést jejich technologické a legální rozlišení.

2.1 Dělení UAS a související legislativa

Dle dostupných zdrojů lze dělit bezpilotní prostředky mnoha způsoby. Pro potřeby svojí práce jsem se rozhodl provést roztřídění do kategorií dle stupně automatizace, uvedené v práci Zbyňka Maráka, aerodynamické dělení, dle způsobu letu a legislativní, které odpovídá novým evropským směrnici.

2.1.1 Dělení UAS dle stupně automatizace

Všechny bezpilotní létající systémy (nepočítaje řízené střely) lze zařadit do kategorií dle míry autonomie řízení, neboli možnosti pilota ovládat bezprostředně parametry letu. (Marák, 2021)

- Manuálně řízená
- Poloautomaticky řízená
- Automaticky řízená
- Autonomní režimy letu (Fail Safe)
- Autonomní dron

Manuální řízení

UAS je ovládané pomocí řídicích prvků na dálkově řídicí stanici, která dovoluje operátorovi jemné změny v ovládní letových parametrů, včetně ovládní drakových systémů, jako jsou klapky nebo podvozek. Takový druh ovládní vyžaduje velkou zkušenost, aby byl let proveden precizně, a bezpečně Tato funkce se využívá nejvíce při sportovním a rekreačním létání. Stabilizace jsou vypnuté. (Marák, 2021) (Nováková, 2019)

Poloautomatické řízení

„Let UAS je prováděn v přednastaveném režimu, který zadává dálkově řídicí pilot. Pomocí poloautomatických režimů UAS automaticky upravuje odchylky během letu (zatačení, klesání, stoupaní apod.). Stabilizované bezpilotní prostředky stále poskytují operátorovi možnost volby základních letových parametrů, jako jsou pozice, směr letu, výška, avšak let je stabilizován autopilotem a umožňuje tak operátorovi věnovat více času např. výnosům z průzkumných systémů daného letadla. Poloautomatické režimy jsou například“ (Marák, 2021):

- Režim GNSS - UAS udržuje režim letu zadaný pilotem (výška, zatačení, dopředný let, visení apod.)
- Režim Attitude - UAS automaticky odstraňuje odchylky od zadané polohy. Tento režim je využíván v případech, kdy je nedostatečný signál GNSS.
- Režim Course lock - UAS drží zadaný kurz, kterým doposud letěl před zapnutím režimu
- Režim Follow me - UAS je ovládáno pohybem osoby, která má ovladač
- Automatický vzlet a přistání

Automatické řízení

„Let UAV je prováděn podle předem nastaveného programu včetně rychlosti, výšky a trajektorie letu. Program letu může být během jeho průběhu změněn dálkově řídicím pilotem (změna výšky, nebo nastavení do jiného režimu – poloautomatického či manuálního). Automatický let lze provést pouze za předpokladu, že je k dispozici GNSS.“ (Marák, 2021)

Autonomní režimy letu – Fail Safe módy

„Režimy používané v případech, pokud dojde k poruše řídicího a datového spoje, nebo v případech ztráty vizuálního kontaktu UAV. Mohou být aktivovány manuálně dálkově řídicím pilotem, nebo automaticky. Za Fail Safe módy lze považovat:

RTH (Return to Home) - Automatický návrat na místo vzletu. Aby byla zajištěna správná funkčnost tohoto režimu, musí být zajištěn příjem signálu alespoň od 6 satelitů GNSS. Tento režim slouží k automatickému návratu UAV do bodu, kde vzlétlo.

Auto Hovering - UAV přejde do tzv. visení a postupným klesáním přistane v místě, kde došlo k přerušení datového spoje.“ (Marák, 2021)

2.1.1.1 Srovnání autonomních prostředků s automatickými dle ÚCL

Na stránkách ÚCL, věnujících se často kladeným otázkám ohledně problematiky dronů je uvedeno: „Autonomní dron je schopen provést bezpečný let bez zásahu pilota. Činí tak pomocí umělé inteligence, která mu umožňuje zvládat všechny druhy nepředvídaných a nepředvídatelných nouzových situací. Tím se liší od automatického provozu, kdy dron letí předem určené tratě definované provozovatelem dronu před zahájením daného letu. U tohoto typu dronu je nezbytné, aby dálkově řídicí pilot převzal kontrolu nad dronem a zasáhl při nepředvídaných událostech, pro které dron nebyl naprogramován. Zatímco automatické drony jsou povoleny ve všech kategoriích provozu, autonomní drony nejsou povoleny v „otevřené“ kategorii provozu. Autonomní drony vyžadují úroveň ověření souladu s technickými požadavky, což není slučitelné se systémem zavedeným pro „otevřenou“ kategorii. Autonomní provoz je místo toho povolen ve „specifické“ a také v „certifikované“ kategorii, kde nařízení

obsahuje dostatečně pružný nástroj pro ověřování požadavků s odpovídající úrovní robustnosti“. (ÚCL, 2023)

2.1.2 Dělení dle způsobu letu

Toto dělení se odráží od obecně platných poznatků, které se učí již studenti střeňích odborných škol zaměřených na leteckou techniku a kopíruje dělení pilotované letecké techniky. Primárně je v komerční sféře využíváno letounových a vrtulníkových UAV, nicméně je na místě připomenout, že prvotní dělení letadel je, na lehčí a těžší než vzduch.

- Lehčí než vzduch: - balóny - zejména pro meteorologická měření atmosféry a dálkový průzkum země (DPZ);
- vzducholodě - statická průzkumná platforma.
- Těžší než vzduch: - bezpilotní letouny;
- bezpilotní vrtulníky

V této práci se zaměřuji na letadla těžší než vzduch, které jsou pro potřeby monitoringu ve prospěch podniku použitelnější, jelikož snadno mění svoji pozici. K tomu je nutno ale poznamenat, že v průběhu operace ISAF na území Afghánistánu byly



Obrázek 5: Průzkumná vzducholod' nad spojeneckou základnou v Afghánistánu (vlastní)

upoutané vzducholodě s výhodou požívány k zabezpečení multispektrálního průzkumu rozlehlých objektů. Primárně se však jednalo o průzkum blízkého perimetru a přilehlého okolí velkých spojeneckých základen.

2.1.2.1 Křídlaté UAV – bezpilotní letouny

Jak uvádí P. G. Fahlstrom ve svojí knize, UAV s pevnými křídly pro profesionální využití, jsou schopny plnit mnoho důležitých úkolů. Zejména jde o shromažďování zpravodajských informací, sledování a průzkumu (v současnosti označováno jako ISR – za angl. Intelligence, Surveillance, Reconnaissance). Některé vojenské bezpilotní letouny s pevnými křídly byly upraveny pro společné mise kombinující ISR a použití zbraní, jako je řada letadel General Atomics Predator. Predator byl původně navržen pro misi ISR s letadlovým označením RQ-1. Pro úplnost je nutno podotknout, že v americkém klasifikačním systému vojenských letadel „R“ znamená průzkum a „Q“ jej klasifikuje jako bezpilotní vzdušný systém. Později se však označení Predatoru změnilo na MQ-1, (M znamená multirole - víceúčelový), díky aplikaci řízených střel Hellfire. Platformy UAS s pevným křídlem mají výhodu v tom, že nabízejí operátorům dlouhou výdrž letu buď pro maximalizaci času nad zájmovou oblastí, nebo pro maximalizaci doletu. Strategický letoun RQ-4 Global Hawk společnosti Northrop Grumman dokáže působit ve vzduchu okolo 30 hodin, s doletem více než 15 000 kilometrů (P.G.Fahlstrom, 2012). Platformy s pevnými křídly také nabízejí možnost provádět lety v mnohem větších výškách, kde nejsme schopni letadlo vidět pouhým okem. Letadla s pevnými křídly jsou schopna nést značné užitečné zatížení po delší dobu ve srovnání s letadly s vertikálním vzletem a přistáním (VTOL).

Praktickým využitím platform UAS s pevným křídlem vyplynuly některé nevýhody, kupříkladu logistika potřebná pro start a návrat na základnu může být velmi značná (známá jako velká „logistická stopa“), zejména u středních a velkých UAV. Ty mohou vyžadovat přistávací dráhy k přistání a vzletu, zatímco menší typy mohou využívat katapulty, aby dosáhly rychlosti letu pro vzlet a poté přistáli pomocí sítě nebo zachycovacího kabelu. Malé platformy s pevnými křídly, jako je AeroVironment Raven, jsou vypouštěny ručně a přistávají řízeným pádem na minimální rychlosti, či pomocí padáku. Na obrázku níže je zobrazena předletová

kontrola komunikace mezi UAV a řídicí konzolí a kontrola ovládacích prvků. Letouny RQ-11 Raven byly s výhodou nasazovány v protipovstaleckém boji pro svoji nenáročnost provozu, dobrou výdrž (cca 1hodina letu s dosahem 7 km) a tichost provozu.



Obrázek 6: Kontrola ovládacích prvků a spojení před letem RQ-11 Raen (vlastní)

V posledních letech také došlo k posunu směrem k malým, velmi jednoduchým UAS s pevnými křídly využívajícími jednoduchou polystyrenovou pěnu nebo 3 D tištěné díly, popřípadě kartonovou konstrukci. Tato letadla často nabízejí relativně vysokou kapacitu a odolnost a pro své snadné nasazení se ukázala jako velmi oblíbená u mnoha uživatelů, což dokumentuje nasazení prostředku SYPAQ Corvo, ukrajinskými silami při obraně proti ruské invazi. Corvo je malý australský létající prostředek určený původně k doručování balíčků do odlehlých míst s nosností 3-5 kg. Na žádost Ukrajiny byl však přestavěn jako nosič průzkumných senzorů. (JANES, 2023)

2.1.2.2 UAV s vertikálním vzletem a přistáním (VTOL) – bezpilotní vrtulníky

Platforma VTOL může být ve formě vrtulníku nebo letadla s pevnými křídly a sklopným rotorem. Nejznámějším vrtulníkovým VTOL UAS by mohly být Northrop Grumman MQ-8 Fire Scout, derivát posádkového vrtulníku, poháněný turbínou a první bezpilotní vrtulník používaný jako ozbrojená platforma. Zástupcem malých UAS je například AeroVironment

Vapor 55 s užitečným zatížením 10 kg. (AV, 2023) Za zmínku stojí také mikro UAV Black Hornet, který svojí vahou 20 g a výdrží 25 minut je výborným pomocníkem malých pěších, nebo průzkumných jednotek pro rozšíření situačního povědomí, s možností využití jak E-O kamery, tak IR kamery. (JANES, 2021)



Obrázek 7: Srovnání velikostí vrtulníkůvých UAV MQ8 a Black Hornet (wikimedia)

Ovšem nejběžnějším typem této kategorie jsou multikoptéry. Multikoptéry jsou zařízení, která se podobají klasickým vrtulníkům, jelikož jsou schopny vertikálního vzletu a přistání. Avšak, na rozdíl od vrtulníků, multikoptéry nemají vyrovnávací vrtulku, která by kompenzovala reakční moment jednoho rotoru, nýbrž jsou vybaveny dvojicemi rotorů. Větší počet vrtulí umožňuje vyšší výkon, stabilitu při manévrování a celkově zvyšuje bezpečnost při vzniku poruch, jako je například selhání jednoho z motorů během letu. Vrtule jsou vždy umístěny vedle sebe a otáčejí se opačným směrem. Oblíbenými prostředky u profesionálů jsou DJI Inspire, Aeryon nebo bezpečnostními složkami vyhledávaný DJI Matrice. (Marák, 2021)

Tyto platformy UAS mají jednoznačnou výhodu v malých rozměrech místa pro vzlet a přistání, jelikož většina z nich nepotřebuje přistávací dráhy nebo silnice ke vzletu nebo přistání a nevyžaduje žádný typ vybavení, jako jsou vzletové katapulty a sítě pro přistání. Na rozdíl od letadel s pevnými křídly může VTOL UAS monitorovat zájmovou oblast ze stacionární pozice. Další výhodou letadel VTOL je jejich vlastní schopnost pozorovat objekty ve velmi těsné blízkosti, například při inspekcích nebo při mapování v malých výškách (P.G.Fahlstrom, 2012). Malé UAV o velikosti RC modelu mají výhodu velmi rychlé doby nasazení, což je činí

ideálními pro pátrání a záchranu, pomoc při katastrofách nebo boj proti zločinu. Jednoduché vrtulníkové systémy lze uložit do zásahového vozidla a vyslat k plnění úkolu během několika minut. Tyto malé vrtulníky také nabízejí výhodu v tom, že jsou při provozu v malých výškách poněkud skryté a s využitím elektromotoru jsou dostatečně tiché. Zásadní nevýhodou malých elektrických vrtulníků spočívají v tom, že dosavadní technologie baterií neumožňovala dosáhnout dlouhé výdrže nad 60 minut, nicméně i zde je vidět hmatatelný technologický pokrok, kdy se výdrž moderních multikoptér předních výrobců dostává poměrně standardně nad tuto hranici.



Obrázek 8: DJI matrice 300 (wikimedia)

2.1.3 Legislativní dělení UAS dle evropské směrnice

Od roku 2022 začaly v praxi platit nová pravidla regulující provoz bezpilotních letadel neboli dronů. Tato nová pravidla se týkají všech typů tzv. dronů, včetně leteckých modelů. Pojem dron tak získává díky novým pravidlům obecnější význam a zahrnuje nově všechna letadla bez pilota. Bepilotní prostředky se nově nedělí pouze dle hmotnosti, ale i dle způsobu provozu a vychází z předpokladu, jakou škodu by mohla napáchat v případě havárie. (TELINK, 2020)

2.1.3.1 Dělení do tříd dle hmotnosti a stupně výbavy

Přesné znění vychází z NAŘÍZENÍ KOMISE V PŘENESENÉ PRAVOMOCI (EU) 2019/945 a je platné pro nově vyrobené drony od r. 2022. (TELINK, 2020):

- Třída C0

Max. hmotnost: 250 g / Max. rychlost: 19 m/s / Max. dosažitelná výška nad terénem: 120 m.

Bezpilotní systém musí být navržen tak, aby ovládání bylo co nejsnadnější. Neměl by mít ostré hrany, tvary a umístění vrtulí musí být navrženy tak, aby způsobily co nejmenší zranění. Letadla C0 mohou být vybaveny režimem Follow-me (automatického sledování) do max. vzdálenosti 50 m od pilota, s možností kdykoliv převzít řízení.

- Třída C1

Max. hmotnost: 900 g / Max. rychlost: 19 m/s / Maximální dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů nebo hodnota, kterou může zvolit pilot.

Oproti C0 musí mít navíc jedinečné sériové číslo v souladu s normou ANSI/CTA-2063 a přímou identifikaci na dálku. Musí vysílat informace o výrobním čísle, aktuální pozici, směru a výšce. Musí být vybaveny systémem „Geo-awareness“ obsahující informace o omezeních vzdušného prostoru. Musí mít jasné varování při nízkém stavu baterie letadla a řídicí stanice tak, aby měl pilot dostatek času pro bezpečné přistání.

- Třída C2

Max. hmotnost: 4 kg / Max. rychlost: neurčena / Max. dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů nebo hodnota, kterou může zvolit pilot.

Oproti C1 musí být systém navíc vybaven chráněným datovým spojem proti neoprávněnému přístupu k funkcím velení a řízení. Může být i upoután na lano o max. délce 50

m. V případě neupoutání systém vysílá kromě výrobního čísla i registrační číslo provozovatele. Musí být vybaven i režimem nízké rychlosti snižující maximální rychlost na nanejvýš 3 m/s. Systém musí být vybaven navíc světly pro účely lepší orientace a dobré viditelnosti v noci tak, aby umožnil osobě na zemi odlišit jej od letadla s posádkou na palubě.

- Třída C3

Max. hmotnost: 25 kg / Max. rychlost: neurčena / Max. dosažitelná výška nad terénem: 120 metrů nebo hodnota, kterou může zvolit pilot.

Ostatní vlastnosti stejné jako třída C2

- Třída C4

Maximální hmotnost: 25 kg

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

- Třída C5

Max. hmotnost: 25 kg / Max. rychlost: neurčena / Max. dosažitelná výška nad terénem může přesáhnout 120 metrů

Nemusí být vybaveno funkcí „Geo-awareness“. Může mít pevná křídla pouze při upoutaném provozu. Během letu poskytuje dálkově řídicímu pilotovi informace o výšce, kvalitě spojení a systémová varování. Není-li upoután, je vybaven režimem nízké rychlosti, který může zvolit dálkově řídicí pilot a který omezuje maximální pozemní rychlost na nanejvýš 5 m/s

- Třída C6

Max. hmotnost: 25 kg / Max. rychlost: 50 m/s při vodorovném letu / Nemusí být poháněn výlučně elektromotorem / Max. dosažitelná výška nad terénem může přesáhnout 120 metrů

Nemusí být vybaveno funkcí "Geo-awareness". Poskytuje prostředky k programování dráhy letu. Během letu poskytuje dálkově řídicímu pilotovi informace o výšce, zeměpisné pozici, kvalitě spojení a systémová varování. Bezpilotní systémy třídy C6 tedy dle specifikací zahrnují i neupoutané letouny s pevnými křídly schopné automatických (např. mapovacích) misí.

2.1.3.2 Dělení dle kategorií provozu

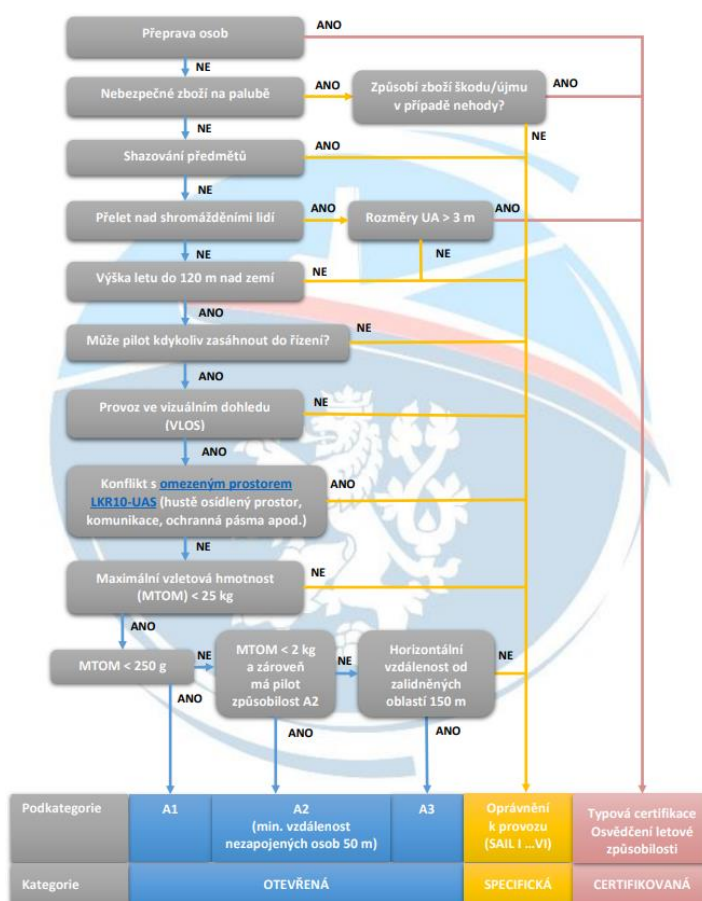
Přesné znění vychází z prováděcího nařízení komise (EU) 2019/947. Toto nařízení stanovuje podrobná ustanovení pro provoz bezpilotních systémů, jakož i pro personál, včetně dálkově řídicích pilotů a organizací zapojených do tohoto provozu“. Nařízení stanovuje rozdělení provozu bezpilotních systémů do 3 kategorií:

- Kategorie OTEVŘENÁ - kategorie bezpilotních systémů, u kterých s ohledem na související rizika není vyžadováno předchozí povolení příslušného úřadu, ani prohlášení provozovatele UAS před uskutečněním provozu. Tato kategorie se dále dělí na podkategorie provozu A1, A2, A3, přičemž podrobnosti provozu jsou uvedeny v následující tabulce.

Podkategorie „otevřené“ kategorie provozu	Štítek s označením třídy typu dronu
A1 Urbanistické oblasti, ale ne nad davy, nebo mimo urbanistické oblasti	Štítek s označením třídy C0, C1
	Soukromě zhotovený dron s MTOM < 250 g a rychlostí < 19 m/s
	Dron bez štítku s označením třídy s MTOM < 500 g (do 31. 12. 2023)
	Dron bez štítku s označením třídy s MTOM < 250 g včetně paliva a užitečného zatížení. (od 31. 12. 2023)
A2 Urbanistické oblasti při udržování nejméně 30 m (ve zvláštních případech až 5 m) od lidí, nebo mimo urbanistické oblasti	Štítek s označením třídy C2
	Dron bez štítku s označením třídy s MTOM < 2 kg (do 31. 12. 2023) (minimální vzdálenost od osob je v tomto případě navýšena na 50 m)
A3 Mimo urbanistické oblasti	Štítek s označením třídy C2, C3, C4
	Soukromě zhotovený dron s MTOM < 25 kg
	Dron bez štítku s označením třídy s MTOM < 25 kg (do 31. 12. 2023)
	Dron bez štítku s označením třídy s MTOM < 25 kg včetně paliva a užitečného zatížení uvedený na trh před 1. 1. 2024 (od 31. 12. 2023)

Obrázek 9: Podkategorie provozu A1, A2, A3 (ÚCL)

- Kategorie SPECIFICKÁ- je kategorie provozu bezpilotních systémů, u kterých s ohledem na související rizika je vyžadováno povolení příslušného úřadu před uskutečněním provozu, s uvážení zmírňujících opatření identifikovaných v posouzení provozního rizika (SORA, PDRA), s výjimkou určitých standardních scénářů (STS), u kterých je prohlášení provozovatele dostačující, nebo případu, kdy je provozovatel držitelem osvědčení provozovatele lehkého UAS (LUC) s příslušnými právy (ÚCL, 2023);
- Kategorie CERTIFIKOVANÁ- je kategorie provozu bezpilotních systémů, u kterých s ohledem na související rizika je vyžadována certifikace bezpilotního systému, osvědčení způsobilosti dálkově řídicího pilota a schválení provozovatele příslušným úřadem, aby byla zajištěna odpovídající úroveň bezpečnosti. (ÚCL, 2023)



Obrázek 10: Orientační schéma kategorií provozu bezpilotních systémů (ÚCL)

Oproti dřívější situaci se změnila povinnost online registrace. Neregistruje se dron, ale jeho provozovatel (zpravidla jím bude vlastník dronu). Registraci nepodléhá provozovatel dronu lehčího než 250 g, a přitom nemá kameru nebo jiný senzor schopný jakkoli zachycovat osobní údaje, nebo se jedná o hračku. Tou se rozumí dron, který je již předem vyvinutý jako zařízení určené k hraní pro děti do 14 let, je identifikován základním označením CE a je na něm uvedeno, že odpovídá směrnici č. 2009/48/ES. Naopak dron, který hračkou není, by měl být na obalu jasně označen štítkem „14+“ (ÚCL, 2023).

Po online registraci na webu ÚCL obdrží provozovatel „registrační číslo“, které musí být uvedeno na všech dronech, které vlastní, včetně těch soukromě zhotovených. Registrační číslo provozovatele by mělo být ve formátu: CZE jako kód členského státu, následovaný 12 alfanumerickými znaky generovanými systémem, kontrolním součtem a třemi neveřejnými znaky. Celý tento řetězec je součástí registračního čísla provozovatele. Toto číslo také musí provozovatel nahrát do „systému identifikace na dálku“, pakliže je jím dron vybaven. Registrační číslo na dron je provozovatel povinen umístit buď formou nálepky, nebo jiným způsobem umožňujícím jeho snadnou identifikaci (ÚCL, 2023).

2.1.4 Základní dělení vzdušného prostoru

Management společnosti, která uvažuje o tom, že do systému ochrany před vnějšími i vnitřními riziky zapojí bezpilotní prostředky, by měl mít na paměti, že operátor bezpilotního prostředku se stává uživatelem vzdušného prostoru, pro nějž platí určitá pravidla a povinnosti, které jsou regulovány zákony a opatřeními. Tato podkapitola slouží k seznámení potenciálního uživatele UAS s rozdělením vzdušného prostoru, jehož uživatelem se operátor letícího UAV stává a dále s legislativním rámcem, který omezuje použití těchto systémů.

Pro následnou orientaci v rozdělení vzdušného prostoru je třeba stanovit pojmy, jako jsou třídy vzdušného prostoru (vysvětlené níže), lety IFR (pravidla pro lety podle přístrojů, z angl. Instrument Flight Rules) a lety VFR neboli pravidla pro létání za vidu (z angl. Visual Flight Rules).

ICAO (Mezinárodní organizace civilního letectví) definovala vzdušný prostor do kategorií A-G. Vzdušný prostor třídy A je nejvíce restriktivní, zatímco G nejméně. Třídy A až D jsou řízeným prostorem (prostřednictvím služby řízení letového provozu, dále ŘLP) pro všechny lety a je zřizována zejména nad velkými letišti s předpokládanou koncentrací letového provozu. Třída E pouze pro IFR lety, a třídy F a G jsou prostory neřízenými. Níže uvádím výňatek základních pravidel pro lety v jednotlivých třídách, které se nacházejí v českém vzdušném prostoru (C, D, E a G).

2.1.4.1 Třídy vzdušného prostoru v ČR dle LIS ŘLP:

- **VZDUŠNÝ PROSTOR TŘÍDY C**

„Třída C umožňuje provádět lety podle IFR i VFR. Všem letům se poskytuje služba ŘLP (řízení letového provozu). Letům IFR se zajišťují rozstupy od jiných letů IFR a od letů VFR. Mezi lety VFR navzájem se rozstupy nezajišťují, ale jsou poskytovány informace o provozu a na vyžádání i rady k vyhnutí. Všechny lety musí získat před vstupem do třídy C letové povolení a udržovat stálé oboustranné rádiové spojení se zemí. Všechny lety letící v třídě C musí mít podaný letový plán. V českém vzdušném prostoru se třída C nachází všude nad FL 95 a také v celém TMA (Terminal maneuvering area) Praha.“ (Habrnal, 2023)

- **VZDUŠNÝ PROSTOR TŘÍDY D**

„Třída D umožňuje provádět lety podle IFR i VFR, přičemž všem letům se poskytuje služba ŘLP. Letům IFR se zajišťují rozstupy od jiných IFR letů a předávají se informace o provozu VFR letů. Letům VFR rozstupy od ostatního VFR a IFR provozu zajišťovány nejsou. Předávají se pouze informace o provozu. Všem letům se na žádost předává rada k vyhnutí. Všechny lety musí získat před vstupem do třídy D letové povolení a udržovat stálé oboustranné rádiové spojení se zemí. V českém vzdušném prostoru je třída D ve všech CTR (Control Zone) /MCTR a TMA/MTMA, s výjimkou TMA Praha.“ (Habrnal, 2023)

- **VZDUŠNÝ PROSTOR TŘÍDY E**

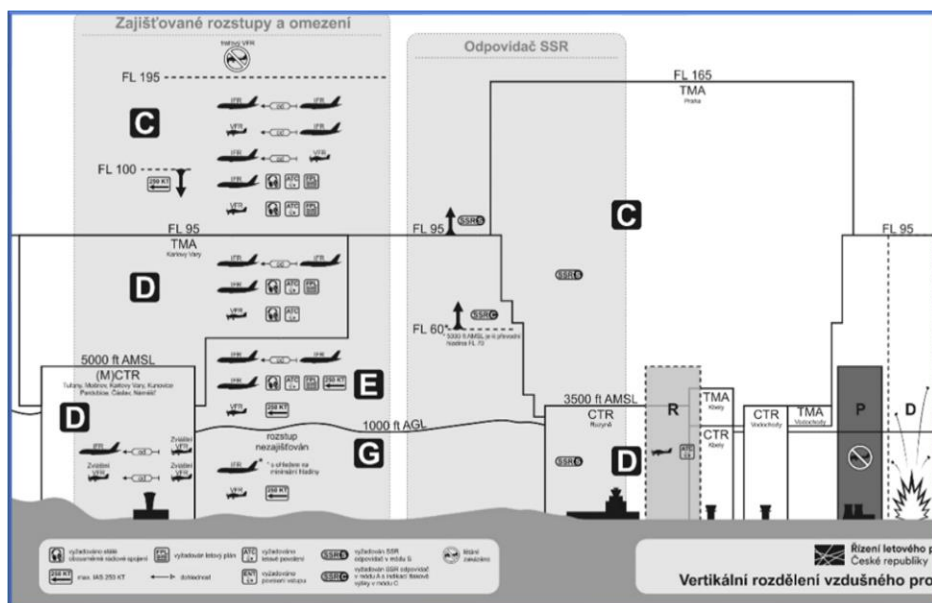
„Třída E umožňuje provádět lety podle IFR i VFR. Letům IFR je poskytována služba ŘLP. Od ostatních IFR letů jsou jim zajišťovány rozstupy. Pokud je to proveditelné, poskytují

se informace o VFR letech. Letům VFR se poskytují informace o provozu, je-li to možné (To znamená, že třída E je pro let VFR neřízeným prostorem.) Proveditelnost poskytnutí informace o provozu závisí především na tom, zda stanoviště letových provozních služeb má informace o VFR letu, který v třídě E nemá za povinnost se nikomu hlásit. Lety IFR jsou předmětem letového povolení a musí udržovat stálé obousměrné rádiové spojení se zemí. Lety VFR se mohou v třídě E pohybovat volně, tedy bez letového povolení a bez povinnosti být na spojení. V ČR je třída E veškerý vzdušný prostor nad 1000 ft AGL do FL 95, s výjimkou CTR/MCTR a TMA/MTMA. že čím výše se jako VFR pohybují, tím je větší pravděpodobnost, že se mohou s nějakým IFR letem potkat.“ (Habrnal, 2023)

- VZDUŠNÝ PROSTOR TŘÍDY G

„Třída G umožňuje lety podle IFR i VFR - je to taková letecká džungle, kde může být v podstatě úplně vše, co se udrží ve vzduchu. Všem letům je poskytována letová informační služba na vyžádání. V ČR je třída G veškerý vzdušný prostor do 1000 ft AGL, s výjimkou CTR/MCTR.“ (Habrnal, 2023)

Kompletní a aktuální informace o klasifikaci vzdušného prostoru každého státu naleznete vždy v letové informační příručce (AIP) daného státu v kapitole ENR 1.4. V případě České republiky je to AIP ČR na webu Letecké informační služby ŘLP ČR, s. p. (Habrnal, 2023)



Obrázek 11: Členění vzdušného prostoru (ŘLP ČR)

2.1.5 OOP - Opatření obecné povahy

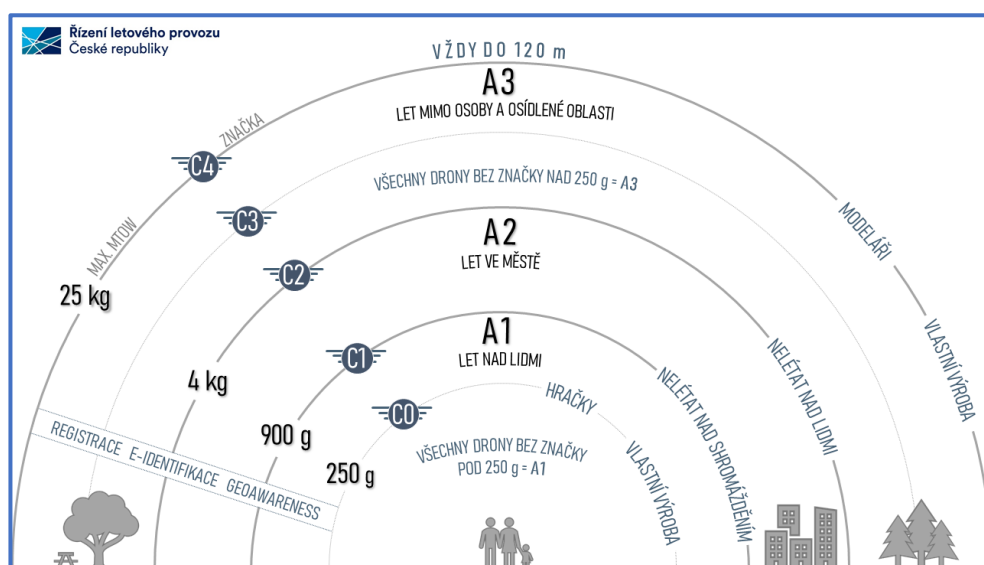
Kromě nařízení Evropské komise platných od 31. 12. 2020 ve členských zemích EU, která harmonizovala pravidla pro provoz bezpilotních systémů, jsou v ČR rovněž přejaty některé dodatečné podmínky z původního leteckého předpisu (L 2 – Doplněk X), které jsou nově uveřejněny ve formě opatření obecné povahy (OOP). OOP je předmětem dalšího vývoje a rozsáhlejší změny lze očekávat nyní po přijetí novely zákona o civilním letectví (č. 49/1997Sb.) Opatření obecné povahy je správním aktem, kterým Úřad stanovuje omezený vzdušný prostor „LKR10 – UAS“ se zvláštními podmínkami vstupu pro všechny provozovatele a dálkově řídicí piloty. OOP samozřejmě koresponduje s Leteckým předpisem L2 - Pravidla létání, vydaným ÚCL.

Nad rámec celoevropských provozních omezení stanovených v nařízení 2019/947, vymezuje OOP dodatečná pravidla pro poměrně širokou škálu uživatelů – od provozovatelů, kteří plánují létat s dronem v okolí řízených letišť, stejně tak jako pro piloty zamýšlející let v ochranných pásmech nebo všechny dálkově řídicí piloty, kteří chtějí létat ve městech. Níže uvedu vybrané oblasti pravidel létání s bezpilotními prostředky, které OOP upravuje. (ÚCL, 2023)

2.1.5.1 Létání v hustě osídlených prostorech dle OOP:

Dle ÚCL je hustě osídleným prostorem takový prostor, „který je ve městě nebo jiné obci používán převážně k bydlení, obchodním činnostem nebo rekreaci. Za hustě osídlený prostor není považováno území obce bez staveb (park, veřejná zeleň, proluka, louka, pole) bez infrastruktury (silnice, místní komunikace, chodník, cyklostezka, dráha tramvaje, trolejbusu, vlaku) a bez osob, které by provozem bezpilotního letadla mohly být ohroženy nebo tento provoz mohly vnímat jako zásah do jejich práv.“ (ÚCL, 2023) Létat v hustě osídleném prostoru mohou uživatelé pouze:

1. s dronem, jehož provozovatel nepodléhá registraci dle nařízení 2019/947 (tzn. s dronem pod 250 g maximální vzletové hmotnosti, který nemá kameru, anebo s kamerou, je-li dron hračkou);
2. s dronem ve specifické nebo certifikované kategorii provozu na základě oprávnění vydaného Úřadem a při dodržení podmínek v něm stanovených.



Obrázek 12: Grafické znázornění otevřené kategorie (ŘLP ČR)

2.1.5.2 Lety v ochranných pásmech

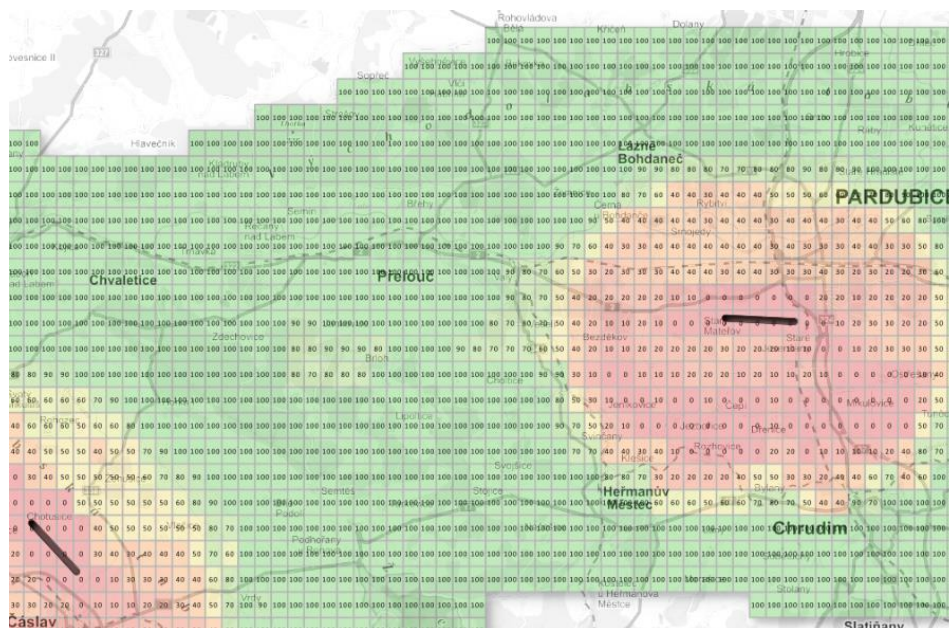
Létání v ochranných pásmech je upravováno:

- podél nadzemních dopravních staveb;
- tras nadzemních inženýrských sítí;
- tras nadzemních telekomunikačních sítí;
- uvnitř zvláště chráněných území;
- v okolí vodních zdrojů;
- objektů důležitých pro obranu státu.

Pokud chcete létat v ochranném pásmu výše zmíněného, musíte vlastnit oprávnění k provozu vydané ÚCL s předchozím souhlasem správního orgánu či oprávněné osoby. Výjimka platí, pro provoz bezpilotního letadla ve IV. zóně chráněné krajinné oblasti (CHKO), který je možný bez povolení Úřadu za podmínky, že prováděnou činností nebudou rušeny chráněné druhy živočichů.

2.1.5.3 Létání v blízkosti řízených a neřízených letišť

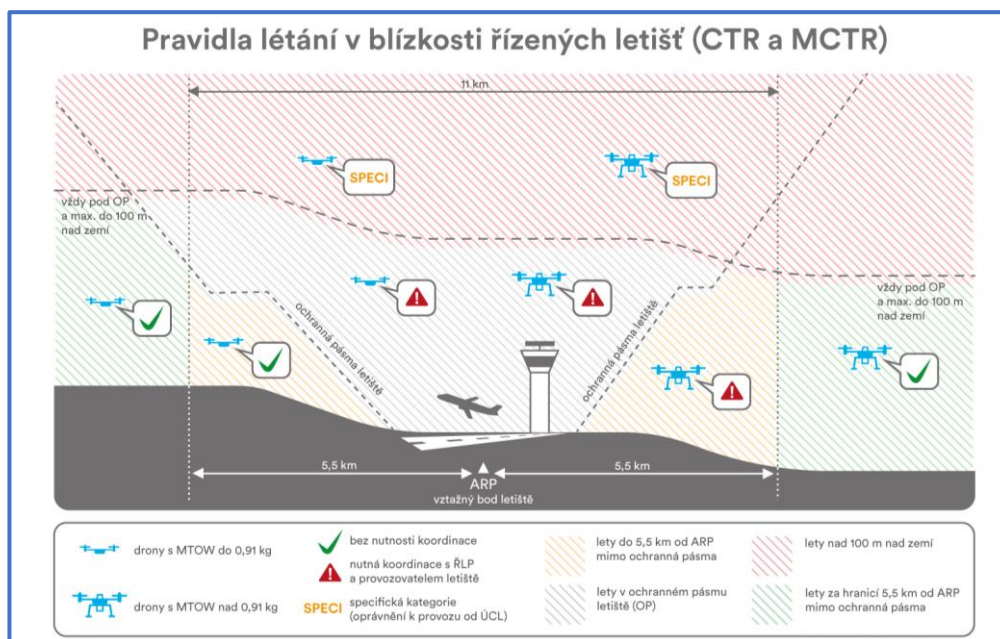
Z pohledu letištního provozu a poskytovaných služeb se letiště dělí na řízená a neřízená. Řízená letiště jsou ta, s větším množstvím provozu (Praha, Brno, Ostrava, Karlovy Vary, Vodochody, Kunovice) a letiště vojenská (Pardubice, Kbely, Čáslav, Náměšť), v jejichž okolí se letadlům poskytuje služba řízení za účelem zamezení srážkám vzájemným nebo s překážkami. Každé letadlo, musí v okolí řízeného letiště (označovaného jako CTR – Řízený okrsok) dodržovat instrukce z letištní řídicí věže, přičemž drony mají určité výjimky, pokud dodrží předem stanovená provozní omezení výšky a vzdálenosti. Všechna řízená letiště jsou znázorněna v aplikaci DroneView na stránce dronwiev.rlp.cz, do které je nově integrována i mapová vrstva „Grid“. Tato vrstva mapy uživatele zjednodušenou grafickou formou seznamuje s průběhem ochranných pásem s výškovým omezením staveb v konkrétní lokalitě v řízeném okrsku.



Obrázek 13: Znáornění vrstvy "Grid" aplikace DroneView (ŘLP ČR)

Gridy jsou sítí obdélníků v určitém geografickém prostoru, které umožňují pilotům bezpilotních letadel získat informaci o maximální povolené výšce letu v daném obdélníku. Tato informace je získávána na základě srovnání digitálních dat o terénu s údaji o ochranných páslech letišť a jejich výškových omezeních. Výsledný rozdíl těchto hodnot určuje nejvyšší možnou výšku letu v každém obdélníku, aby nedocházelo k porušování ochranných pásem.

Pravidla provozu dronů v blízkosti řízených letišť přibližuje následující obrázek s barevně vyznačenými sektory, díky kterým pilot snadno zjistí, jak se v daném prostoru chovat. (ŘLP, 2023)



Obrázek 14: Pravidla létání v blízkosti řízených letišť (ŘLP ČR)

Vzdušný prostor označený zelenou barvou

V těchto částech vzdušného prostoru je možné létat pod ochrannými pásmy s jakýmkoli dronem do 25 kg až do výšky 100 metrů nad zemí, nebo do výšky ochranného pásma bez nutnosti jakékoli koordinace. Maximální možnou výšku letu s ohledem na průběh ochranných pásem je možné si ověřit v mapové vrstvě Grid v aplikaci DroneView.

Vzdušný prostor označený oranžovou barvou

Pravidla provozu dronů jsou v této části vzdušného prostoru odvozena od jejich hmotnosti. S drony lehčími než 0,91 kg je zde možné létat pod ochrannými pásmy letiště bez nutnosti koordinace. Maximální možnou výšku letu s ohledem na průběh ochranných pásem je možné si ověřit v mapové vrstvě Grid v aplikaci DroneView.

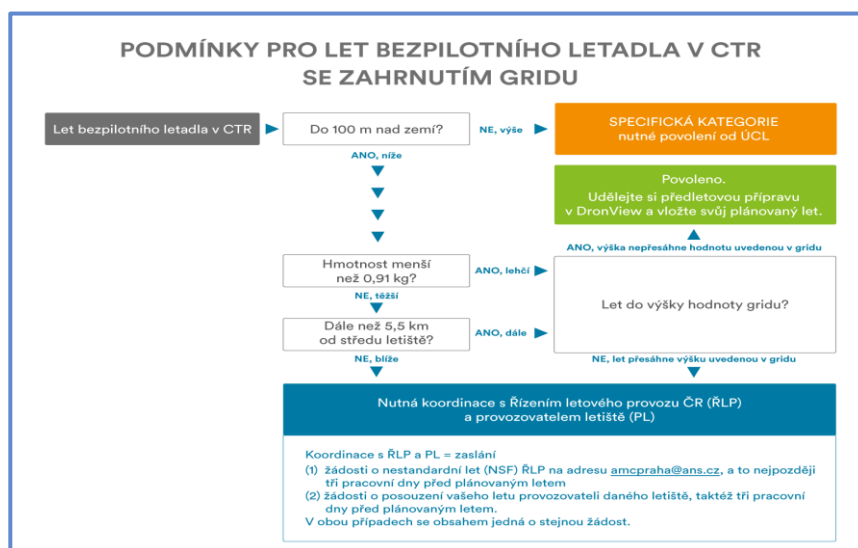
Ve vzdálenosti menší než 5,5 km od vztažného bodu letiště (ARP) je veškerý provoz dronů vážících více než 0,91 kg, stejně jako provoz dronů do 0,91 kg nad výškou stanovenou gridem možný pouze po koordinaci s ŘLP a provozovatelem letiště.

Vzdušný prostor označený šedou barvou

Lety v ochranných pásmech letiště. Pilot jakéhokoli dronu, který se pohybuje v ochranném pásmu letiště, je povinen svůj let koordinovat s ŘLP a provozovatelem letiště. Postup koordinace je stejný jako pro prostor vyznačený oranžovou barvou.

Vzdušný prostor označený červenou barvou

Lety výše než 100 m nad zemí. Let výše než 100 m nad zemí lze v řízeném okrsku letiště uskutečnit pouze s oprávněním k provozu vydaným Úřadem pro civilní letectví pro lety ve specifické kategorii. Podmínky, za kterých může pilot uskutečnit svůj let, si může ověřit i v následujícím vývojovém diagramu.



Obrázek 15: Pomůcka pro podmínky letu dronu v CTR (ŘLP)

V případě neřízeného letiště (menší, sportovní letiště) není poskytována služba řízení, ale pouze služba informační. Okolí takového letiště je označováno jako ATZ – Letištní provozní zóna. Ta je horizontálně vymezená poloměrem 5,5 km od vztažného bodu letiště ARP (hranice stejného rozsahu je pro drony využívána i v případě pravidel letu v CTR).

Létání v blízkosti neřízených letišť (prostor ATZ), je možné pouze na základě:

1. splnění podmínek stanovených provozovatelem letiště, a

2. koordinace s letištní letovou informační službou (AFIS) nebo se stanovištěm poskytování informací známému provozu, nebo s provozovatelem letiště, nejsou-li zmíněné služby zajištěny. Pro koordinaci letu nad 120 m nad zemí je poskytování AFIS nebo informací známému provozu nutné.

Let bezpilotního letadla s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg může být prováděn v ATZ i bez koordinace, avšak pouze do výšky 100 metrů nad zemí a mimo ochranná pásma s výškovým omezením staveb a daného letiště. Tento požadavek lze v praxi splnit nepřekročením výšky okolních staveb, porostu či překážek.

2.2 Bezpilotní prostředky používané bezpečnostními složkami ČR

Vzhledem k zaměření práce, se v následujícím textu seznámíme s bezpilotními prostředky, které provozuje Policie ČR a HZS ČR. Jedná se zejména o různé druhy multikoptér, které svou velikostí spadají do kategorie malých a UAV a jsou vhodné pro průzkum místa zásahu, či kontrolu průniku nežádoucích osob do nebo ze zájmových oblastí. Většinou se tedy bude jednat od drony vybavené termovizními, popřípadě optickými kamerami. V případě zásahu IZS rozhoduje velitel zásahu o tom, jak budou drony využity. Může se odchýlit od legislativy, která je platná pro civilní provozovatele, ale odpovědnost padá na jeho bedra.

2.2.1 Použití UAS u HZS ČR

Dle Sbírký interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR - částka 15/2021 disponuje HZS na každém větším krajském ředitelství (opěrném bodu) UAV využitelným pro rozhodovací proces velitele zásahu, při hašení požárů, nebo jejich předcházení, při zdolávání mimořádných událostí a řešení krizových situací, při plnění úkolů v rámci integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) a dále v rámci přípravy na zdolávání mimořádných událostí a krizových situací. (HZS, 2021)

Skupina zasazení se skládá minimálně z pilota - velitele skupiny a operátora. Tato skupina je vyslána na místo zásahu na základě pokynu z krajského operačního centra (KOPIS HZS) a na místě zásahu podléhá přímo veliteli zásahu. Stanovené vybavení skupiny je UAS vybavený termokamerou, optickou kamerou s funkcí fotoaparátu a přijímač s příjmem obrazu z nesených kamer.

Praktické využití UAS u HZS je rozsáhlé. Základem je použití termokamery ke kontrole teplot požářiště a přilehlých objektů. V případě nebezpečí je lze použít k průzkumu a monitoringu jako náhradu za fyzickou přítomnost zasahujících hasičů. Tím lze zabránit přímému ohrožení zdraví a životů hasičů za cenu pouze případných materiálních škod na bezpilotním letounu. Příkladem tohoto typu zásahu jsou požáry petrochemických a chemických podniků, zásobníků stlačených a zkapalněných plynů, požáry skladů pyrotechniky a výbušnin a mnoho dalších. Bepilotní letoun může být zároveň vybaven detekčními přístroji chemických látek a radiace a provádět měření s přímým přenosem měřených hodnot k operátorovi či pilotovi bezpilotního letounu. (Jirí, 2023) Původním účelem použití dronů byl průzkum, ale s narůstající dostupností moderních technologií se využití těchto zařízení výrazně rozšířilo. V blízké budoucnosti se drony budou využívat například pro přenos záchranářských balíčků k ohroženým osobám, přenosu hlasových informací o postupu zasahujících jednotek, a dokonce se již vyrábějí letouny s hasicími systémy, které mohou být použity pro hašení požárů ve vysokých budovách. Příkladem může být nedávno vyvinutý čínský bezpilotní systém EHang 216 F. Tento dron nese šest integrovaných hasebních bomb, jejichž obsah je odpálen přes dělo, zaměřené na místo určení laserovým zaměřovačem (Hutter, 2022), anebo v případě požárů menších rozsahů bude dron působit proti ohnisku vystřelováním zhasčecích patron. (SIT, 2023)



Obrázek 16: Vytvořený protipožární dron (FEL ČVUT)

2.2.2 Použití UAS u Policie ČR

Zodpovědným útvarem za zavedení bezpilotních prostředků u policie byla Letecká služba PČR. V současné době policie disponuje více než 30 bezpilotními stroji různých specifikací na čtyřech opěrných bodech. Princip aktivace skupiny zasazení je velmi podobný tomu u HZS ČR. Využití dronů pro potřeby policie je opět velmi široké, přičemž se používají i drony schopné provozu za ztížených meteorologických podmínek.

V oblasti dopravy policie využívá drony pro monitoring silničního provozu na rizikových úsecích, popřípadě k dokumentování závažných a rozsáhlých dopravních nehod. V rámci vývoje se testuje provoz bezpilotních prostředků, které dokážou měřit aktuální rychlost vozidel na pozemních komunikacích, či bezpečné rozestupy. (DronPro, 2023)

Pořádková služba využívá drony ke standardním průzkumným úkolům s využitím elektrooptické kamery, či termokamery jako jsou odhalování či dokumentace protiprávního jednání směřujícího proti životnímu prostředí (nelegální skládky a nepovolená těžba lesních porostů), pátrací akce po pohřešovaných osobách nebo při požárech, při koordinaci složek IZS nebo při monitorování velkých akcí jako jsou například demonstrace, hudební festivaly a podobně. (DronPro, 2023) (Smotlacha, a další, 2023) K těmto účelům dostala policie první drony již v roce 2016 a jednalo se o model BRUS osazený optickou kamerou a termokamerou, vyvinutý Výzkumným technickým ústavem s. p. Systém BRUS H, o hmotnosti 8,7 kg, a maximální vzletové hmotnosti 12 kg, schopen 80 minutového letu v závislosti na zátěži, při ztížených povětrnostních podmínkách. (s.p., 2023).

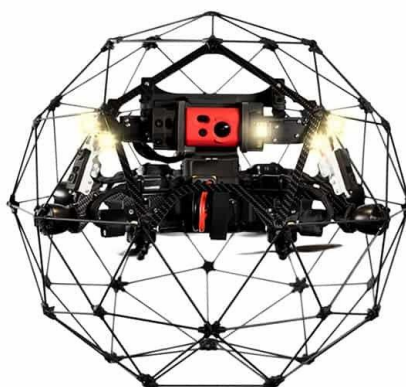


Obrázek 17: BRUS (PČR)

Další drony používané LS PČR jsou:

- DJI Phantom 3 PRO - hmotnost nad 1 kg, výdrž 23 minut, dosah signálu 3000 m. Vhodný pro jednoduchý monitoring.
- DJI Mavic PRO platinum - hmotnost cca 700 g, výdrž 30 minut, dosah 7000 m. Obdobné použití jako výše zmiňovaný typ, avšak lehčí, menší tišší, s podstatně vyšším doletem (až 13 km).
- DJI Mavic 2 ZOOM – hmotnost cca 900 g, výdrž 30 minut, dosah 8000 m.
- Flyability Elios 1- Tento dron je určen pro provádění průzkumu zejména ve vnitřních a jiných stísněných prostorech. Jeho konstrukce specifická ochranou klecí, chrání vrtule před

poškozením. Jeho rozměry jsou malé, cca 40 cm což s sebou nese nevýhodu v podobě menší baterie poskytující relativně krátkou dobu letu, 10 minut. Dron nese optickou kameru i termokameru a jeho stabilitu zajišťují inovované gyroskopické senzory, čímž odpadá závislost na signálu GNSS. Tento systém je využíván např. i Báňskou záchrannou službou (Stoklásek, 2022) (Hutter, 2022).



Obrázek 18: Flyability Elios (Flyability)

Jedná se o komerční modely běžně dostupné na trhu. Mimo těchto běžně dostupných dronů je ve službě prozatím nejtěžší systémem Flydeo X8. Jde o profesionální dron, který byl na trh uveden v roce 2017. Dron je osmi vrtulový, poměrně velkých rozměrů s hmotností 9 kg. Dle konfigurace může mít maximální vzletovou hmotnost až 20 kg. Dron je navržen jako odolný vůči prachu a vodě. Je možné s ním létat i za špatného počasí, ale odolnost vůči větru je pouze do 10 m/s. Je schopen provozu v teplotním rozmezí od -10 °C do 40 °C. Ve vzduchu je schopen výdrže až 70 minut, zde ovšem záleží na zátěži. Dron disponuje detekcí poruchy motorů, díky které je schopen aktivovat záchranný systém a pomocí padáku bezpečně přistát v případě poruchy motorů.

Taktické využití mají i pro Službu kriminální policie a vyšetřování a v rámci spolupráce s Cizineckou policií, například při ostraze státní hranice. Zde stojí za zmínku spolupráce Policie ČR a tuzemské firmy Primoco. Letecká služba Policie ČR si v roce 2020 vyžádala několikadenní nasazení letounu Primoco UAV ONE 150 pro střežení česko-slovenské a česko-rakouské hranice v délce 200 km, s maximální vzdáleností letounu 60 km od řídicí stanice. (PRIMOCO, 2023)



Obrázek 19: PRIMOCO UAV ONE s poděšeným radarem IMSAR (Primoco UAV)

2.3 Senzorické vybavení bezpilotních systémů

Bezpilotní prostředek, stejně jako pilotovaná letadla, jsou složitým systémem, který je schopen letu na základě vyhodnocování velkého množství informací z rozličných senzorů. Problematikou elektrického, speciálního a radiotechnického vybavení letadel se zabývá souhrnná letecká odbornost zvaná avionika. Podkapitola senzorické vybavení se záměrně věnuje té části avioniky UAS, která zabezpečuje dálkový průzkum země, nebo přesněji zájmové oblasti (zejména v případě velmi malých UAV) a sběru informací o pohybu objektů nebo osob v ní, pomocí senzorů umístěných na bezpilotním prostředku.

2.3.1 Dálkový průzkum Země

Průzkum se provádí snímáním a záznamem odražené nebo emitované energie od zájmové oblasti, následným zpracováním a analýzou těchto informací. Prvním požadavkem pro obrazové snímání zájmové oblasti je mít zdroj energie, který cíl ozařuje, popř. dodává cíli energii, kterou jsme schopni zpracovat. Ta následně interaguje s cílem v závislosti na vlastnostech cíle i záření, a je zaznamenána senzorem ke sběru a záznamu elektromagnetického záření. Energie zaznamenaná senzorem je v elektronické podobě předána do přijímací a zpracovatelské stanice, kde data jsou zpracována do podoby obrazu, popř. osazena dalšími číselnými hodnotami popisující vlastnosti zájmového objektu.

2.3.1.1 Elektromagnetické záření

Elektromagnetické záření je forma energie šířící se elektromagnetickým polem. Toto příčné vlnění elektrického a magnetického pole je charakterizováno tím, že se šíří bez potřeby prostředí a může se pohybovat různými médii, včetně vakua. Elmg. záření se pohybuje různými frekvencemi nebo vlnovými délkami a může mít různé vlastnosti, včetně energie, intenzity a polarizace.

Spektrum elektromagnetického záření se skládá z různých částí, které jsou uspořádány podle frekvence nebo vlnové délky. Části elektromagnetického spektra, které jsou využitelné pro provoz a využití bezpilotních systémů, jsou:

- Radiové vlny - používané pro rádiové vysílání, mobilní komunikaci.
- Mikrovlny - vyšší frekvence a kratší vlnové délky než radiové vlny. Používají se v bezdrátových sítích, radarech a v telekomunikaci.
- Infračervené záření - má ještě vyšší frekvence než mikrovlny a zahrnuje tepelné záření emitované tělesy.
- Viditelné světlo - je to ta část spektra, kterou člověk vnímá jako světlo. Má různé barvy, které se liší podle frekvence a vlnové délky, a to od červeného světla s nižší frekvencí a delší vlnovou délkou až po fialové světlo s vyšší frekvencí a kratší vlnovou délkou.

2.3.1.2 Aktivní a pasivní metody průzkumu

Dálkový průzkum se dá principiálně rozdělit do dvou hlavních kategorií na aktivní průzkum a pasivní průzkum.

Aktivní průzkum - jedna platforma vysílá energii, která pak interaguje s terénem a následně se odráží zpět ke přijímači na stejné platformě, která vyhodnocuje odražený signál. Tyto senzory mohou detekovat a měřit charakteristiky odraženého záření, jako jsou například doba zpoždění, intenzita a polarizace. Základní aplikací aktivního dálkového průzkumu jsou například radary, ty se používají pro měření vzdálenosti, v topografii, meteorologii a jiných odvětvích.

Pasivní průzkum - senzor pouze přijímá signály či obecněji energii, kterou zájmový objekt sám emituje. Pasivní dálkový průzkum se používá k měření teploty povrchu, radiace, emisí plynů, znečištění a dalších vlastností. Příkladem pasivních senzorů jsou infračervené kamery, hojně využívané jak v zabezpečovacích, tak bezpilotních systémech. Dle použité vlnové délky se tyto systémy dále dělí na tzv. systémy nočního vidění a termovize, detekující objekty teplejší než přednastavená hodnota.

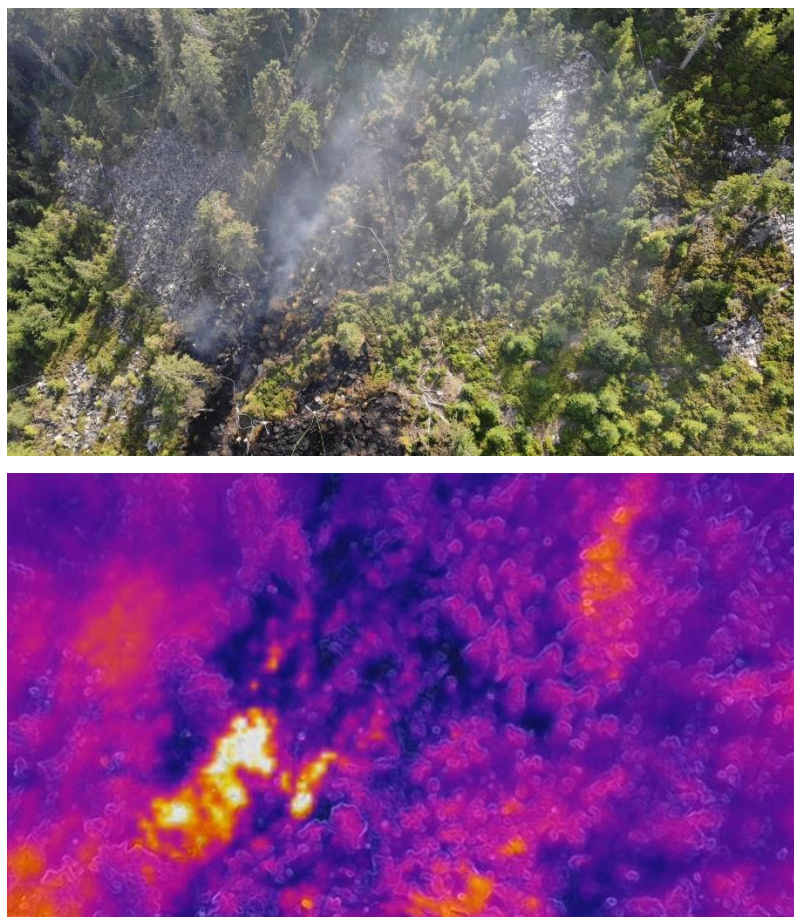
Bezpilotní systémy jsou tedy schopné nést různé druhy senzorického vybavení v závislosti na jejich účelu a konstrukci. Níže uvedu a přiblížím funkce některých, z nejčastěji používaných senzorů, které bývají součástí UAS.

2.3.2 Senzory

- Kamery

Bezosádkové systémy mohou být vybaveny různými typy kamer, což je souhrnný název pro pasivní senzory pracující jak ve viditelné části spektra (VIS), tak senzory pracující v infračervené části spektra (IR).

Kamery pracující ve viditelné části spektra se nazývají elektro-optické kamery, protože používají elektroniku k otáčení, přiblížování a zaostřování obrazu. Snímky, které poskytují, mohou být ve formě plně pohyblivého videa, statických obrázků nebo kombinovaných statických a video obrázků. Elektrooptický senzor je nejpoužívanějším senzorem na UAS. Často ale pracuje v kombinaci s dalšími typy senzorů a výstupem je pak komplexní obrazová informace. Nevýhodou je omezené použití pouze za denního světla.



Obrázek 20: Srovnání EO a IR monitoringu požářiště (HZS ČR)

Infračervené kamery, někdy též na letecké technice nazývané FLIR (z angl. Forward Looking Infra-Red) pracují v infračerveném rozsahu elektromagnetického spektra a jsou dále děleny na chlazené a nechlazené systémy, přičemž chlazené kamery jsou často dražší a těžší než nechlazené kamery, avšak poskytují kvalitnější obraz než systémy nechlazené.

- Lidary

Lidary jsou senzory, které dokážou měřit vzdálenost a mapovat terén. Výsledkem mapování laserovým paprskem je mračno bodů, pomocí kterého se vytvoří 3D mapy okolí. Tyto senzory se často používají pro navigaci a lokalizaci bezpilotních systémů, vizualizaci objektů a identifikaci osob a jejich pohybu (SICK, 2023).

- Radary

Radarové senzory lze použít k detekci a sledování pohybujících se objektů, měření vzdálenosti a určování rychlosti. Základní výhodou radarů je schopnost zobrazení zemského povrchu bez ohledu na počasí nebo denní dobu. Níže je vyobrazen pohled z radaru IMSAR, který je použitelný například na letadle PRIMOCO ONE. (PRIMOCO, 2023).



Obrázek 21: Obrázek pořízený radarem IMSAR (IMSAR)

- Akustické senzory

Akustické senzory lze použít ke snímání zvuku a detekci zvukových signálů, jako jsou hlasové signály, zvuky zvířat nebo pohybující se předměty. Tyto senzory lze kombinovat a přizpůsobovat pro různé účely a aplikace bezpilotních systémů jako je průzkum, záchranné mise, zemědělství, bezpečnostní úkoly a další.

- Laser

Laserový dálkoměr používá laserový paprsek k určení vzdálenosti k objektu. Laserový značkovač používá laserový paprsek k označení cíle. Laserový značkovač vysílá sérii

neviditelných kódovaných pulzů, které se odrážejí zpět od cíle a jsou detekovány přijímačem. Použití laserového značkovače na zamýšlený cíl má však své nevýhody. Laser nemusí být přesný, nebo použitelný pokud jsou zhoršené atmosférické podmínky, jako je déšť, mraky, vane prach nebo kouř. Laser může být také absorbován speciálními barvami nebo se může odrážet nesprávně nebo vůbec. (Marshall, 2016)

- Chemické senzory

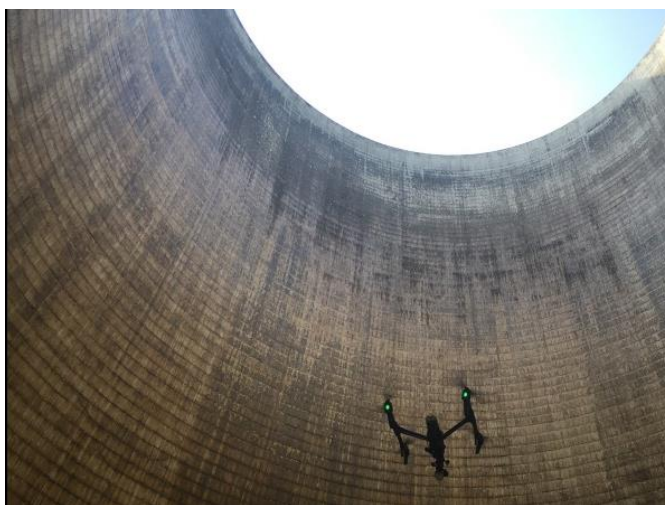
Chemické senzory mohou být použity pro detekci nebezpečných látek, jako jsou plyny nebo toxické chemikálie, nebo radioaktivní látky, které by mohly ohrozit lidské zdraví nebo bezpečnost. To umožňuje identifikovat potenciální nebezpečí a přijmout potřebná opatření.

3 MOŽNOSTI POUŽITÍ UAS VE PROSPĚCH PODNIKU

Bezpilotní prostředky, se stávají stále častější součástí bezpečnostních opatření v průmyslu. Existuje mnoho důvodů, proč by se firma mohla rozhodnout použít tyto technologie pro zlepšení své bezpečnosti.

Obecně je, jedním z hlavních důvodů zvýšení efektivity bezpečnostního monitoringu vlastních objektů. Bezpilotní prostředky jsou schopné rychleji a efektivněji vykonávat úkoly, které jsou pro lidské síly časově náročné nebo nebezpečné. Již dnes jsou drony nasazovány k monitorování větších oblastí, jako jsou ropné rafinerie, elektrárny, k průzkumu elektrického vedení, či produktovodů (W-Technika, 2023). Jejich nasazení tak může pomoci snížit množství pracovních sil, které by jinak musely být nasazeny na daný úkol.

Dalším důvodem pro použití bezpilotních prostředků je zvýšení bezpečnosti v oblastech kontroly složitých konstrukcí, jako například chladicí věže elektráren. Použití bezpilotních prostředků může snížit riziko zranění nebo smrti, protože umožňuje operátorům monitorovat riziková pracoviště a oblasti z bezpečné vzdálenosti.



Obrázek 22: Kontrola chladicí věže dronem (ČEZ)

V neposlední řadě, mluví pro použití bezpilotních prostředků zvýšení přesnosti kontroly. Tyto prostředky mohou být programovány tak, aby vykonávaly úkoly s velkou přesností, přičemž mohou být použity k monitorování procesů a identifikaci chyb, které by jinak mohly být přehlédnuty. Bezpilotní prostředky mohou být například použity k identifikaci

oblastí, které vyžadují údržbu, což může vést ke snížení nákladů na údržbu a zlepšení bezpečnosti pracovníků.

3.1 Centralizace dohledu – použití DPPC

Standardní způsob zabezpečení požární, fyzické a technické bezpečnosti osob a majetku podniku je cestou bezpečnostních agentur. Při fyzické ostraze podniku má bezpečnostní agentura velmi omezené legislativní možnosti provedení samotného zákroku, proto se její činnost soustřeďuje a zaměřuje víceméně na prevenci a na administrativní bezpečnost. Prevence předcházení rizikům spočívá např. ve zřízení elektronického zabezpečovacího systému, nebo moderněji poplachového zabezpečovacího tísňového systému (PZTS).

PZTS je soubor elektronických zařízení, zajišťujících perimetrickou ochranu objektů (pomocí perimetrických pohybových čidel, magnetických kontaktů a IR závor), vnitřní ochranu (detekci pohybu), případně sloučený s elektronickou požární signalizací (EPS). Instalaci PZTS předchází zpracování bezpečnostního posouzení objektu, které stanoví kritická místa a vyhodnotí veškerá rizika, definuje úroveň a stupeň zabezpečení a navrhne technické řešení, včetně návrhu režimového opatření. Úroveň zabezpečení se rozlišuje do čtyř kategorií, a to na rizika velmi vysoká, vysoká, průměrná a nízká. Schvalování komponentů PZTS, navrhování, instalace a revize systémů PZTS se řídí skupinou harmonizovaných norem ČSN EN 50131. (Technologies, 2023)

Legislativní rámec zřizování EPS tvoří zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů a z řady vyhlášek především č. 246/2001 Sb. (vyhláška o požární prevenci), o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru a stavební zákon. (Technologies, 2023) Systém EPS tvoří vyhodnocovací ústředna (součást PZTS, pokud jsou systémy sdružené), různé typy hlásičů, koncová a popřípadě ovládací zařízení.

Sloučená informace z PZTS informuje uživatele o narušení, nebo vzniku požáru akustickou a optickou signalizací přímo v objektu nebo pomocí zařízení dálkového přenosu po zvoleném médiu (telefonní linka, rádiová síť, GSM síť, internet, aj.) informaci o stavu systému v digitální podobě na stanoviště dohledového poplachového a přijímacího centra (DPPC). V

odůvodněných případech je žádoucí používat dvě nezávislé přenosové cesty, např. telefonní linka a rádiová síť. Přenos poplachových signálů je samostatná úloha vymezená funkcí poplachového přenosového systému. Tato oblast je normalizačně popsána souborem norem řady ČSN EN 50136. Oproti lokální signalizaci poplachových stavů nabízí připojení elektronických bezpečnostních systémů (EPS, PZTS, CCTV) na pracoviště DPPC daleko efektivnější ochranu objektů. DPPC bývá umístěno jak v podniku, u bezpečnostní agentury, nebo operačním centru hasičského záchranného sboru (HZS), V případě narušení vyjíždí na místo speciální zásahová jednotka hlídací agentury, policie nebo hasičů. Nadstavbou toho systému může být využití zobrazovacího vybavení, které usnadňuje velmi rychlou orientaci v objektech a budovách a tím maximální zkrácení doby požárního zásahu od vzniku požáru. (Technologies, 2023)

3.2 Požární bezpečnost

Rozsáhlé průmyslové komplexy, jako jsou řízená letiště, jaderné elektrárny a jiné velké podniky mají vlastní HZS podniku. Dle zákona 133/1985 Sb. o požární ochraně určuje vznik jednotek HZS podniků HZS Kraje, nebo GŘ HZS (v případě, že se podnik nalézá na území více krajů). Stejně jako bylo uvedeno v kapitole 2.3 o použití dronů ve prospěch HZS, drony se stávají stále oblíbenějšími nástroji i při zabezpečení požární bezpečnosti podniku. Drony mohou být využity v rozlehlých firmách, kde je nutné chránit velké objekty a oblasti.

Prvotní výhodou využití dronů v požární bezpečnosti je jejich schopnost rychlého nasazení v případě vyhlášeného poplachu, jelikož mohou být snadno transportovány a nasazeny na místo, kde jsou potřebné. Tím se zkracuje doba reakce a zvyšuje se efektivita zásahu. V místě zásahu jsou schopné provádět rychlé a efektivní průzkumy oblastí, které jsou pro člověka těžko přístupné nebo příliš nebezpečné. Jedná se například o monitorování požáru z bezpečné vzdálenosti a oblasti, která je ohrožena požárem, a což zrychluje rozhodovací proces velitele zásahu. V průběhu požáru, díky standardnímu vybavení termokamerami, mohou detekovat tepelné stopy požárů a provádět tak efektivní lokalizaci požáru.

Pokud by byl podnik vybaven hasebním dronem, je velmi pravděpodobné, že při detekci požáru a včasném vypuštění dronu, dojde k urychlenému hašení počátečního hoření a ušetření značných finančních ztrát. Nutnou podmínkou ovšem je, aby se dron opravdu dostal k ohnisku

požáru i uvnitř budov, a ne jenom na jejich periferiích. V současné době jsou k dispozici většinou drony vhodné spíše k venkovnímu zdolávání požárů budov, nicméně lze očekávat, že i na poli hasebních dronů bude docházet k miniaturizaci a brzké certifikaci k provozu.

3.3 Bezpečnost osob a majetku

Nezbytnou podmínkou využití bezpečnostní služby k ochraně majetku podniku je smlouva mezi zainteresovanými stranami, která určuje podmínky, za kterých služba pracuje. Součástí smlouvy by tedy měla být „metodika či směrnice“, která by upravovala způsob prověřování poplachů, a to jak z hlediska fyzické či požární ochrany. Zde se tedy jeví jako nejefektivnější řešení použití pultu centralizované ochrany buď přesně nadefinovat způsob prověření, nebo se situace může nechat na uvážení operátora centrálního pultu.

PZTS monitoruje vstup neoprávněných osob do prostorů, které jsou touto signalizací střeženy, a následně při vyhlášení poplachu dává podnět k přivolání policie nebo bezpečnostní služby. V situaci, kdy bezpečnostní služba (nebo samotný velký podnik typu např. jaderné elektrárny), disponuje pultem centralizované ochrany, kam jsou vyvedeny veškeré prvky technického zařízení systému fyzické případně požární ochrany a je na tento pult vyhlášena událost, tak má střežící agentura následující možnosti:

- a) Situaci vyhodnotit prvky kamerového systému (CCTV);
- b) Situaci prověřit osobně – hlídkou bezpečnostní služby nebo samotnou obsluhou PCO;
- c) Situaci prověřit prostředky UAS, pokud je jimi vybavena.

Vyhodnocení pomocí kamerového systému je v danou chvíli nejrychlejší řešení, nicméně v případě, že jde o planý poplach, nebo narušení mimo dosah kamer, nedojde k vizuálnímu potvrzení narušení a bezpečnostní pracovník musí podniknout další kroky k vyhodnocení situace. Následuje tedy osobní zásah bezpečnostní hlídkou. To s sebou nese určité nebezpečí z prodlení, než se určená hlídka dostaví na místo zásahu. Zde je vhodné uvažovat třetí variantu, případné využití dronu.

V situaci, kdy má bezpečnostní služba možnost použít k prověření události dron, a v závislosti na charakteru podniku (např. rozsáhlý objekt venkovní objekt, přírodní překážky, apod.), jsou dle mého názoru tři možnosti, jak jej využít. A to za prvé, aby dron na základě signalizace letěl v automatickém režimu po předem naprogramovaných trasách, což by výrazně uspořilo čas, avšak letu v tomto režimu bude dron schopen pouze ve venkovních prostorech a v místech příjmu signálu GNSS. V prostorech bez příjmu signálu GNSS bude nutný poloautomatický režim řízení.

3.4 Proces implementace UAS požadovanými možnostmi použití

3.4.1 Rozhodnutí o zavedení dronu

Podnik by měl při zavádění bezpilotních prostředků dbát na několik důležitých faktorů. Měly by být zohledněny technické parametry bezpilotního systému tak, aby bylo zajištěno, že se používají prostředky s potřebnými schopnostmi pro firmou specifikované úkoly. Podstatným faktorem, je schopnost dodržování legislativních norem. Je rozdíl, pokud firma chce sřezit areál mimo osídlení, anebo uvnitř velkoměsta, v blízkosti letišť anebo zakázaných prostor. S tím souvisí nutnost investování nemalých finančních prostředků do sofistikovaných bezpilotních systémů a získání platných pilotních osvědčení. Následující podkapitola má za úkol vytvořit ucelený obrázek na podstatné kroky při použití profesionálních dronů. K tomuto účelu slouží postupové schéma uvedeno na obrázku níže.

V případě, že se firma rozhodne o snižování rizik dronem, měla by si vyhodnotit místa, kde bude docházet letům bezpilotních systémů. Nově zavedená legislativa již nerozlišuje mezi hobby a komerčními lety, ale rozlišuje rizika, jaká z tohoto provozu mohou plynout. Vzhledem k legislativě jsou v základu dvě možnosti. Hustě osídlený prostor a volné prostranství.

3.4.1.1 Nízké riziko

Volným prostranstvím můžeme v mezích zákona rozumět i okolí inženýrských sítí, pokud nebudeme narušovat jejich ochranná pásma (kupříkladu ochranné pásmo silnice I. třídy jsou 50m od osy vozovky, většinou na každou stranu a 50m nad vozovku, nebo ochranné pásmo VVN nad 400kV je 30m). V těchto případech považujeme riziko z provozu nízké a

provozovateli tedy stačí zaregistrovat se v rámci kategorie „Otevřená“ a létat při dodržování ostatních pravidel bez další komunikace s ÚCL.

Pokud jsou naplněny všechny zákonné normy pro zahájení provozu bezpilotních letadel, přistupuje provozovatel k volbě bezpilotního systému, tak aby naplnil požadavky na něj kladené. V případě kontroly inženýrských sítí, popřípadě volných prostranství, jsou nejpoužívanější Elektrooptické kamery, pro kontrolu celistvosti objektů a prostor. FLIR kamery jsou vhodné pro kontroly tepelných úniků inženýrských sítí a efektivní je také využití v agronomii pro kontrolu srnčí a drobné zvěře, při sečení porostů.

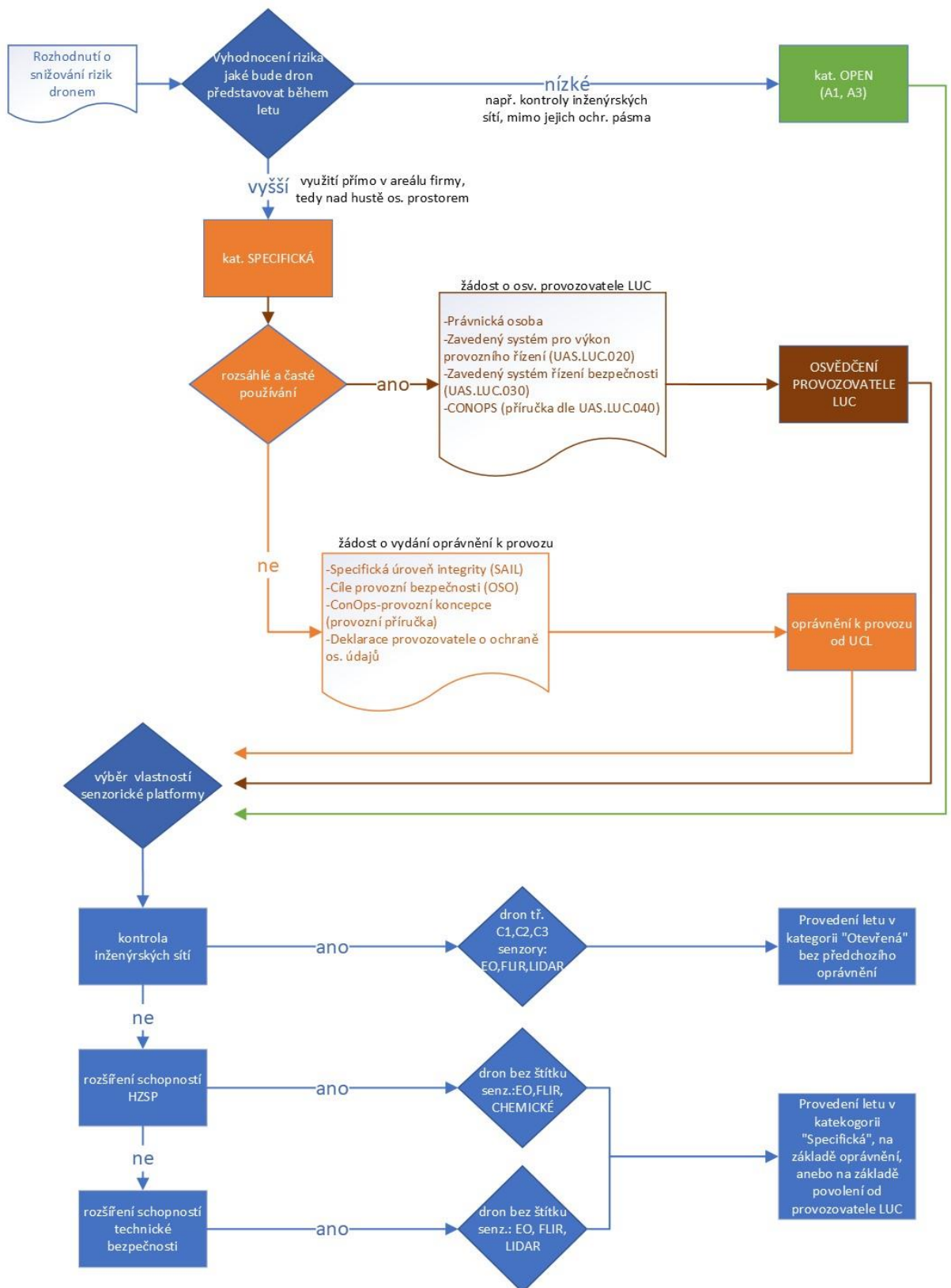
3.4.1.2 Vysoké riziko

Za hustě osídlený prostor považujeme jak obydlená území, tak veškeré areály firem, kde mohou létat pouze drony bez nutnosti registrace, třídy CE, tedy lehké hračky bez kamer. Pokud se bude firma zabývat letem nad svým územím, považujeme riziko za vysoké a není možné zde létat v rámci otevřené kategorie bez oprávnění. Takový provoz bude spadat do kategorie „Specifická“ a provozovatel bude žádat ÚCL o oprávnění.

Nově je ale k dispozici institut Provozovatel lehkých UAS (LUC), který je vhodný pro právnické osoby, s velmi častým provozem bezpilotních systémů. Pokud takováto právnická osoba má vybudovanou a zavedenou bezpečnostní politiku a doloží vypracované dokumenty (dle přílohy prováděcího nařízení komise (EU) 2019/947, části C), získá osvědčení a bude moci sama sobě schvalovat provoz bezpilotních systémů.

Pokud podnik neplánuje rozsáhlé a časté létání UAS, žádá o oprávnění k provozu v kategorii „Specifická“, klasickou cestou, doložením dokumentů uvedených v části B přílohy prováděcího nařízení komise (EU) 2019/947.

Po získání osvědčení nebo oprávnění pro provoz v této kategorii je možné využívat dron pro provoz v rámci areálu firmy, jak bylo výše uvedeno kupříkladu jako technologický monitoring celistvosti objektů, kde lze s výhodou použít kromě EO a IR čidel také LIDAR. V případě použití dronu jako pomocníka Hasičského záchranného sboru podniku je vhodné rozšíření o chemické senzory schopné detekce škodlivých látek.

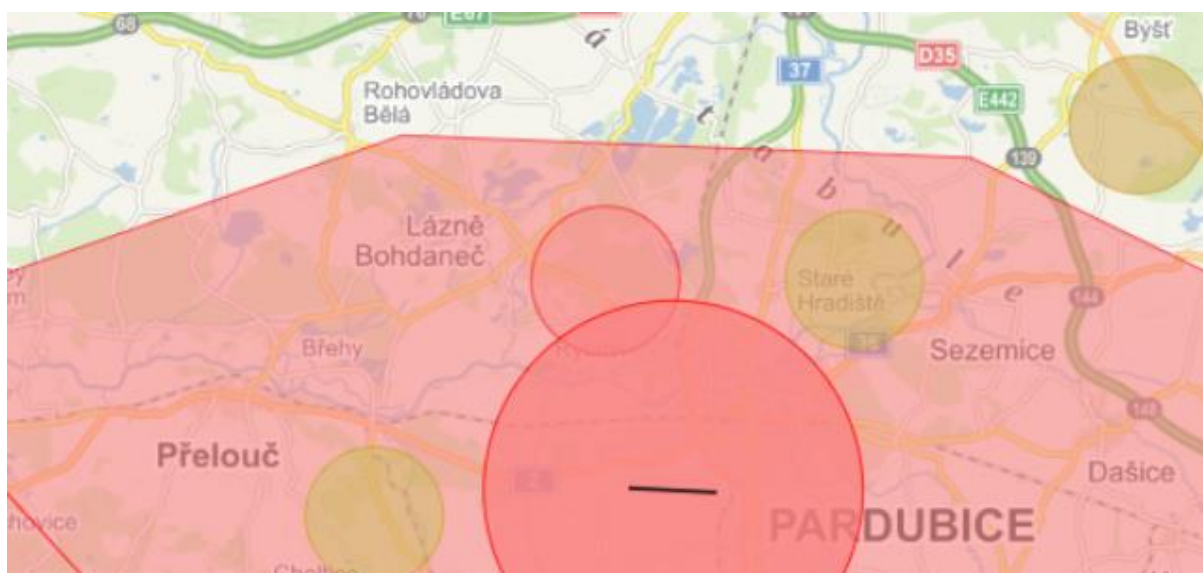


Obrázek 23 Implementace UAS (vlastní)

3.5 Příklad plánování letu UAV pomocí aplikace DroneView

Nasazení dronu zahrnuje komplexní plánovací proces, který zajišťuje informovanost pilota dronu o vzdušném prostoru, ve kterém plánuje letovou činnost a zabezpečuje tak jeho rozestup od případného dalšího provozu, popřípadě od potenciálně nebezpečných oblastí. Ke zjednodušení celého procesu přispěl významnou měrou ŘLP s. p., vytvořením aplikace DroneView. Níže uvádím příklad takového plánovacího procesu.

Předpokladem pro nastalou situaci je použití dronu pro monitoring rozsáhlého podniku v oblasti mezi Pardubicemi a Lázněmi Bohdaneč. Celé okolí města Pardubice spadá do oblasti CTR Pardubice. Nad podnikem se nachází navíc zakázaný prostor LKP6, který se prolíná s ochranným prostorem letiště Pardubice (dále označovaného v kódu ICAO LKPD). Všeobecná situace je znázorněna v aplikaci DroneView na obrázku níže.



Obrázek 24: Zobrazení vzdušného prostoru pomocí aplikace Droneview (ŘLP)

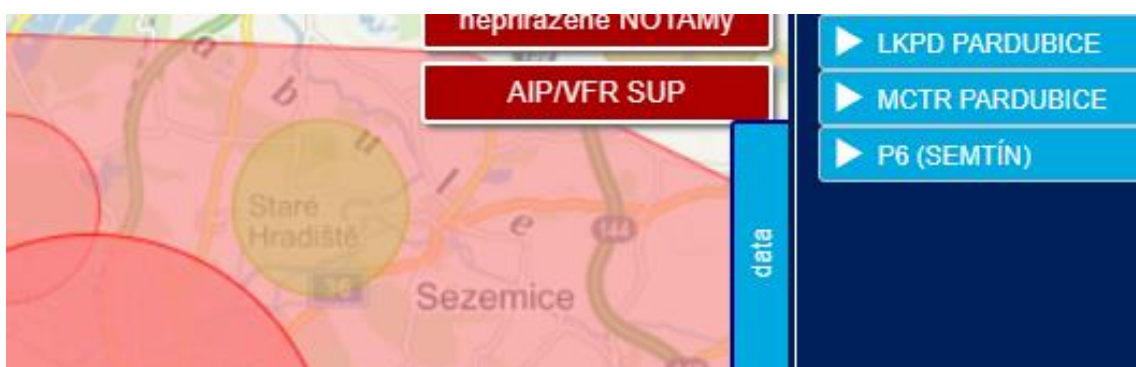
Vojenské CTR (MCTR) Pardubice je vyobrazeno víceúhelníkem s nejsvětlejší růžovou výplní. Jedná se o vzdušný prostor třídy D, tedy prostor řízeného letiště, kde je nutné spojení letového provozu s řídicí věží (dále TWR). Řídicí letového provozu řídí rozestupy mezi veškerým provozem ve svém prostoru odpovědnosti. Zde je nutné dodržovat max. výšku letu

100 metrů nebo pod ochranným pásmem, pro drony do hmotnosti do 0,91 kg. V případě letu je nutné spojení s řídicí věží letiště a povolení k letu.

Nejtmavší růžovou výplní je zobrazen kruh ochranného pásma letiště o poloměru 5,5 km, které už vždy klesá pod 100 m hranici a je nutné létat pod tímto ochranným pásmem s drony do hmotnosti do 0,91 kg, dle informace poskytnuté pomocí vrstvy „Grid“ v aplikaci DroneView, anebo dle koordinace s TWR.

Pro použití UAS podnikem je důležitý kruh se středně tmavou růžovou, který znázorňuje zakázaný prostor pro všeobecné letectví LKP6. Zde jsou lety dronů zcela zakázány, pokud nemají povolení ÚCL.

Podstatnou informaci o druhu a povaze prostoru, včetně omezení pro létání poskytuje postranní lišta na pravé straně aplikace, kdy po kliknutí kurzorem do mapy zobrazí všechny prostory v dané pozici. Tuto situaci zobrazuje následující obrázek.



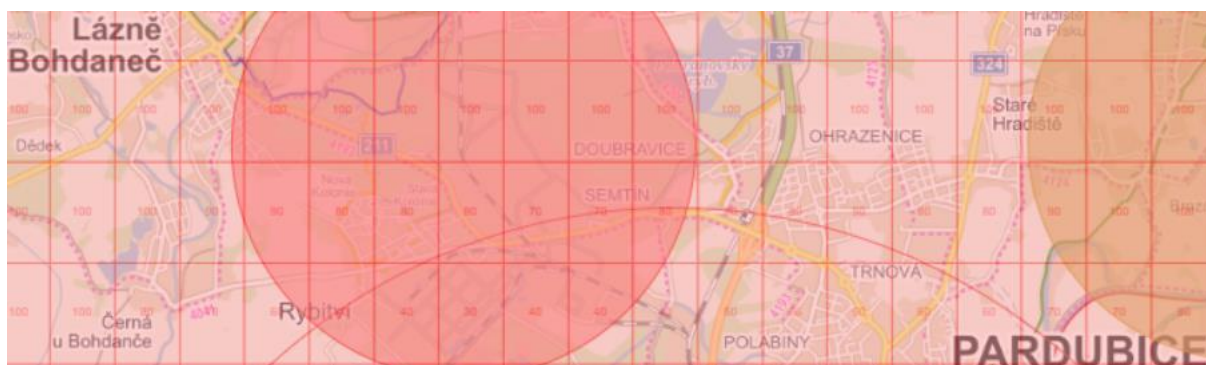
Obrázek 25: Zobrazení jednotlivých prvků vzdušného prostoru pomocí aplikace DroneView (ŘLP)

Po rozkliknutí konkrétního prostoru, o který se provozovatel UAV zajímá, se objeví podstatné informace o povaze prostoru, detailních parametrech a jeho omezení. Příklad tohoto zobrazení je na obrázku níže. Z obrázku je patrné např., že LKP6 je zakázaný prostor, jehož vertikální hranice sahá od země do výšky 3000 stop AMSL a bez povolení ÚCL jsou v něm lety dronů zakázány.



Obrázek 26: Rozbalovací popis jednotlivých prostorů (ŘLP)

V případě zapnutí vrstvy „Grid“ dojde k rozčlenění mapy na jednotlivé malé parcely, které jsou okótovány informací o maximální možné výšce letu nad zemí v oblasti MCTR a odpovídají průběhu ochranných pásem s výškovým omezením staveb. Za Povšimnutí stojí, že plný kruh ochranného pásma LKPD již zmizel a zůstala pouze informativní kružnice o poloměru 5,5 km. Směrodatné jsou v tomto rozlišení vzdušného prostoru totiž konkrétní údaje o max. výškách v jednotlivých parcelách. Stejně tak lze vyčíst, že prostor LKP6 je stále podbarven, tudíž, jiné povahy a omezení. Stále zde platí výjimka povolen letu od ÚCL. Celá situace je znázorněna na následujícím obrázku.



Obrázek 27: Detail vrstvy "Grid" aplikace DronView (ŘLP ČR)

Z výše uvedených informací vyplývá, že podnik provozující UAS v takto exponované oblasti má následující možnosti:

- Použití dronu lehčího než 0,91 kg mimo zakázanou oblast, dle výškových omezení uvedených ve vrstvě „Grid“ aplikace DroneView;
- Použití dronu lehčího než 0,91 kg mimo zakázanou oblast, nad výšku ochranného pásma, nebo dronu těžšího než 0,91 kg do výšky 100 m v CTR, avšak s koordinací s TWR;
- Použití dronu v zakázané oblasti, nebo nad 100 m v CTR po dohodě s ÚCL a v rámci kategorie SPECIFIC.

4 OBRANA FIRMY PROTI DRONŮM

V souvislosti s rozvíjejícími se schopnostmi bezpilotních prostředků je velmi důležité připustit, že tyto prostředky v nesprávných rukou představují určité nebezpečí, což ostatně vyplývá i ze samotné legislativy, kdy jsou v OOP určena pravidla, za jakých jsou určité objekty chráněny. Je třeba si uvědomit, že i protidronová ochrana rozsáhlých komplexů je zásadní pro ochranu aktiv, hned z několika důvodů:

- S tím, jak roste počet běžných civilních provozovatelů těchto prostředků, roste tím i možnost neoprávněného vniknutí do prostorů, kde by mohli ohrozit pracovníky, narušit průmyslový proces nebo dokonce způsobit škodu na majetku, třebaže by to nebylo záměrné;
- drony v rukou profesionálů mohou představovat bezpečnostní riziko, jelikož jsou snadno zneužitelné k neoprávněnému, či nelegálnímu sledování a sběru dat o průmyslových komplexech, procesech a technologiích, což může vést ke ztrátě průmyslových tajemství a konkurenční nevýhodě;
- obdobně takováto nelegální činnost může mít negativní dopad, nebo vliv na bezpečnost kritické infrastruktury státu.

Všechny tyto důvody ukazují, že ochrana proti dronům je pro zabezpečení průmyslových komplexů velmi důležitá. Existuje mnoho technologií a opatření, která mohou pomoci chránit průmyslové komplexy proti dronům, včetně detekce, sledování, rušení a odražení.

4.1 Principy protidronové ochrany

Základní úkoly protidronové ochrany jsou detekce a eliminace. Níže uvedu některé moderní technologie, které jsou k plnění těchto úkolů určeny.

4.1.1 Detekce dronů

Detekce dronů je možná pomocí následujících principů (Bém, 2019):

- Radiová detekce - identifikuje drony na základě příjmu komunikačních kanálů vysílaných drony, dosah v řádech desítek km;
- Radarová detekce - pomocí moderních radarů určených k detekci a sledování pozemních a pomalých nízkoletících cílů s malou odraznou plochou, dosah v řádech desítek km;
- Lidar – detekce pomocí laserového skenování, dosah v řádu stovek metrů;
- Akustická detekce – pomocí záznamu charakteristických zvuků pohonných jednotek dronů a jejich porovnání s knihovnou cílů, dosah v řádu desítek až stovek metrů;
- EO a IR detekce – pomocí porovnání pohybu obrazu ve viditelném a teplotních rozdílů v infračerveném spektru, dosah řádově stovky metrů.

Firma DJI, která je majoritním výrobcem na poli kvadrokoptér má pro potřeby státních bezpečnostních složek detekční prostředek DJI Aeroscope, který detekuje drony DJI vyrobené po roce 2015 až do vzdálenosti 47 kilometrů na principu rádiové detekce. K dispozici je i kufrová mobilní jednotka, která detekuje drony DJI do vzdálenosti 5 km. Aeroscope detekuje číslo dronu, směr, rychlost, výšku, GNSS lokaci, home-point a název modelu. Pokud by pilot vyplnil údaje o čísle licence, jméno nebo kontaktní informace, pak zobrazí i tyto informace. (Telink)

Výše uvedený systém je k dispozici státním složkám. Pokud by o protidronovou ochranu stála civilní firma, má možnost využít například komplexní systém detekce Kaspersky.



Obrázek 28: Zaměřovací hlavice Mounted rotating module (Kaspersky)

Tento systém v sobě zahrnuje senzorickou detekci na základě všech výše zmíněných principů. Další možností je například detekční radar ReGuard tuzemské firmy RETIA, kdy tato firma deklaruje schopnost zachycení malého typu komerčního dronu až na vzdálenost 6 km, s možností kompletního záznamu letových drah všech dronu v dosahu.

4.1.2 Eliminace dronů

Eliminace dronů obecně je souborem technických a procedurálních protiopatření, které původně vycházely z vojenské protivzdušné obrany. S příchodem stále sofistikovanějších a miniaturních vojenských bezpilotních prostředků se musely tyto způsoby eliminace přizpůsobovat. Současné možnosti eliminace bezpilotních prostředků stále vycházejí z vojenských možností a technologií a požadavků a jejich použití často nenalézá oporu v zákoně. Nicméně v současné době, kdy možnosti zneužití dronů rostou, se i legislativa eliminace bezpilotních prostředků cestou bezpečnostních složek stává stále aktuálnější a potřebným tématem.

V současnosti technologicky známé metody eliminace jsou následující (Bém, 2019):

1. Vysokofrekvenční rušení detekovaného signálu řídicí stanice;
2. Rušení globálních družicových polohových systémů (GNSS);

3. Sofistikované převzetí kontroly nad ovládáním bezpilotního prostředku;
4. Oslnění dronu Laserem, které vyřadí jeho optické senzory.

V české republice došlo 1. 1. 2022 k novelizaci zákona č. 273/2008SB o policii, tak, aby příslušníci PČR měli oprávnění zamezit provozu bezpilotního systému technickými, nebo jinými prostředky, popřípadě jeho poškozením nebo zničením, jestliže bezprostředně ohrožuje život, zdraví, majetek značné hodnoty nebo veřejný pořádek. (AION CS). Z výše uvedeného textu vyplývá, že schopností legální eliminace dronu, ať už rušičkou, převzetím kontroly, nebo i střelnou zbraní nejsou podniky prozatím vybaveny.

ZÁVĚR

Drony, jak se dnes zjednodušeně tyto prostředky nazývají, byly původně vojenskou technologií, která zažila díky miniaturizaci elektroniky překotný rozvoj v uplynulých válkách proti terorismu, a po roce 2010 se velmi rychle dostaly na civilní trh a zaujaly jak pro svoji dostupnost rekreačního, či sportovního létání, tak jako moderní platforma vzdušného průzkumu a monitoringu zájmových oblastí a objektů, s velkou senzorickou variabilitou. Cílem práce bylo vytvořit přehledový rámec možností a způsobů použití bezpilotních létajících prostředků ve prospěch zvýšení bezpečnosti podniku. Předpokladem bylo, že se bude jednat o podnik, který je rozlehlý jak velikostně, tak organizačně a má již zavedenou bezpečnostní politiku na určité úrovni.

V první kapitole jsem nastínil, jak vypadá bezpečnost podniku v závislosti na platné legislativě a jeho bezpečnostní politika, což je samotný hierarchický systém, který určuje co, proč a jak chránit a také jaká rizika očekávat. V rámci bezpečnostní politiky je třeba mít rizika předem pojmenována a musí být rozhodnuto, jak se k nim postavit. Právě v rámci celého procesu vyhodnocování rizik je zapotřebí jít s dobou a umět využívat moderní technologie, monitoringu což může celý proces podstatně zefektivnit.

S rozšířením dronů mezi širokou veřejnost, bylo nutné zavést nová pravidla provozu bezpilotních prostředků. Jelikož se jedná o systém podílející se na letovém provozu, který je obecně podroben velmi přísným regulacím, je nutné, aby případný uživatel dobře porozuměl legislativním souvislostem jejich použití a využití vzdušného prostoru. Druhá kapitola tedy přináší principiální způsoby dělení bezpilotních prostředků, nastínění jejich senzorických schopností, ale hlavně seznámení s nařízeními evropské komise č. 945/2019 a č. 947/2019, které, jsou od roku 2022 aplikovány i v našem právu a podstatným způsobem změnili pravidla provozu bezpilotních systémů a kategorie provozu těchto systémů. Dalším faktorem pro pořízení bezpilotního prostředku pro bezpečnost podniku je porozumění jeho schopnostem. Z toho důvodu jsou uvedeny způsoby využití dronu policíí a HZS, jejichž způsoby využití jsou principiálně podobné tomu, co by mohl podnik potřebovat.

Třetí kapitola přináší možnosti implementace bezpilotního prostředku do struktury firmy, a to jako pomocníka pracovníka fyzické ostrahy, který dolétne rychleji a výš do míst

kam kamery nedohlédnou, anebo jako pomocník velitele zásahu podnikových hasičů v případě požáru. Praktické využití bezpilotního prostředku v podmínkách blízkosti města a řízeného letiště jsem nastínil na závěr kapitoly, kde jsem ukázal uživatelské rozhraní aplikace DronView, která má pomoci provozovatelům UAV s legálním a bezpečným provozem.

Ochrana rozsáhlého podniku, by neměla zapomínat ani na ochranu před samotnými drony. Zde se potvrdilo, jakým způsobem legislativa přirozeně opožděně reaguje na vývoj nových technologií. Ochrana podniku. Zatím spočívá pouze v odhalování nebezpečí ze vzduchu. Samotná eliminace těchto nebezpečí také nebyla do nedávna možná. Až dodatečně, od 1. 1. 2022, alespoň Policie dostala možnost eliminovat tyto prostředky vlastními silami, díky novelizaci zákona č. 273/2008SB o policii.

Celé odvětví využití dronů prochází dynamickou změnou, díky dostupnosti technologií. Jistým přínosem této práce je ucelená informace pro potenciální uživatele bezpilotních prostředků, nejen o možnostech využití v daném oboru, ale zejména seznámení s případnými komplikacemi v případě nasazení dronu v zájmových oblastech, kde je takovéto použití zákonně regulováno. Možnosti využití se budou jistě nadále rozšiřovat, tím, jak technologická omezení budou minimalizována. Bateriové zdroje, které procházejí v současnosti významným technologickým rozvojem, budou poskytovat postupně delší výdrž i při kompaktních rozměrech. Budou dále prohlubovány schopnosti automatizovaného letu bez nutnosti využití satelitní navigace. Díky jejich dostupnosti jsou drony již dnes zařazovány u bezpečnostních složek ke stále menším organizačním celkům. Všechny tyto ukazatele předpovídají, že drony budou mít své místo v rámci bezpečnosti podniku jisté. A bude jen na podniku, jestli bude tyto schopnosti rozvíjet v rámci svojí bezpečnostní politiky, nebo si bude najímat externí specialisty, kteří mají zkušenosti se vzdušným provozem a vhodnou nabídku vybavení.

POUŽITÁ LITERATURA

- AION CS, s.r.o.** Zákon č.273/2008Sb. *Zákony pro lidi*. [Online] AION CS, s.r.o. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273?text=553%2F1991#cast1>.
- , **2023**. *Zákony pro lidi. Zákony pro lidi*. [Online] AION CS, s.r.o., 2023.
- AV. 2023.** VAPOR. *AV AeroViroment*. [Online] AeroViroment, 2023. <https://www.avinc.com/uas/vapor>.
- Bém, Tomáš. 2019.** *DRONY JAKO BEZPEČNOSTNÍ RIZIKO*. Brno : AMBIS, 2019.
- DronPro. 2023.** Drony v armádě a u policie. *DRON PRO*. [Online] DronPro s.r.o., 2023. <https://dronpro.cz/drony-v-armade-a-u-policie>.
- Habrnal, Lukáš. 2023.** Třídy vzdušného prostoru. *AirGuru.cz*. [Online] 2023. <https://www.airguru.cz/clanky/tridy>.
- Havelková, Jitka. 2007.** *Bezpečnostní politika firmy - Bakalářská práce*. Pardubice : FES - Univerzita Pardubice, 2007.
- Hub, Miloslav. 2021.** Bezpečnostní politika firmy. *Tutoriály k předmětu BPF*. Pardubice : UPCE,FES,USII, 2021.
- Hutter, Marek. 2022.** *Přehled inovativního řešení využití bezpilotních letadel ve světě. 2022*.
- HZS. 2021.** SOUHRN METODICKÝCH PŘEDPISŮ. *metodika.cahd.cz*. [Online] 2021. https://metodika.cahd.cz/ostatni/SIAR_2021-15_Provoz_bezpilotnich_systemu.pdf.
- Ing. Rudolf Marek, Ing. Jiří Dastych. 2003.** Bezpečnostní politika v organizaci. *SystemOnline*. [Online] 4 2003. <https://www.systemonline.cz/clanky/bezpecnostni-politika-v-organizaci.htm?mobilelayout=false>.

JANES. 2023. Sypaq UAS generating APAC interest after use in Ukraine. *JANES*. [Online] JANES, 2023. <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/lima-2023-sypaq-uas-generating-apac-interest-after-use-in-ukraine>.

—, **2021.** US Army awards FLIR Systems contract for Black Hornet 3 palm-sized UAVs. *JANES*. [Online] JANES, 2021. <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/us-army-awards-flir-systems-contract-for-black-hornet-3-palm-sized-uavs>.

Jiří, STRAKOŠ. 2023. Časopis 112 ROČNÍK XVIII ČÍSLO 1/2019. *HZS ČR*. [Online] 2023. <https://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xviii-cislo-1-2019.aspx?q=Y2hudW09OA%3D%3D>.

MACOM. CO JE TO EZS NEBOLI PZTS? VYSVĚTLÍME. *MACOM*. [Online] MACOM SECURITY spol. s r.o. <https://www.macom-security.cz/doporucujeme/co-je-to-ezs-neboli-pzts-vysvetlime/>.

managementmania.com. 2016. Risk Management. *MANAGEMENT MANIA*. [Online] 2016.

Marák, Zbyněk. 2021. *Využití bezpilotních systémů pro městskou a meziměstskou dopravu zboží*. Praha : ČVUT, 2021.

Marshall, Barnhart, Shappe, Most. 2016. *Introduction to unmanned aircraft systems*. Boca Raton : CRC Press, 2016. 978-1-4822-6395-4.

NORIO MATSUMOTO, NAOKI WATANABE, YUSUKE HINATA. 2020. Teardown of DJI drone reveals secrets of its competitive pricing. *NIKKEI ASIA*. [Online] Nikkei Inc., 2020. <https://asia.nikkei.com/Business/China-tech/Teardown-of-DJI-drone-reveals-secrets-of-its-competitive-pricing>.

Nováková, Romana. 2019. *Drony v průmyslu komerční bezpečnosti*. Zlín : UTB Zlín, 2019.

P.G.Fahlstrom, T.J. Gleason. 2012. *Introduction to UAV systems*. Chichester, West Sussex : John Wiley and sons, Ltd, 2012. 978-1-119-97866-4.

PRIMOCO. 2023. PRIMOCO UAV NOVINKY. *PRIMOCO UAV*. [Online] PRIMOCO UAV SE, 2023. <https://uav-stol.com/cs/>.

ŘLP. 2023. Provoz dronů v blízkosti letišť. *Létejte zodpovědně*. [Online] Řízení letového provozu České republiky, s. p., 2023.

s.p., VTÚ. 2023. BRUS. *VTÚ*. [Online] Vojenský technický ústav, s.p., 2023. <https://www.vtusp.cz/produkty/pruzkumne-a-monitorovaci-systemy/brus/>.

SICK. 2023. Zabezpečení budovy. *SICK-Sensor Intelligence*. [Online] SICK AG, 2023. https://www.sick.com/cz/cs/odvetvi/zabezpeceni-budovy/c/g288283?q=:Def_Type:Application.

SIT. 2023. UAV pro pomoc HZS. *Drony SIT*. [Online] Správa inovačních technologií Plzeň, 2023. <https://www.dronysit.cz/projekty-reference/uav-specialne-pro-potreby-hzs/>.

Smejkal Vladimír, Rais Karel. 2013. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4. místo neznámé : Grada, 2013.

Smotlacha, Ondřej, Krausová, Veronika a Miloslav, Nosek. 2023. Drony a jejich využití u Policie ČR. V minulém století ještě sci-fi, dnes je to již běžná realita . *Pražská drbna*. [Online] TRIMA NEWS, s. r. o. , 2023. https://prazska.drba.cz/zpravy/spolecnost/10824-drony-a-jejich-vyuziti-u-policie-cr-v-minulem-stoleti-jeste-sci-fi-dnes-je-to-jiz-bezna-realita.html?utm_source=copy.

Stoklásek, Petr. 2022. *Využití bezpilotních prostředků u integrovaného* . Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2022.

Technologies, Security. 2023. Elektronická poplachová signalizace. *Security technologies*. [Online] Security technologies a.s., 2023. <https://www.security.cz/elektricka-pozarni-signalizace-eps--2423.html>.

TELINK. 2020. Evropská legislativa. *dji TELINK*. [Online] Telink, spol. s.r.o., 2020.

Telink, DJI. DJI Aeroscope. *DJI Telink*. [Online] <https://www.djitelink.cz/cs/865-aeroscope>.

ÚCL. 2023. Základní informace k regulačnímu rámci EU pro bezpilotní systémy. *Úřad pro civilní letectví.* [Online] 2023. <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/zakladni-informace-k-regulacnimu-ramci-eu-pro-bezpilotni-systemy/>.

vúbp. 2012. Rizika a nebezpečí-identifikace a hodnocení rizik. *zsbozp.* [Online] výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2012. <https://zsbozp.vubp.cz/identifikace-a-hodnoceni-rizik>.

W-Technika. 2023. Inspekce v energetice. *PRO-DRONY.CZ.* [Online] W-Technika Group s.r.o., 2023. <http://www.pro-drony.cz/aplikace/inspekce-v-energetice/>.

ČAHD – Česká asociace hasičských důstojníků - Odborné skupiny (cahd.cz)

PŘÍLOHA - Historie bezpilotních systémů

Bezpilotní letadlo (UAV z anglického unmanned aerial vehicle) je letadlo bez posádky, které může být řízeno na dálku, nebo je schopno létat samostatně pomocí předem programovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů. Stejně jako v jiných technických odvětvích, i technický vývoj, rozvoj UAS a jejich následné rozšíření ke komerčním účelům, byl zapříčiněn využitím ve vojenství.

První vojenské aplikace, které vyhoví dnešním definicím bezpilotního prostředku, byly draky Douglasa Archibalda, opatřené zprvu anemometrem k měření větru ve výšce 360 metrů nad zemí v roce 1883. V roce 1887 vynesl opět na drakovi kameru, aby poprvé pořizoval letecké snímky. Na konci první světové války americké spojovací jednotky testovali Kettering Torpedo bug, dvouplošník, stabilizovaný pomocí gyroskopů, s přednastavenými řídicími prvky, tak aby vypnul motor ve vhodné vzdálenosti, odpálil křídla a snesl v i s náloží na požadovanou plochu po balistické křivce. Ve Velké Británii naopak tou dobou vyvíjeli a testovali rádiem řízené letadla pod vedením Archibalda Lova. Tomu se mimo jiných invencí podařilo vyřešit problém interference mezi motorem letadla a řídicím signálem a v roce 1924 provedl první rádiem řízený let. (Bém, 2019) Během druhé světové války došlo k masovému využití autonomních létajících prostředků v podobě křídlatých střel V-1 a řízených raket V-2 ze strany Německa.

První masové využití bezpilotních systémů k průzkumným úkolům došlo ve válce ve Vietnamu, kdy byly bezpilotní prostředky vypouštěny z letounů C-130 Hercules a po splnění mise proběhl návrat pomocí přistávacího padáku. Jednalo se původně o Ryan Firebee target drone neboli o cvičný cíl společnosti Ryan, který byl během kubánské krize přepracován do podoby průzkumného prostředku. Kubánská krize ale skončila dříve, než mohl být průzkumný prostředek nasazen, a tak se sériového nasazení dočkal až během Vietnamské války, kde bezpilotní prostředky provedly téměř tři a půl tisíce misí, z nichž 84 % se úspěšně navrátilo. Tato úspěšnost se v závěru války pohybovala kolem 90 %. (P.G.Fahlstrom, 2012)

Všeobecný zájem o použití bezpilotních letadel po válce ve Vietnamu spíše ustával, až do roku 1982, kdy Izraelské síly provedly úspěšnou operaci na potlačení Syrské protivzdušné obrany (PVO) v údolí Bekaa. Byla to první úspěšná konfrontace západní techniky a sovětského

systemu PVO. Izraelci zde používali bezpilotní prostředky k průzkumu, rušení a klamání. Izraelské bezpilotní prostředky nebyly tak sofistikované, jak by se mohl někdo domnívat, ale přesto dokázali, že při použití momentu překvapení a vhodné taktiky jsou vhodné k podpoře vojsk v operačním prostředí. Jejich dalším vývojem a spoluprací Israel Aerospace Industries (IAI) s americkou AAI Corporation (dnes divize společnosti Textron systems) vznikl RQ-2 Pioneer. Tento UAV už je právě tím bezpilotním prostředkem střední velikosti, který dosáhl masového rozšíření a nalétal stovky operačních hodin během konfliktů devadesátých let, jako jsou válka v perském zálivu, operace v zemích bývalé Jugoslávie až po Afghánistán a byl vyřazen z operační služby v roce 2007. Po tomto typu už následovaly desítky typů různých UAV různých velikostí a typů konstrukcí které začaly být posléze hojně využívány i pro komerční účely.

Popularizace použití bezpilotních prostředků médii a miniaturizace výpočetní techniky zapříčinily postupné zavádění bezpilotních prostředků v civilním a komerčním sektoru. Velmi oblíbenou koncepcí jsou kromě klasické letounové koncepce multikoptéry. Toto uspořádání není samo o sobě schopné stabilního letu. Zatímco klasické letadlo, nebo vrtulník drží ve vzduchu jaksí sami, dron by se bez neustálých korekcí chodu motorů okamžitě zřítil. Proto je na palubě počítačová řídicí jednotka vybavená gyroskopy a akcelerometry, která průběžně sleduje polohu stroje a podle toho upravuje chod motorů. Bez výkonného, a přitom velmi malého a lehkého počítače by byl koncept dronu neuskutečnitelný. Proto se průkopníci letectví tak dlouho ubírali jiným směrem. (P.G.Fahlstrom, 2012)