



**České vysoké učení technické v Praze**

Fakulta dopravní

Kirill Melikhov

**Společné využití leteckého prostoru pilotovaných  
a nepilotovaných letadel**

Bakalářská práce

**2021**



**K621** ..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Kirill Melikhov**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – TUL – Technologie údržby letadel**

Název tématu (česky): **Společné využití leteckého prostoru pilotovaných  
a nepilotovaných letadel**

Název tématu (anglicky): Common Use of Airspace by Piloted and Unmanned  
Aircraft

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Bezpilotní systémy a jejich porovnání s pilotovanými letadly
- Popis současného stavu začlenění bezpilotních systémů do vzdušného prostoru
- Analýza a zhodnocení současných možností začlenění bezpilotních systémů
- Možnosti společného využití leteckého prostoru v budoucnosti



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: ERBS, Dominik. Bezpilotní prostředky používané pro pátrání a záchranu. ČR, 2016.

ALDUKHOV, Alexander. Malé a bezpilotní letadla, možnost regulace a kontroly [online]. Dostupné z: <https://www.aex.ru/m/docs/4/2015/5/18/2232/print/>

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **19. října 2018**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Kirill Melikhov  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 2. prosince 2020

# Poděkování

Především chci poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Doc. Ing. Jakubu Krausovi, Ph.D. za jeho čas a za to, že mi během zpracovávání této práce poskytl metodickou významnou pomoc a odborné rady. Také bych chtěl poděkovat svým odborným kolegům za jejich podporu a rady při diskuzi o projektové vizi.

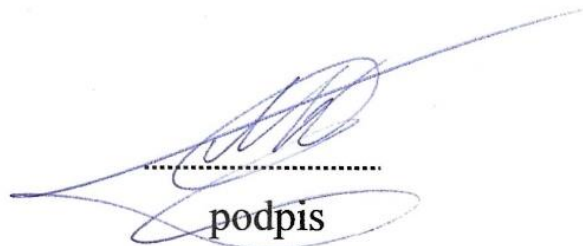
# Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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

Nemám závažný důvod proti tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 09.08.2021



.....  
podpis

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou společného využití leteckého prostoru pilotovaných a nepilotovaných letadel. Jejím cílem je rozebrat a posoudit možnosti společného využití leteckého prostoru pilotovaných a nepilotovaných letadel. Z cíle práce se odvíjí její struktura. Text bakalářské práce je rozdělen do čtyř relativně samostatných a na sebe navazujících kapitol.

První kapitola bakalářské práce je vstupem do problematiky a obsahuje krátké ohlédnutí za hlavními historickými mezníky vývoje bezpilotních letadel, definuje základní používané pojmy, seznamuje s klasifikací (rozdělením) bezpilotních systémů a stručně porovnává hlavní odlišnosti pilotovaných a nepilotovaných letadel. Druhá kapitola textu bakalářské práce je věnována popisu a rozboru současného stavu společného využití leteckého prostoru letadly bez pilota a pilotovanými letadly. Důležitou součástí této kapitoly je rozbor hlavních ustanovení nařízení Evropské komise, které se týkají bezpilotních systémů. Třetí kapitola posuzuje v širším kontextu souvislosti a možnosti společného využití leteckého prostoru bezpilotními a pilotovanými letadly. Obsahuje také vlastní vizi projektu „Mřížka“, který by mohl být jedním z využitelných doplňků systému U-space. Čtvrtá kapitola textu je diskuzí o projektové vizi „Mřížka“.

# KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpilotní letadlo, UA, UAV, bezpilotní systém, UAS, dron, letecký prostor, společný letecký prostor, U-space

**Autor:** Kirill Melikhov  
**Název:** Společné využití leteckého prostoru pilotovaných a nepilotovaných letadel  
**Instituce:** České vysoké technické v Praze, Fakulta dopravní  
**Obor:** Technologie údržby letadel  
**Rok:** 2021

# **ABSTRACT**

The bachelor's thesis deals with the issue of common use of airspace by piloted and unmanned aircraft. Its aim is to analyze and assess the possibilities of common use of airspace by manned and unmanned aircraft. The structure of the work derives its structure. The text of the bachelor thesis is divided into three relatively separate and consecutive chapters.

The first chapter of the bachelor's thesis is an introduction to the issue and contains a brief look back at the main historical milestones in the development of unmanned aircraft, defines the basic terms, introduces the classification (division) of unmanned systems and briefly compares the main differences between piloted and unmanned aircraft. The second chapter of the text of the bachelor's thesis is devoted to the description and analysis of the current state of common use of airspace by unmanned and piloted aircraft. An important part of this chapter is the analysis of the main provisions of the European Commission regulations concerning unmanned systems. The third chapter assesses in a broader context possibilities of common use of airspace by unmanned and manned aircraft. It also contains its own vision of the grid project, which could be one of the usable additions to the U-space system. The fourth chapter of the text is a discussion about the project vision „Grid“.

## **KEY WORDS**

Unmanned aircraft, UA, UAV, unmanned aerial system, UAS, drone, airspace, common airspace, U-space

**Author:** Kirill Melikhov  
**Title:** Common use of airspace by piloted and unmanned aircraft  
**Institution:** Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences  
**Study program:** Technology of aviation maintenance  
**Academic year:** 2021



# Obsah

Úvod	13
1. Bezpilotní systémy a jejich porovnání s pilotovanými letadly	16
1.1 Historie vzniku bezpilotních systémů: krátký exkurz	16
1.2 Vymezení základních pojmů	24
1.3 Klasifikace bezpilotních systémů	26
1.4 Bezpilotní systémy a jejich porovnání s pilotovanými letadly	29
1.5 Možnosti využití bezpilotních letadel a bezpilotních systémů	33
2. Popis současného stavu a zhodnocení současných možností začlenění bezpilotních systémů do leteckého prostoru	37
2.1 Vymezení leteckého prostoru pro bezpilotní letadla	37
2.2 Charakteristika současného stavu a možností začlenění bezpilotních systémů do vzdušného prostoru v EU a ČR	38
2.3 Charakteristika současného stavu a možností začlenění bezpilotních systémů do vzdušného prostoru v USA	45
2.4 Nová pravidla pro létání s drony v EU – 2021	49
3. Rozbor a zhodnocení souvislostí a možností začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru	58
3.1 Souvislosti začlenění bezpilotních prostředků do společného leteckého prostoru	58
3.2 Bezpečnostní aspekty začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru	61
3.3 Začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru – projektová vize „Mřížka“	66
4. Diskuze	77
Závěr	83
Seznam bibliografických citací	84
Seznam obrázků	90
Seznam tabulek	91

## Seznam použitých zkratk

ADS-B	Automatic Dependent Surveillance – Broadcast	Automatické závislé sledování – Přenos
AFIS	Flight Information Service	Letová informační služba
ANSI	American National Standards Institute	Americký národní normalizační institut
API	Application Programming Interface	Rozhraní pro programování aplikací
ATC	Air Traffic Control	Kontrola letového provozu
ATM	Air Traffic Management	Řízení letového provozu
ATS	Air Traffic Service	Letecká dopravní služba
ATZ	Aerodrome Traffic Zone	Letištní dopravní zóna
AUP	Airspace Use Plan	Plán využití vzdušného prostoru
CTA	Consumer Technology Association	ANSI
CTR	Controlled Traffic Region	Řízená dopravní oblast
DAA	Detect And Avoid	Zjistit a vyhnout se
DJI	Dajiang Innovation Technology Co.	Dajiang Innovation Technology Co.
EASA	European Union Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecký úřad
FIMS	Flight Information Management System	System řízení letových informací
FIR	Flight Information Region	Letová informační oblast
FLARM	Flight + Alarm	Let + Poplach
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globální navigační satelitní systém
IPP	Integration Pilot Program	Pilotní program integrace
LAANC	Low Altitude Authorization and Notification Capability	Schopnost autorizace a oznámení pro nízké nadmořské výšky

LiDAR	Light Detection and Ranging	Detekce a nastavení světla
LTE	Long-Term Evolution	Dlouhodobý vývoj
NAS	National Aviation Services	Národní letecké služby
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Národní letecký a kosmický úřad
NOTAM	NOTice To AirMen	Oznámení letcům
NR	Number	Číslo
RID	Remote Identification	Vzdálená identifikace
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems	Dálkově pilotované letadlové systémy
SESAR JU	Single European Sky ATM Research Joint Undertaking	Výzkum ATM v rámci jednotného evropského nebe Společný podnik
SSR	Secondary Surveillance Radar	Sekundární sledovací radar
TCAS II	Traffic Alert and Collision Avoidance System 2. Gen.	Systém varování a vyhýbání se kolizi 2. Gen.
TFR	Temporary Flight Restriction	Dočasné omezení letu
TMZ	Transponder Mandatory Zone	Povinná zóna transpondéru
TRA	Temporary Reserved Area	Dočasná vyhrazená oblast
TSA	Temporary Segregated Area	Dočasná segregovaná oblast
UA	Unmanned Aircraft	Bezpilotní letadlo
UAS	Unmanned Aircraft Systems	Bezpilotní letadlové systémy
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	Bezpilotní letoun
UPP	UTM Pilot Program	Pilotní program UTM
UPS	United Parcel Service Inc.	Mezinárodní přepravní společnost - United Parcel Service Inc.
USD	U.S. dollar	Americký dolar
USS	UAS Service Suppliers	Dodavatelé služeb UAS

UTC	Coordinated Universal Time	Koordinovaný univerzální čas
UTM	Unmanned Aircraft Systems Traffic Management	Řízení provozu bezpilotních systémů letadel
UUP	Updated Airspace Use Plan	Aktualizovaný plán využití vzdušného prostoru
UVR	UAS Volume Reservations	Objemové rezervace UAS

# Úvod

V posledních dvaceti až třiceti letech došlo k dynamickému technologickému vývoji a významně se rozšířilo spektrum komerčního využití dronů a také jejich využití pro rekreaci a sport. Drony našly své široké uplatnění ve výrobě, v těžebním průmyslu, zemědělství, dopravě, logistice a dalších oblastech lidské činnosti. Ve stále rozsáhlejším měřítku jsou využívány pro potřeby policie, hasičů a záchranářů. Technologickým lídrem ve vývoji bezpilotních letadel jsou v současnosti Čína a USA, které také ovládají většinu trhu s drony.

Téměř masové nasazení dronů s sebou nese řadu bezpečnostních rizik, spojených s jejich začleněním do vzdušného prostoru. Proto se jednotlivé státy a společenství států snažily vydat pravidla pro létání s drony prostřednictvím svých národních leteckých úřadů. Je ale potřebné poznamenat, že tato pravidla byla značně nejednotná a často i velmi odlišná. Bylo proto logické, že zejména v posledních deseti letech zintenzivnila snaha Evropské komise tato pravidla sjednotit a harmonizovat, aby bylo možné bezpilotní letadla bezpečně integrovat do společného vzdušného prostoru členských států Evropské unie a také aby byl zajištěn jejich bezpečný provoz nejen ke sportovním, zábavným a rekreačním účelům, ale hlavně aby byl vytvořen regulatorní rámec pro využití jejich komerčního potenciálu.

Prvním z dokumentů Komise (EU), který se touto problematikou zabývá v koncepčně strategickém výhledu několika příštích let, bylo Sdělení Komise (EU) výstižně nazvané „Nová éra letectví: Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů“ ze dne 8. 4. 2014. Na toto Sdělení Komise (EU) pak do současnosti navazuje série několika Nařízení Komise (EU) a Prováděcích nařízení Komise (EU), které podrobněji specifikují regulatorní rámec a u nichž se předpokládá, že je unijní členské státy implementují do svého právního řádu (obecně zákona o civilním letectví) a také do leteckých předpisů.

Tento soubor Nařízení a Prováděcích nařízení Komise (EU) má postupnou účinnost. První vlna změn nastala od posledního dne roku 2020, kdy mimo jiné začalo platit nové rozdělení dronů do kategorií podle druhu provozu a pro některé bezpilotní systémy povinná registrace. Druhá vlna změn nastane od 1. ledna 2022, kdy jednotlivé členské státy definují zeměpisné zóny pro bezpilotní systémy. Poslední ze změn bude platná od ledna 2023.

I po vydání série nařízení a prováděcích nařízení Komise (EU) ale stále existuje mnoho praktických otázek, které souvisí nejen s bezpečnou integrací bezpilotních letadel do vzdušného prostoru společně s pilotovanými letadly, ale také praktických otázek implementace unijních dokumentů do právních předpisů a leteckých předpisů unijních států. Vedle těchto otázek je důležité i hledání technických řešení ochrany před kolizemi ve vzdušném prostoru, ve kterém se budou pohybovat drony společně s pilotovanými letadly anebo případně v té části vzdušného prostoru, ve kterém budou ve velmi nízkých výškách převážně probíhat komerční lety dronů pro osobní dopravu (letecká taxi) anebo pro přepravu nákladů a zboží. Právě na tento problém se bakalářská práce zaměří.

Časový horizont pro nalezení komplexních technických řešení systému řízení letového provozu dronů má v projektu Evropské unie U-space lhůtu do roku 2030, kdy by měl fungovat plně automatizovaný systém řízení letů dronů.

Bakalářská práce reaguje na výše uvedené skutečnosti. Jejím cílem je rozebrat a posoudit možnosti společného využití leteckého prostoru pilotovaných a nepilotovaných letadel se zaměřením na tu část leteckého prostoru, ve které budou převažovat komerční osobní a nákladní lety dronů ve velmi nízkých výškách v městských aglomeracích s nízkým rizikem setkání s letadlem s pilotem na palubě.

Z cíle práce se odvíjí její struktura. Text bakalářské práce je rozdělen do tří relativně samostatných a na sebe navazujících kapitol.

První kapitola bakalářské práce je vstupem do problematiky a obsahuje krátké ohlédnutí za hlavními historickými mezníky vývoje bezpilotních letadel, definuje základní používané pojmy, seznamuje s klasifikací (rozdělením) bezpilotních systémů a stručně porovnává hlavní odlišnosti pilotovaných a nepilotovaných letadel.

Druhá kapitola textu bakalářské práce je věnována popisu a rozboru současného stavu společného využití leteckého prostoru letadly bez pilota a pilotovanými letadly. Důležitou součástí této kapitoly je rozbor hlavních ustanovení nařízení Evropské komise, které se týkají bezpilotních systémů.

Třetí kapitola posuzuje v širším kontextu souvislosti a možnosti společného využití leteckého prostoru bezpilotními a pilotovanými letadly. Obsahuje také vizi projektu „Mřížka“, který by mohl být jedním z využitelných doplňků systému U-space pro převažující komerční lety dronů pro osobní dopravu, přepravu nákladů a doručování zboží.

Při zpracování bakalářské práce byly využity odborné monografie a články v odborných časopisech, především nařízení Evropské komise a letecké předpisy, které jsou uvedeny v soupisu bibliografických citací. Určitým problémem při zpracování textu byl nedostatek odborných publikací, které se touto problematikou zabývají, což je vzhledem k novosti popisovaných problémů přirozené. Limitujícím faktorem pro zpracování tématu je také skutečnost, že novela českého Zákona o civilním letectví dosud nebyla schválena a nachází se ve stadiu neukončené parlamentní legislativní procedury.

# 1. Bezpilotní systémy a jejich porovnání s pilotovanými letadly

První kapitola diplomové práce je úvodním vstupem do problematiky, řešené v druhé a třetí kapitole textu. Obsahuje krátké ohlédnutí za hlavními historickými mezníky vývoje bezpilotních letadel, definuje základní používané pojmy, seznamuje s klasifikací (rozdělením) bezpilotních systémů a stručně porovnává hlavní odlišnosti pilotovaných a nepilotovaných letadel.

## 1.1 Historie vzniku bezpilotních systémů: krátký exkurz

V historických pramenech se jako první případ použití bezpilotních letadel zmiňuje rok 1849, kdy rakousko-uherská armáda pod velením maršála Radeckého použila horkovzdušné balóny naplněné výbušninami k „bombardování“ rebelujících Benátek. Vzhledem k povětrnostním podmínkám sice velkého efektu tato akce nedosáhla; spíše se jednalo o odstrašující psychologický efekt.<sup>1</sup> Holman tuto událost hodnotí jako první vojenské ofenzivní použití bezpilotního letadla.<sup>2</sup>

Začátky historie dálkově ovládaných nebo samočinně pilotovaných letadel bez lidské posádky se datují do období konce první světové války a několika málo let po jejím skončení. Idea dálkově řízených letadel je ale starší. Přispěl k ní fyzik, vynálezce a inženýr Nicola Tesla, který už v roce 1899 veřejnosti představil loď řízenou rádiem a dal tak impuls k rozvoji technologického odvětví na dálku kontrolovaných a řízených objektů.<sup>3</sup>

Obecně se považuje za začátek historie bezpilotních letadel (UA - Unmanned Aircraft) rok 1917, kdy v USA po několika letech vývoje a testování poprvé vzlétl a uletěl téměř 40 kilometrů upravený a dálkově ovládaný hydroplán Curtiss N-9 s gyroskopickým autopilotem systému Sperry. Jeho hlavním účelem bylo ničení německých ponorkových

---

<sup>1</sup> FindingDulcinea. On This Day: Austria Drops Balloon Bombs on Venice. In: *Findingdulcinea.com* [online]. 22.8.2011. Dostupné z: <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August08/On-this-Day--Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html>

<sup>2</sup> HOLMAN, Brett. The first air bomb: Venice, 15 July 1849. In: *Airminded.org* [online]. 22.8.2009. Dostupné z: <https://airminded.org/2009/08/22/the-first-air-bomb-venice-15-july-1849/>

<sup>3</sup> TESLA UNIVERSE. Tesla radio-controlled boat first demonstrated in 1898. In: *Teslauniverse.com* [online]. Dostupné z: <https://teslauniverse.com/nikola-tesla/images/tesla-radio-controlled-boat-first-demonstrated-1898>; TURI, Jon. Tesla's toy boat: A drone before its time. In: *Engadget.com* [online]. 19.1.2014. Dostupné z: <https://www.engadget.com/2014/01/19/nikola-teslas-remote-control-boat>



základen. Tento bezpilotní vojenský létající prostředek byl schopen nést nálož do váhy až 450 kg a do vzdálenosti až 80 km.<sup>4</sup> Bojového nasazení se nikdy nedočkal.

Pro historii vývoje bezpilotních letadel je charakteristické, že jeho hlavním katalyzátorem bylo jejich vojenské využití. Prvním a snad nejznámějším bezpilotním létajícím motorových strojem z období první světové války byl britský Kettering Bug. V podstatě se jednalo o velmi jednoduché „létající torpédo“, zkonstruované na bázi malého létajícího dvojplátníku a schopné nést 50 kg trhaviny. Toto létající torpédo bylo vypouštěno z kolejnic a mělo pevně nastavená kormidla, kdy s ohledem na směr a rychlost větru bylo schopno doletět až do vzdálenosti 120 km a po vyčerpání paliva prostě „spadlo“ na cíl. Po dobu letu nebylo možné toto létající torpédo nijak řídit.<sup>5</sup> I tento projekt přišel příliš pozdě na to, aby mohl být v průběhu první světové války nasazen do bojových operací.

V období po první světové válce se velmi rychle rozvíjelo jak vojenské, tak i civilní letectví. Vývoj bezpilotních prostředků se v tehdejší době soustředil především do USA a Velké Británie. V období mezi první a druhou světovou válkou se vývoj bezpilotních létajících prostředků soustředil do USA a Velké Británie. Pověštinou se jednalo o bezpilotní prostředky, které byly konstruovány jako létající bomby anebo jako cvičné terče pro nácvik protiletadlové palby. V podstatě se jednalo o dokonalejší verze původního stroje Kettering Bug. (obrázek 1)

---

<sup>4</sup> *Historie dronů aneb bezpilotní letouny v dějinách*. 17.7.2018. [online]. [cit. 2020-12-27]. Dostupné z: <https://sciencemag.cz/historie-dronu-aneb-bezpilotni-letouny-v-dejinach/>

<sup>5</sup> <http://www.etymonline.com/index.php?term=drone>



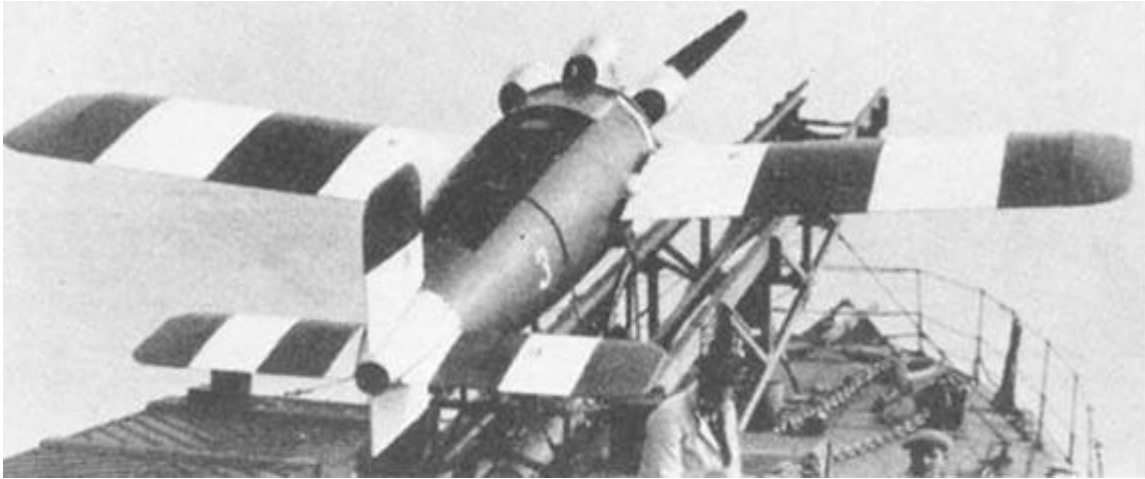
**Obr. 1: Bezpilotní prostředek Kettering Bug**

**Zdroj:<sup>6</sup>**

Konstrukčně nový přístup k bezpilotním letadlům se prosadil na ve druhé polovině dvacátých let minulého století, kdy Britské Královské Výzkumné Středisko (RAE - The Royal Aircraft Establishment) a Britské Královské Námořnictvo (Royal Navy) začaly vyvíjet a testovat létající střelu RAE Larynx (Long Range Gun with Lynx Engine.) jako protilodní řízenou střelu s dlouhým doletem, startovanou v předě buitevních lodí. (obrázek 2). Vyvíjeny byly dvě bezpilotní verze: se systémem řízení na základě gyroskopů) nebo dálkově ovládaná pomocí radiostanice (RC - Radio Control). Tento vývojový program byl realizován v období let 1925 – 1928, kdy byl po sérii testovacích letů ukončen. Konstrukčně je možné střelu RAE Larynx považovat za nový konstrukční impuls k vývoji bezpilotních letadel.

---

<sup>6</sup> *Their flying machines. Their flying machines.* [online]. Dostupné z: <http://flyingmachines.ru/Site2/Crafts/Craft29033.htm>



**Obr. 2: Střela RAE Larynx**

**Zdroj:<sup>7</sup>**

Prvním bezpilotním sériově vyráběným dálkově řízeným bezpilotním letounem byl ve třicátých a čtyřicátých letech minulého století dvouplošník Tiger Moth, přezdíváný jako Queen Bee. Byl využíván k vlečení vzdušných terčů (rukávů) pro nácvik střelby anebo pro ověřování funkčnosti radiolokační techniky. Tyto bezpilotní letouny mohly být dálkově ovládány pilotem ze země, z lodi anebo dokonce i z jiného letadla. Pilot – operátor tento stroj ovládal jednoduchými tříkanalovými potenciometrickými ovladači pro řízení za letu. Ovládány byly řídicí plochy a režim motoru. Kromě zmíněného účely začaly být bezpilotní letouny využívány i pro letecké snímkování.

Další důležitou etapou vývoje bezpilotních letadel bylo období druhé světové války. V jejím průběhu snad největšího pokroku a skutečného bojového nasazení bezpilotních letadel dosáhlo nacistické Německo. Z historie druhé světové války jsou známé především střely s plochou drahou letu V-1, poháněné náporovými motory, které pak vystřídal střely V-2, poháněné raketovými motory. Relativně opomíjená je historická skutečnost, že německý letecký průmysl v průběhu druhé světové války vyráběl také různé typy dálkově řízených malých průzkumných letounů, poháněných spalovacím motorem a určených pro letecký průzkum a letecké snímkování.

---

<sup>7</sup> <http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>

Lehké bezpilotní letouny pro letecké snímkování a testování protiletecké obrany využívali v průběhu druhé světové války i západní spojenci. Nejznámějším je dálkově řízený letoun Radioplane OQ 2, jehož výroba od roku 1941 dosáhla více jako 3500 kusů.<sup>8</sup>

V průběhu druhé světové války nebyla problematika využití bezpilotních prostředků opomíjena ani v tehdejší Sovětském svazu. Popisován je např. projekt využití zastaralých dálkově řízených těžkých bombardérů k ničení velkých mostů a opevněných objektů na bázi bombardéru Tupolev TB – 3.<sup>9</sup> Spíše se ale jednalo o ojedinělé vývojové konstrukční pokusy.<sup>10</sup>

Po druhé světové válce a v průběhu padesátých let minulého století došlo k prudkému vývoji vojenských a civilních letadel s reaktivním pohonem. Stejně rychle, jak postupoval vývoj pilotovaných strojů, pokračoval velmi rychle i vývoj bezpilotních letadel a značně se rozšířil i rozsah úkolů, které měly bezpilotní prostředky plnit, především ve smyslu vojenského nasazení. Paralelně s tímto trendem se velmi rychle rozrůstal i počet zemí, které byly schopny vyvíjet, konstruovat a vyrábět bezpilotní letouny.

Rozsáhlejší použití bezpilotních prostředků spadá do poloviny šedesátých let a války ve Vietnamu. Americké ozbrojené síly tehdy ve velkém rozsahu nasadily do bojových operací drony Ryan Feribee (Ryanovy ohnivé včely) (obrázek 3), které byly zpočátku používány pro testování reakcí amerických pilotů na řízené střely. V době vietnamské války je americká armáda používala převážně k průzkumným účelům, ke stejným účelům byly používány v arabsko-izraelské válce na začátku sedmdesátých let minulého století.

---

<sup>8</sup>Radioplane OQ-2 (National Model Aviation Museum). [online]. Dostupné z: <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/196292/radioplane-oq-2a/>

<sup>9</sup> Podrobněji viz KOTEL'NIKOV, V., R., *Těžký bombardér Tupolev TB-3*. Nevojice: Jakab Publishing, 2020. ISBN 978-80-76480-16-2.

<sup>10</sup> Science Debate: *История развития беспилотных летательных аппаратов*. [online]. 2008. Dostupné z: <https://www.sciencedebate2008.com/development-of-unmanned-aerial-vehicles>



**Obr. 3: Bezpilotní letoun Ryan Feribee**

**Zdroj:<sup>11</sup>**

Postupně se v průběhu války ve Vietnamu využívaly i k dalším bojovým účelům (ničení cílů nebo např. i shazování letáků – tzv. psychologické operace, (ve zkratce Psyops) v modelech dronů Ryan Model 147, Ryan AQM-91 Firefly, Lockheed D-21.<sup>12</sup>

V průběhu války ve Vietnamu začal bezpilotní letadla konstruovat a využívat také tehdejší Sovětský svaz, především konstrukční kancelář A.N Tupoleva. Ta v šedesátých letech zkonstruovala a úspěšně otestovala dva typy bezpilotních proudových letounů TU – 123 Jastreb a TU – 143 Rejs.

Po skončení války ve Vietnamu na začátku sedmdesátých let se těžiště vývoje bezpilotních letadel přesunulo do Izraele. Rozsáhlého nasazení se izraelské bezpilotní prostředky dočkaly v průběhu tzv první libanonské v roce 1982. Pro průzkumné účely byly používány průzkumná bezpilotní letadla Mazlat a bezpilotní návnady typu Samson v bojových střetech se syrským letectvem.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Ryan Firebee. Forums X Plane [online]. Dostupné z: <https://fo-rums.x-plane.org/index.php?/files/file/19086-ryan-firebee/>

<sup>12</sup><http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>

<sup>13</sup> DOBBING, Mary a Chris COLE. Israel and the Drone Wars: Examining Israel's production, use and proliferation of UAVs. In: *Drone Wars UK* [online]. 01/2014. Dostupné z: <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2014/01/israel-and-the-drone-wars.pdf>

Počet bezpilotních letadel, používaných k vojenským a také k civilním účelům, začal ve světě narůstat v průběhu osmdesátých a devadesátých let minulého století. Kromě USA, Velké Británie a dalších vojensky silných západoevropských zemí začaly bezpilotní prostředky vyvíjet a vyrábět také další země - Čína, Indie, Pákistán, Jižní Afrika a některé technicky vyspělé arabské země (např. iránské bezpilotní prostředky Ababil.. Rozvoj výroby bezpilotních letadel umožnila nová technologická vlna, spojená s elektronizací a miniaturizací konstrukčních součástí.

Ve velkém měřítku byly využity vojenské drony v průběhu válečného konfliktu v Bosně a Kosovu. Vojenské drony byly využívány k monitoringu situace v nebezpečném území, pohybu vojenských a nevojenských sil. Od konstrukce vojenských dronů bylo vyžadováno, aby byly schopny vydržet ve vzduchu dlouho dobu, aby bylo možné je ovládat na velké vzdálenosti i několika tisíc kilometrů a aby byly schopny pořídit obrazové záznamy v reálném čase a vysokém rozlišení.

Od začátku 21. století po událostech z 11. září 2001 a v souvislosti s globální válkou proti terorismu zkonstruovány a poprvé k bojovému nasazení použity tzv. těžké vojenské drony Predator první a později druhé generace, schopné nést sofistikované zbraňové systémy s velkou přesností a ničivou silou. (obrázek 4) V prvních dvou dekádách 21. století vývoj vojenských bezpilotních prostředků dále pokračoval a do struktury moderních armád byly zařazovány samostatné vojenské útvary bezpilotních letadel různých kategorií a různých účelů použití.



**Obr. 4: Vojenský dron Predator**

**Zdroj:<sup>14</sup>**

Na tento trend reagovaly s určitým zpožděním i ozbrojené síly Ruské federace. Hlavním impulsem byly zkušenosti z války Gruzie s Abcházií v roce 2008 a později s Jižní Osetií. Tyto zkušenosti jen potvrdily, že ozbrojené síly Ruské federace začaly zaostávat ve vývoji a použití bezpilotních letadel na začátku devadesátých let minulého stoletím kdy ruské ministerstvo obrany mylně vyhodnotilo perspektivní možnosti vojenského využití bezpilotních letadel.<sup>15</sup> V posledních deseti letech se bezpilotní prostředky staly neodmyslitelnou součástí vedení všech vojenských angažmá ruských ozbrojených sil v zahraničí, včetně posledního v ozbrojeném konfliktu v Sýrii. Zajímavé je, že se v posledních letech technologickým celosvětovým lídrem ve vývoji, konstrukci a výrobě bezpilotních prostředků stává Čína.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> Military-today [online]. 2006 . Dostupné z: [http://www.military-today.com/aircraft/mq1\\_predator.htm](http://www.military-today.com/aircraft/mq1_predator.htm)

<sup>15</sup> Федутин, Д. *Какие беспилотники есть на вооружении у российской армии*. 10.04.2020. [online]. Dostupné z:<https://profile.ru/military/kakie-bespilotniki-est-na-vooruzhenii-u-rossijskoj-armii-275319/>

<sup>16</sup> Федутин, Д. *Какие беспилотники есть на вооружении у российской армии*. 10.04.2020. [online]. Dostupné z:<https://profile.ru/military/kakie-bespilotniki-est-na-vooruzhenii-u-rossijskoj-armii-275319/>

V posledních dvaceti letech tohoto století je možné zaznamenat zásadní přesun bezpilotních letadel směrem ke spotřebitelům. Kromě rekreačního létání se bezpilotní letadla stále více využívají ke komerčním účelům v různých odvětvích podnikání a také v bezpečnostních službách, zdravotnictví a hasičských záchranných sborech. Masové rozšíření bezpilotních letadel ale kromě počátečního nadšení také přineslo i úvahy o bezpilotních prostředcích jako rizikových faktorech bezpečného využití společného leteckého prostoru a potřeby jejich masové využívání regulovat novými pravidly pro létání.

## 1.2 Vymezení základních pojmů

Každý obor vědeckého poznání nebo lidské činnosti má svou vlastní odbornou terminologii. Základní pojmy, které jsou v diplomové práci používány, jsou definovány v Doplňku X – bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. V něm jsou základní pojmy definovány následovně:

- Autonomní letadlo: „*Bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu.*“<sup>17</sup>
- Bezpilotní letadlo (UA): „*Letadlo určené k provozu bez pilota na palubě.*“<sup>18</sup>  
V mezinárodním kontextu se jedná o nadřazenou kategorii dálkově řízených letadel, autonomních letadel i modelů letadel; pro účely tohoto doplňku se bezpilotním letadlem rozumí všechna bezpilotní letadla kromě modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 25 kg.
- Bezpilotní systém (UAS): „*Systém skládající se z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného k umožnění letu, jako například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění a návrat. Bezpilotních letadel, řídicích stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního systému více.*“<sup>19</sup>
- Model letadla: „*Letadlo, které není schopné nést člověka na palubě, je používáno pro soutěžní, sportovní nebo rekreační účely, není vybaveno žádným zařízením umožňujícím automatický let na zvolené místo, a které, v případě volného modelu, není dálkově řízeno*“

---

<sup>17</sup> Doplňek X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online] Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>

<sup>18</sup> Doplňek X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online] Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>

<sup>19</sup> Doplňek X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online] Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>



*jinak, než za účelem ukončení letu nebo které, v případě dálkově řízeného modelu, je po celou dobu letu pomocí vysílače přímo řízené pilotem v jeho vizuálním dohledu.*“<sup>20</sup>

Definici základních pojmů obsahují i dokumenty Evropské unie, vztahující se k regulaci provozu bezpilotních systémů. Nařízení komise v přenesené pravomoci 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a o provozovateli bezpilotních systémů ze třetích zemí v čl. 3 uvádí, že „*bezpilotním letadlem*“ (UA) *se rozumí letadlo provozované nebo projektované pro autonomní provoz nebo pro pilotování na dálku bez pilota na palubě a „bezpilotním systémem“ (UAS) se rozumí bezpilotní letadlo a vybavení pro jeho řízení na dálku.*“ Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel v čl. 2 bezpilotní systém definuje jako bezpilotní letadlo a vybavení pro jeho řízení na dálku.

O vlastní definici bezpilotních letadel se ve své knize pokusili Karas a Tichý. Oba autoři je definují následovně: „*Bezpilotní letecké prostředky, známé také jako drony (z anglického „drone“), jsou letecké prostředky bez posádky na palubě, které jsou ovládány manuálně na dálku nebo mohou létat automaticky dle předem nadefinovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů.*“<sup>21</sup>

Odborná a laická veřejnost si zvykla používat v komunikaci zjednodušující pojem „dron“, pod kterým rozumí jakékoliv bezpilotní letadlo bez ohledu na jejich klasifikaci anebo jejich definici v leteckém předpisu. České letecké předpisy tento pojem ale nepoužívají. Karas poznamenává, že se pojem dron pro označení nových bezpilotních létajících technologií mezi odborníky zpočátku používalo velmi zdrženlivě, postupem času ale tento pojem začaly používat v odborné komunikaci i letecké autority a tento pojem se stal vlastně oficiálním.<sup>22</sup>

Pojem „dron“ má svůj původ v angličtině, používá se pro označení včelího samce – trubce, který při letu vydává vrčivý zvuk. Podobný zvuk vydávají při letu bezpilotní prostředky – především multikoptéry.

---

<sup>20</sup> Doplněk X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online] Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>

<sup>21</sup> KARAS, Jakub a TICHÝ, Tomáš. *Drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4, s. 10.

<sup>22</sup> KARAS, Jakub. *222 tipů a triků pro drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4874-7, s. 15

V současnosti se pojem „dron“ používá ve třech významech:

- Jako označení pro obecný stroj, ovládaný umělou inteligencí;
- Jako označení pro bezpilotní létající stroj (UAV – Unmanned Aerial Vehicle);
- Jako označení pro bezpilotní bojový létající stroj (UCAV – Unmanned Combat Aerial Vehicle), i když se v podstatě jedná o podkategorii předchozího významu.

Ve světě se jako označení pro bezpilotní letadla používají zkratky UAV (unmanned aerial vehicle), UA (unmanned aircraft), RPA (remotely piloted aircraft), RPAS (remotely piloted aircraft system). Bzpilotní systémy jsou označovány zkratkou UAS (unmanned aerial systém). Do definice UAS připadá nejen bezpilotní letadlo, ale i řídicí pozemní stanice, systém pro vzlet a návrat bezpilotního letadla a případně další prvky, které jsou k provozu potřeba. V češtině se pak můžeme setkat se zkratkou BZP/BP (bezpilotní prostředek) nebo s globálně používaným názvem „drone“.

V uvedených významech se pojem „dron“ používá i v mateřském jazykovém prostředí. V terminologii příliš frekventovaný není, V běžné komunikaci se používá pojem „*беспилотник*“ (bespilotnik). V odborné komunikaci se používá pojem „*беспилотный летательный аппарат*“ (БЛА, БПЛА).

### *1.3 Klasifikace bezpilotních systémů*

Rozdělení bezpilotních létajících prostředků je možné přistoupit několika způsoby. Vytvořená klasifikační schémata se odvíjí od souborů kritérií, která autoři volí.

V nejjednodušším schématu je možné drony rozdělit s přihlédnutím k účelům, pro které byly historicky konstruovány. Bzpilotní létající prostředky se tak dělí na vojenské a nevojenské (civilní). Ty civilní se pak dále mohou dělit na komerční (využívané v různých odvětvích podnikání), nekomerční (převážně využíváné pro výzkum) a třetí kategorií podle tohoto členění budou bezpilotní letadla používaná pro zábavu.

Přehlednou klasifikaci (rozdělení) bezpilotních létadel nabízejí ve své publikaci z roku 2016 její autoři Karas a Tichý.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> KARAS, Jakub, TICHÝ, Tomáš. Drony. *Computer Press*. 2016. ISBN: 978-80-251-4680-4. s. 23 – 28.

Jako první kritérium zvolili oba autoři typ bezpilotních letadel. Podle tohoto kritéria bezpilotní letadla dělí na:

- vrtulníky
- multikoptéry
- letouny
- kluzáky
- balóny
- vzducholodě
- ostatní.

Druhým kritériem pro rozdělení bezpilotních letadel prostředků je podle uvedených autorů letecká zkušenost uživatelů. Podle tohoto kritéria autoři klasifikace rozlišují drony určené pro amatéry, drony určené pro pokročilé uživatele a drony určené pro profesionální uživatele a specifické uživatelské aplikace.

Na tomto místě je potřebné poznamenat, že výrobci dronů v posledních letech první a druhou kategorii víceméně slučují a i drony určené pro amatéry vybavují některými pokročilejšími funkcemi. U dronů určených pro profesionální uživatele je zřetelným trendem jejich multifunkcionalita a využití tzv. stavebnicových modulů, kdy si profesionální uživatel může dron upravit podle vlastní specifikace.

Třetí kritérium, které autoři této klasifikace zvolili, je druh pohonu. Podle tohoto kritéria se drony dělí na dvě základní skupiny:

- bezmotorové;
- s motorovým pohonem.

Drony s motorovým pohonem se dále dělí na:

- drony poháněné pístovými spalovacími motory;
- drony poháněné proudovými motory;
- drony poháněné elektrickými motory.

Podle dalšího kritéria – konstrukčního typu – pak Karas a Tichý drony dělí na letouny („křídla“) a multikoptéry, které dále dělí podle počtu rotorů na trikopty - 3 motory, kvadrokopty - 4 motory, hexakoptéry - 6 motorů, oktokopty - 8 motorů.

Karas a Tichý dále dělí bezpilotní letadla podle způsobu jejich řízení a ovládání na:

- manuální;
- automatické;
- kombinované;
- autonomní.

Karas a Tichý ve své publikaci zdůrazňují, že pro rozdělení dronů jsou kromě technických a konstrukčních charakteristik důležité také jejich výkonové parametry: hmotnost, nosnost, doba letu, dolet a dostup. V této souvislosti poznamenávají, že tuto klasifikaci je možné najít v mezinárodních leteckých předpisech anebo v klasifikačních schématech mezinárodních leteckých asociací.<sup>24</sup>

Příkladem dělení podle těchto kritérií může být dělení podle Mezinárodní asociace pro bezpilotní systémy (UVS - Unmanned Vehicle Systems - International). Tabulka 1 zahrnuje rozdělení civilních i vojenských bezpilotních prostředků.

**Tab. 1: Rozdělení bezpilotních letadel podle Mezinárodní asociace bezpilotních letadel**

Zkratka	Kategorie anglicky	Kategorie česky	Dolet [km]	Dostup [m]	Výdrž [hodin]	Hmotnost [kg]
□	Mikro	Mikro	<10	250	1	< 5
<b>Mini</b>	Mini	Mini	<10	150-300	< 2	< 30
<b>CR</b>	Close Range	Blízký dolet	10 – 30	3000	2 – 4	25 – 150
<b>SR</b>	Short Range	Krátký dolet	30 – 70	3000	3 – 6	50 – 250
<b>MR</b>	Medium Range	Střední dolet	70 - 200	5000	6 – 10	150 – 500
<b>MRE</b>	Medium Range Endurance	Střední dolet, Výdrž	> 500	8000	10 – 18	500 – 1500
<b>LADP</b>	Low Alt. Deep Penetration	Nízká hladina, Hluboký průnik	> 250	50-9000	0,5 – 1	250 – 2500

<sup>24</sup> KARAS, Jakub, TICHÝ, Tomáš. Drony. Computer Press. 2016. ISBN: 978-80-251-4680-4. s. 24..

<b>LALE</b>	Low Alt. Long Endurance	Nízká hladina, Dlouhá výdrž	> 500	3000	> 24	15 – 25
<b>MALE</b>	Medium Altitude Long Endurance	Střední hladina, Dlouhá výdrž	500-750	5000-8000	24 – 48	1500
<b>HALE</b>	High Altitude Long Endurance	Vysoká hladina, Dlouhá výdrž	> 250	20000	24 – 48	2500 - 5000
<b>UCAV</b>	Unmanned Combat Aerial Vehicle	Bezpilotní bojový létající prostředek	400	< 20000	2	10000

**Zdroj:**<sup>25</sup>

Podle mezinárodních pravidel, platných od 31. 12. 2021 se bezpilotní prostředky podle druhu provozu dělí to tří základních kategorií: otevřená, specifická, certifikovaná, které kromě obvyklých parametrů provozu bezpilotních prostředků zohledňují také míru rizika. Podrobněji bude tato klasifikace rozebrána ve druhé kapitole práce.

## *1.4 Bezpilotní systémy a jejich porovnání s pilotovanými letadly*

Pro obecné porovnání bezpilotních letadel s pilotovanými letadly se nabízí dvě možnosti. Tou první je porovnat zjevnou konstrukční odlišnost komponentů pilotovaných letadel a bezpilotních letadel; tou druhou je porovnání výhod a nevýhod bezpilotních letadel s pilotovanými letadly. Není účelem této podkapitoly podrobně porovnávat technické parametry druhů a typů bezpilotních letadel a pilotovaných letadel.

První porovnání je poměrně jednoduché podle všeobecně rozpoznatelných fyzických znaků.

Na první pohled se bezpilotní letadla od pilotovaných letadel liší svou velikostí a konstrukcí. Bezpilotní letadla typu multikoptéry se od pilotovaných letadel liší na první pohled tím, že nemají kokpit, prostor pro cestující a také systémy na podporu života. Pokud by se ale jednalo o bezpilotní letadla, která jsou určena pro přepravu cestujících, pak jsou těmito konstrukčními prvky vybaveny a vzhledově i konstrukčně se dají přirovnat k ultralehkým letadlům.

<sup>25</sup> Unmanned aerial vehicle. Wikipedia [online]. . Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle).

Od bezpilotních letadel typu multikoptér se nijak zvlášť nepožadují dobré aerodynamické vlastnosti. Stejně jako v předchozím odstavci je potřebné poznamenat, že dobré aerodynamické vlastnosti se očekávají od bezpilotních letadel typu letoun.

Na rozdíl od pilotovaných letadel s jejich základními konstrukčními skupinami se bezpilotní letadla typu multikoptér liší tím, že základem jejich konstrukce je rám, který nese ostatní konstrukční prvky a zařízení. Rám je projektován a konstruován tak, aby zajišťoval stabilitu a vyváženost bezpilotního letadla za letu a také aby umožňoval start a přistání.<sup>26</sup>

Materiály, které se používají pro stavbu bezpilotních a pilotovaných letadel, musí vyhovovat konstrukčním požadavkům. U pilotovaných letadel, používaných pro nákladní a osobní leteckou dopravu i v současné době převládá hliník. U bezpilotních letadel se jako hlavní materiály používají plasty, uhlíková a skelná vlákna a hliník. U amatérsky vyráběných bezpilotních letadel je často používaným materiálem letecká překližka.

Pravděpodobně je zbytečné jako odlišnost konstatovat, že se bezpilotní letadla a pilotovaná letadla od sebe liší svým účelem a také hmotností užitečného zařízení, které jsou schopny nést.

Pilotovaná a bezpilotní letadla se od sebe liší také způsobem startu a přistání. Pilotovaná letadla pro start a přistání potřebují zpevněné nebo nezpevněné plochy. Malá bezpilotní letadla mohou být vypouštěna z ruky a také mohou být při přistání rukou zachycena anebo mohou přistávat pomocí padáků nebo bývají zachycována do sítě. Větší bezpilotní letadla mohou startovat z katapultu anebo ze zařízení, které jim umožní se dostat na cestovní rychlost (např. z podvěsu pilotovaného letadla). Po splnění úkolu pak mohou přistávat do sítě anebo na vhodnou přistávací plochu pomocí podvozku na přistávací plochu. Bepilotní multikoptéry a vrtulníky startují kolmo ze zpevněné nebo nezpevněné plochy a na ni také přistávají.

Bepilotní letadla mohou být poháněn vrtulovým, proudovým nebo raketovým pohonem. U menších bezpilotních systémů převládá elektrický pohon. Nejjednodušší bezpilotní létajícími prostředky, schopné nést užitečnou zátěž, jsou bezmotorové (balón, vzducholod',

---

<sup>26</sup> SEDLÁČEK, Karel. *Budoucnost začíná dnes, Dron jako nový fenomén*. Digitovárna. [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.digitovarna.cz/clanek-84/budoucnost-zacina-dnes-dron-jako-novyfenomen.html>; NOVÁK, Jan. Trup dronu: uspořádání a materiály. *DroneWeb*. [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/konstrukce/item/91-trup-konstrukce-material>

drak, kluzák). Pilotovaná letadla jsou v převážné míře poháněna vrtulovým nebo proudovým pohonem.

„Mozkem“ bezpilotního systému je software. Jeho architektura je poněkud složitější, než u pilotovaných letadel, protože musí nahradit živého pilota letadla a umožnit ovládní bezpilotního letadla nejen při startu, za letu a při plnění úkolů za letu, při přistání, ale také zajistit jeho ovládní a bezpečnost v kritických situacích, které mohou za letu vzniknout. Na rozdíl od pilotovaných letadel je tento „mozek“ umístěn na zemi. Bepilotní letadla typu multikoptéry také nemají z hlediska bezpečnosti za letu zdvojené až ztrojené ovládací systémy.

Druhým možným přístupem, jak porovnat bezpilotní letadla a pilotovaná letadla, je zaměřit se na jejich výhody a nevýhody. I když mají bezpilotní letadla poměrně krátkou historii v porovnání s historií pilotovaných letadel, je možné konstatovat, že se stále více zdokonalují a stále více se rozšiřuje škála účelů, ke kterým mohou být využívány.

Hlavní výhody bezpilotních letadel spočívají v porovnání s pilotovanými letadly v jejich velikosti, jednoduchosti jejich ovládní a ekonomice provozu. Podle Karase a Tichého k hlavním výhodám bezpilotních leteckých prostředků patří:

- nízké náklady na provoz a údržbu;
- snadná manipulace a mobilita;
- stále se rozšiřující možnosti komerčního i nekomerčního využití;
- možnost startovat i přistávat na špatně přístupných místech;
- stále se rozšiřující segment trhu bezpilotních prostředků; krátké vývojové a inovační cykly;
- online přenos obrazu a zvuku na velké vzdálenosti a v reálném čase a ve vysokém rozlišení;
- schopnost pořizovat specifická data v kombinaci různých specifických snímacích senzorů;
- nízká hlučnost provozu;
- využitelnost i při velmi nízké oblačnosti;
- využitelnost v exteriérech i interiérech.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> KARAS, Jakub a TICHÝ, Tomáš. *Drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4. s. 33 – 35.

Za hlavní výhodu bezpilotních letadel v porovnání s pilotovanými letadly je možné považovat nízké pořizovací a provozní náklady a také možnost je rychle a snadno přepravit do místa nasazení. Zmínit je možné i ekologičnost jejich provozu, pokud se uvažuje o elektricky poháněných bezpilotních letadlech. V bezpečnostní praxi, při mimořádných událostech mohou být drony na rozdíl od pilotovaných letadel nasazeny tam, kde by monitorování nebezpečných lokalit nebo situací znamenalo ohrožení životů posádek letadel.

Karas a Tichý jsou při výčtu nevýhod dronů poměrně struční. Za hlavní nevýhody bezpilotních letadel v porovnání s pilotovanými letadly oba autoři považují:

- Omezený dolet v km;
- Omezený letový čas (v desítkách minut)
- Nízkou nosnost (v jednotkách kilogramů);
- Absenci nebo nedokonalé antikolizní vybavení;
- Nejednotnost mezinárodních a národních pravidel pro létání dronů.<sup>28</sup>

Poslední nevýhoda platila v době, kdy oba autoři svou knihu publikovali až do přijetí nových unijních pravidel pro bezpilotní letadla a bezpilotní systémy, která budou v základních rysech charakterizována v následující kapitole.

Je zcela přirozené a logické, že drony nemohou pilotovaným letadlům konkurovat co do doletu a také nosnosti, kromě velkých vojenských dronů. Dá se ale předpokládat, že v blízké budoucnosti budou zkonstruovány drony, které pilotovaným letadlům v těchto dvou parametrech budou schopny konkurovat. Vzhledem k tomu, že se jedná o civilní bezpilotní letadla, bude určující, jaká po nich bude na trhu poptávka. I tak se ale dá předpokládat, že ve společném využití leteckého prostoru v určitých letových hladinách a leteckých prostorech budou mít prioritu pilotované lety před bezpilotními.

V průběhu času se dá ve vývoji dronů předpokládat, že budou postupně vybavovány antikolizními systémy a tak se sníží bezpečnostní riziko, které jejich provoz v současnosti nese. Přinejmenším podle principu „snímat a vyhnout se“ (Sense and Avoid), který je technickým ekvivalentem principu „vidět a vyhnout se“, kdy oči pilota nahrazují senzory na palubě bezpilotního letadla. Podle principu „snímat a vyhnout se“ by drony měly být schopny detekovat a vyhnout se provozu, detekovat a vyhnout se jiným letadlům včetně větroňů, závěsných kluzáků, ultralehkých letadel, balónů, parašutistů atd. Dále by měly být

---

<sup>28</sup> KARAS, Jakub a TICHÝ, Tomáš. *Drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4. s. 36-38.



schopny se vyhnout nebezpečnému počasí, měly by být schopné detekovat a vyhnout se překážkám v terénu a také by měly být vybaveny technologií, umožňující udržovat rozestupy v leteckém prostoru.

## *1.5 Možnosti využití bezpilotních letadel a bezpilotních systémů*

V současné době by bylo možné identifikovat desítky, jestli ne stovky konkrétních příkladů využití civilních dronů. V odborných tištěných i elektronických časopisech, v průmyslové, dopravní, logistické i obchodní praxi, ve výzkumu a v tržním segmentu zábavy se téměř každodenně objevují nové příklady využití dronů anebo informace o vývoji nových typů anebo o nových účelech využívání dronů.

Nejčastěji se v dnešní době nevojenská bezpilotní letadla používají pro:

- pořizování leteckých fotografií, leteckých videí a letecký monitoring;
- mapování a průzkum prostoru a terénu;
- výzkum;
- transport;
- logistiku;
- bezpečnostní pátrací a záchranné mise při mimořádných událostech a krizových situacích;
- zábavu.

Jak už bylo poznamenáno v podkapitole 1.1, civilnímu využití předcházelo vojenské využití bezpilotních letadel. Většina vojenských dronů je konstruována tak, že umožňuje vyrábět konstrukční modifikace i pro nevojenské účely. Základní oblasti vojenského využití dronů jsou uspořádány do následujícího výčtu.

Základní oblasti využití a úkolů vojenských dronů:

### *Průzkumná činnost*

- a) Strategický průzkum,
- b) Taktický průzkum,
  - Zjišťování pozemních pohyblivých či nepohyblivých cílů,
  - Označování a ozařování bodových cílů.

- c) Rádiový a radiotechnický průzkum,
  - Elektronický průzkum, zaměřování zdrojů, analýza signálů,
  - Rádiový průzkum, zaměřování zdrojů, analýza signálů.
- d) Průzkum vzdušných cílů,
  - Včasná výstraha a varování,
  - Identifikace a rozpoznávání státní příslušnosti vzdušných cílů.

#### *Zabezpečení bojové činnosti, řízení a velení*

- a) Velení, řízení a zabezpečení bojové činnosti,
  - Rádiové spojení, přenos a retranslace dat, radioreléové spojení,
  - Geografická a kartografická dat
- b) Zabezpečení bojové činnosti,
  - Označování a ozařování cílů,
  - Elektronická protiopatření – rušení, maskování, klamání, manipulace s informacemi.
- c) Určování přesné polohy cílů,
- d) Bojové prostředky,
  - Detekce a odhalování cílů,
  - Kladení minových polí,
  - Odminování,
  - Doplnění paliva ve vzduchu.

#### *Bojová činnost*

- a) S nepohyblivými pozemními cíli,
  - Vyzařující elektromagnetickou energii,
  - Odolné cíle – velitelské stanoviště, sklady, apod.,
  - Neodolné cíle – jsou odkryté cíle.
- b) S pohyblivými pozemními cíli,
  - Vyzařující elektromagnetickou energii,
  - Odolné cíle - velitelské stanoviště, sklady, apod.,
  - Neodolné cíle – odkryté cíle.
- c) Se vzdušnými cíli,
  - Balistické rakety,
  - Neagilní cíle,
  - Agilní cíle s reaktivním pohonem.

- d) S kosmickými cíli,
- e) S námořními cíli,
  - Vyzařující elektromagnetickou energii,
  - Hladinové cíle – lodě,
  - Podhladinové cíle – ponorky.

Možnosti použití dronů pro nevojenské úkoly bezpečnostního charakteru ilustruje následující výčet:

- a) Analýza stavu prostředí,
  - Znečištění ovzduší,
  - Ložiska nerostů a materiálů,
  - Ekologie a stav životního prostředí.
- b) Střežení prostoru,
  - Odhalování pašeráctví,
  - Řízení a sledování dopravní situace,
  - Ochrana proti teroristickým útokům.
- c) Záchrané úkoly, ochrana před katastrofami a živelnými pohromami,
  - Pátrací a záchranná služba,
  - Vyhodnocování stavu prostředí,
  - Vyhodnocování rozsahu přírodních katastrof – požáry, záplavy,
  - Telekomunikace.

Velký potenciál využití bezpilotních letadel je na celém světě u policejních sborů, hasičských záchranných sborů a zdravotnických záchranných služeb. V České republice jsou to základní složky integrovaného záchranného systému.

Tzv. hasičské drony se používají pro monitorování velkých požárů, rozvodněných řek nebo při sesuvech půdy. Bepilotní systém se používá také „jako oči velitele zásahu“, který situaci může vidět z ptačí perspektivy. Díky obrazovým informacím z dronu může rychle a reálně zhodnotit rozsah krizových situací. A přijmout adekvátní rozhodnutí o nasazení sil a prostředků hasičského záchranného sboru a také zvolit nejvhodnější taktický postup zásahu.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Podrobněji viz např. *Drony pro hasiče - zatím spíše výzva než realita*. Ozbrojené složky [online]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/drony-pro-hasice-zatim-spise-vyzva-nez-realita>. //Firefighting

Tzv. policejní drony s kamerami s vysokým stupněm rozlišení se používají při pátracích akcích po pohřešovaných nebo kriminálních osobách, při odhalování trestné činnosti, při monitorování dopravní situace, u dopravních nehod velkého rozsahu,. Při pátrání po pohřešovaných osobách mohou policejní drony nalezené osobě doručit prostředky záchrany – např. termofólie, léky, zdravotnický materiál, mobilní telefon nebo vysílačku apod. U policejních zásahových jednotek se drony používají na monitorování situace v místě zásahu podobně, jako je tomu u vojenských jednotek.<sup>30</sup>

Zdravotnická záchranná služba využívá při výjezdech k postiženým osobám v oblasti rychlé zdravotnické pomoci v situacích, kdy dojde ke zkolabování člověka na ulici, v obchodním centru, při dopravní nehodě do příjezdu výjezdové skupiny. Obvykle se drony používají k doručování malých defibrilátorů anebo potřebných léků. V takovém případě operátor centra tísňového volání zdravotnické záchranné služby prostřednictvím dronu také instruuje laické osoby, poskytující postižené osobě první laickou pomoc. Zaznamenány jsou pokusy používat drony ve velkých městských aglomeracích k přepravě orgánů, určených k transplantaci a k přepravě krve pro transfuze.<sup>31</sup>

V posledních letech se v nebyvalém rozsahu rozšiřují možnosti komerčního využití do oblastí, které dříve byly na okraji zájmu. Např. zemědělci začali využívat drony pro monitorování zemědělských ploch, pro vyhledávání zvěře na polích v období sklizně, aby zabránili jejich nechtěnému usmrcení. Majitelé solárních elektráren pomocí dronů s kamerami, pracujícími v infračerveném spektru vyhledávají poškozené solární panely a kontrolují stav elektrických vedení. Rozšiřuje se spektrum testování a využití multikoptér pro dopravu zásilek u velkých přepravních společností. Drony mohou nahradit lidskou sílu např. při čištění skel u výškových budov. Své využití nacházejí bezpilotní letadla i v údržbě letadel, kdy se začínají využívat při jejich vizuálních prohlídkách. Běžně se drony začaly využívat při inspekcích stavu technologií velkých průmyslových podniků.

---

Drone Challenge. Firefighting Drone Challenge [online]. . Dostupné z: <https://sites.google.com/a/ncsu.edu/firefighting-drone-challenge/>

<sup>30</sup> Podrobněji viz: *Pátrací akce v terénu. Metodika* [online]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/KJPO/KJPO090306%20-%20Patrani.pdf>. *Policie povolna prověřuje možnosti dronu v pátrání po pohřešovaných osobách. Ozbrojené složky* [online]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/policie-povolna-proveruje-moznosti-dronu-v-patrani-po-pohresovanych-osobach>

<sup>31</sup> Drony jako létající záchranáři. Hybrid [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/drony-zachranuji-lidi-se-srdecni-zastavou>

## **2. Popis současného stavu a zhodnocení současných možností začlenění bezpilotních systémů do leteckého prostoru**

Druhá kapitola bakalářské práce je věnována popisu a rozboru současného stavu společného využití vzdušného prostoru letadly bez pilota a pilotovanými letadly. Důležitou součástí této kapitoly je rozbor hlavních ustanovení nařízení Evropské komise, které se týkají bezpilotních systémů.

### *2.1 Vymezení leteckého prostoru pro bezpilotní letadla*

Vzdušný prostor se v mezinárodním leteckém právu na základě čl. 2 Úmluvy o mezinárodním letectví - Convention on International Civil Aviation (tzv. Chicagská úmluva) ze 7. prosince 1944 chápe jako prostor nad státním suchozemským územím a vnitřními i pobřežními vodami, který spadá po okraj dolní hranice kosmického prostoru a je součástí státního území. Tato úmluva také ustavila vznik mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO). Tato organizace, sídlící v Kanadě, má od svého vzniku zásadní význam pro dosažení co možná nejvyššího stupně jednotnosti při úpravě pravidel, standardů a postupů týkajících se letadel, personálu, leteckých tras a pomocných služeb.

Z hlediska tématu bakalářské práce se jeví jako důležité obecně pojednat o organizaci a dělení vzdušného prostoru.

Vzdušný prostor každého státu je obvykle využíván pro civilní a vojenské letectví. V řízení letového provozu jsou oba prostory od sebe odděleny tak, aby se vzájemně neomezovaly. Pro účely vojenského létání existují vojenské koridory, které jsou vytvářeny tam, kde nevedou civilní letové cesty, aby docházelo k minimální interferenci s civilním provozem.

Další rozdělení vzdušného prostoru vychází ze dvou rovin: první řeší horizontální rozdělení národního vzdušného prostoru, druhá potom rozdělení vertikální. U horizontálního dělení je to rozdělení na jednotlivé letové informační oblasti (FIR), které se dělí na menší jednotky – sektory. Letové informační oblasti ve většině případů korespondují s hranicemi států, nad kterými jsou zřízeny. Je možné se setkat se situacemi, kdy jeden stát zahrnuje více letových

informačních oblastí, které je praktické u států s větší rozlohou. U oblastí, které zahrnují vzdušný prostor nad moři a oceány, se většinou autorita řízení vzdušného prostoru přiděluje pobřežním státům. Pokud se jedná o letové informační oblasti s velkým objemem provozu, mohou být pro zjednodušení řízení jejich jednotky rozděleny i vertikálně na oblasti nižší a vyšší.

Jiný způsob dělení vzdušného prostoru je klasifikace podle tříd, z nichž každá obsahuje jiné podmínky pro vstup a služby udělované letadlům, která se v těchto třídách nacházejí. Kombinací horizontálních a vertikálních hranic vznikají letové prostory. Takové prostory mohou být řízené nebo neřízené a mohou sloužit specifickému účelu, např. zabezpečování přiletů a odletů na letiště. Ve vzdušném prostoru se kromě oblastí, tříd a prostorů nacházejí také majáky a body, které jsou důležité pro plánování letových tras.

Mezinárodní organizace civilního letectví ICAO definovala celkem 7 tříd vzdušného prostoru, které jsou označeny písmeny A-G. Vzdušný prostor třídy A je nejvíce restriktivní (nejpřísněji regulovaný), zatímco vzdušný prostor třídy G je nejméně regulovaný. Třídy vzdušného prostoru A až D jsou řízeným prostorem pro všechny lety, třída E pouze pro IFR lety, a třídy F a G jsou prostory neřízenými. Český vzdušný prostor zahrnuje pouze třídy C, D, E a G.

Třída G je ta, v níž je soustředěna největší část provozu civilních bezpilotních letadel pro komerční využití a rekreační létání s drony.<sup>32</sup> V ČR představuje třída G veškerý vzdušný prostor do 1000 ft AGL, s výjimkou CTR/MCTR.

## *2.2 Charakteristika současného stavu a možnosti začlenění bezpilotních systémů do vzdušného prostoru v EU a ČR*

Evropská komise už v roce 2014 ve svém sdělení, nazvaném „*Nová éra letectví: otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*“<sup>33</sup>, reagovala na budoucí potenciál možného civilního využití bezpilotních letadlových systémů a také na potřebu upravit jejich začlenění do leteckého prostoru

---

<sup>32</sup> Poznámka: Úplné a aktuálně platné informace o rozdělení (klasifikaci) vzdušného prostoru každého státu obsahuje letová informační příručka (AIP) konkrétního státu v kapitole ENR 1.4.

<sup>33</sup> V dokumentech EU z roku 2013 a 2014 se pro bezpilotní letadla používá pojem dálkově řízené letadlové systémy (*remotely piloted aircraft systems – RPAS*)

a vypracovat k tomu příslušná pravidla. Předtím už Evropský summit z 19. prosince 2013 vyzval k přijetí opatření, která by od roku 2016 umožnila postupnou integraci RPAS do civilního vzdušného prostoru. Sdělení komise z roku 2014 se zabývá civilním využitím RPAS a reaguje na výzvu evropských odvětví výroby a služeb, aby se odstranily překážky, které brání zavádění RPAS na evropský jednotný trh.<sup>34</sup>

Sdělení komise v roce 2014 konstatovalo, že některé klíčové technologie, které by umožnily bezpečnou integraci RPAS, zatím ještě nejsou k dispozici. Proto se pozornost měla soustředit na jejich výzkum a vývoj v rámci různých výzkumných programů řízených různými organizacemi, mimo jiné i Evropskou komisí, Eurocontrol, Evropskou obrannou agenturou a Evropskou kosmickou agenturou.<sup>35</sup>

Platformou výzkumu a vývoje pro vytvoření budoucího systému uspořádání letového provozu v rámci jednotného evropského nebe měl být společný podnik SESAR. Společný podnik SESAR tvoří nedílnou součást rámce politiky Unie a využívá praktických a odborných znalostí Eurocontrolu a jeho členů. Pro hladkou integraci bezpilotních letadel a bezpilotních systémů bylo tehdy stanoveno, že hlavními směry výzkumu a vývoje budou:

- *„řízení a kontrola, včetně přidělování a správy rádiového spektra,*
- *technologie detekce a vyhnutí,*
- *ochrana před fyzickými, elektronickými nebo kybernetickými útoky,*
- *transparentní a harmonizované nouzové postupy,*
- *schopnosti rozhodnutí za účelem zajištění standardizovaného a předvídatelného chování ve všech fázích letu a*
- *otázky související s lidským činitelem, jako je např. pilotáž“.*<sup>36</sup>

Společný podnik SESAR pak podle Sdělení komise z roku 2014 stanoví, která opatření týkající se RPAS budou začleněna do činností ve výzkumu a vývoji, a zajistí, že budou zařazena do příštího revidovaného evropského hlavního plánu uspořádání letového provozu ATM (Air Traffic Management).

---

<sup>34</sup> EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>

<sup>35</sup> EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>

<sup>36</sup> EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>

Projekt SESAR je evropský program modernizace infrastruktury řízení letového provozu. SESAR si klade za cíl vyvinout ATM nové generace schopný zajistit bezpečnost a plynulost letecké dopravy po celém světě v příštích 30 letech.

V souvislosti s tím je potřebné zmínit projekt U-space, (v návrhu novely zákona o civilním letectví se používá pojem „prostor s kontrolovaným provozem bezpilotních systémů“). Projekt U-space připravila Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví (EASA) jako reakci na skutečnost, že evropská legislativa dostatečně nereagovala na stále častější průmyslové využívání dronů. Vize U-space je vytvořit společné nebe pro pilotované a bezpilotní letectví. U-space zahrnuje nízký prostor nad a mezi městskou zástavbou (a v jiných typech lokalit), pro který se do budoucna počítá intenzivní využití doručovacích a jiných komerčních dronů ve výškách přibližně do 300 metrů. Základní projektová vize U-space je znázorněna na obrázku 5.



**Obr. 5: Příklad konceptu U-Space fungujícího v městském prostředí**  
**Zdroj:**<sup>37</sup>

Územní určení každého U-space prostoru bude záviset vždy na daném členském státu. Může být vymezen jak v neřízeném, tak i řízeném vzdušném prostoru, který je pod správou řízení

<sup>37</sup> Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>



letového provozu (ŘLP). Bude-li však U-space zasahovat do řízeného prostoru, nesmí jakkoliv narušit současné služby poskytované ŘLP.

Společně se vznikem U-space je projektováno zřízení dvou nových subjektů, které jej budou spravovat. Budou jimi Common Information System Provider (CISP) a U-space Service Provider (USSP).

Jak CISP, tak USSP musí být certifikováni. Zatímco CISP bude mít exkluzivní dohodu s příslušným členským státem pro každý jednotlivý U-space, USSP budou moci libovolně působit ve všech U-space napříč Evropskou unií.

Hlavním smyslem projektu společného evropského nebe U-space je:

- Zajistit bezpečnost všech uživatelů vzdušného prostoru, kteří pracují v rámci U-space, a také lidí na zemi;
- Poskytnout škálovatelný, flexibilní a adaptabilní systém, který dokáže reagovat na změny v poptávce, objemu, technologii, obchodních modelech a aplikacích, a zároveň spravovat rozhraní s pilotovaným letadlem;
- Umožnit operace s vysokou hustotou s více automatizovanými drony pod dohledem provozovatelů flotily;
- Zaručit spravedlivý přístup do vzdušného prostoru pro všechny uživatele;
- Podpora konkurenčního a nákladově efektivního poskytování služeb za všech okolností, podpora obchodních modelů provozovatelů dronů;
- Minimalizovat náklady na zavádění a provoz pomocí co největšího využití stávajících leteckých služeb a infrastruktury, včetně GNSS (Global Navigation Satellite System), jakož i služeb z jiných odvětví, jako jsou mobilní komunikační služby;
- Urychlit nasazení přijetí technologií a standardů z jiných sektorů, kde splňují potřeby U-space;
- Při stanovování příslušných požadavků na bezpečnost (včetně kybernetické bezpečnosti) a odolnost (včetně správy režimů selhání) dodržovat přístup založený na rizicích a výkonech a zároveň minimalizovat dopad na životní prostředí a respektovat soukromí občanů, včetně ochrany údajů.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>

Pro vstup do U-space budou muset provozovatelé dronů využívat služby jednoho USSP dle jejich výběru. Předpokládá se, že služby USSP budou zpoplatněny. Cílem těchto služeb je vytvořit bezpečný vzdušný prostor pro všechny jeho účastníky a umožnit pokročilejší letové operace s drony. Provozovatelé dronů budou mít možnost či povinnost:

- Sdílet identifikaci a polohu svého dronu přes mobilní síť.
- Prohlížet si zóny, plánovat lety a získávat jednoduše povolení k letu.
- Zobrazit přehled vzdušného prostoru, včetně všech probíhajících letů.
- Obdržet upozornění o aktuálním leteckém provozu pro zamezení možných nehod.

Celkový rámec U-space zahrnuje rozsáhlou a odstupňovanou škálu služeb založených na dohodnutých standardech EU a poskytovaných poskytovateli služeb. Tyto služby nereplikují funkci ATC (Air Traffic Control), ale poskytují klíčové služby pro organizaci bezpečného a efektivního provozu bezpilotních letounů a zajištění správného rozhraní s letadlem s posádkou, ATC a příslušnými orgány. Mohou zahrnovat poskytování údajů, podpůrné služby pro operátory dronů, jako je pomoc při plánování letu a strukturovanější služby, jako je sledování nebo správa kapacity.

Jako „povinné služby“ pro každý jednotlivý vzdušný prostor U-space jsou označeny: elektronická registrace, elektronická identifikace a geofencing. Současné iniciativy předpokládají, že elektronická registrace je povinná pro operátory dronů (s výjimkou provozovatelů dronů o hmotnosti nižší než 250 gramů, které nejsou vybaveny čidlem umožňujícím záznam osobních údajů), pro některé třídy dronů používané v otevřené kategorii, a také pro všechny drony používané ve specifické kategorii. Elektronická identifikace umožní orgánům identifikovat létající drony a propojit je s informacemi uloženými v registru; identifikace podporuje požadavky na bezpečnost a zabezpečení, jakož i postupy vymáhání práva<sup>39</sup>.

Postupné zavádění U-space je spojeno s rostoucí dostupností bloků služeb a podporujících technologií. Postupem času se budou U-space služby vyvíjet se zvyšováním úrovně automatizace dronu a jsou umožněny pokročilé formy interakce s prostředím (včetně letadel s posádkou a bez posádky), zejména prostřednictvím digitální výměny informací a dat. Tyto služby jsou označovány symbolem „U“ s číslem a odrážejí předpokládaný vývoj procesu automatizace a digitalizace řízení letového provozu:

---

<sup>39</sup> Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>

- U1 – Základní služby U-space poskytují elektronickou registraci, elektronickou identifikaci a geofencing.
- U2 – Počáteční služby U-space podporují řízení provozu dronů a mohou zahrnovat plánování letu, schválení letu, sledování, dynamické informace o vzdušném prostoru a procedurální rozhraní s řízením letového provozu.
- U3 – Pokročilé služby U-space podporují složitější operace v hustě obydlených oblastech a mohou zahrnovat správu kapacity a pomoc při detekci konfliktů. Dostupnost automatizovaných funkcí „detect and avoid“ (DAA - Detect And Avoid)<sup>40</sup> by měla kromě spolehlivějších komunikačních prostředků vést k významnému nárůstu operací ve všech prostředích.
- U4 – Plné služby U-space, zejména služby nabízející integrovaná rozhraní s pilotovaným letadlem, podporují plnou operační schopnost U-space a budou se spoléhat na velmi vysokou úroveň automatizace, konektivity a digitalizace jak pro dron, tak pro U-space systém<sup>41</sup>.

V České republice je do projektu U-space zapojeno několik organizací: Řízení letového provozu ČR, Ministerstvo Dopravy ČR, Úřad pro civilní letectví, ČVUT a další. Dá se předpokládat, že provoz v prostorech U-space bude v České republice fungovat v realizačním horizontu kolem roku 2025.<sup>42</sup>

V souvislosti s přípravou nové evropské legislativy pro civilní letectví je potřebné ještě stručně zmínit projekt CORUS (The Concept of Operations for European Unmanned Traffic Management Systems), který zahrnoval dva roky výzkumu s cílem přijmout harmonizovaný přístup k integraci dronů do velmi nízkého vzdušného prostoru a podrobně popsat, jak by měl U-space fungovat, aby umožnil bezpečné a společensky přijatelné použití dronů. Projekt koordinovala evropská mezinárodní organizace Eurocontrol, jejímž cílem je rozvoj systémů a postupů pro plynulé řízení letového provozu pro umožnění dalšího rozvoje letecké dopravy při udržení vysoké úrovně bezpečnosti a snižování nákladů.

V projektu CORUS bylo navrženo zřízení nových typů zón vzdušného prostoru X, Y, Z, speciálně určených pro bezpilotní letadla ve VLL (Very-Low-Level). (obrázek 6)

---

<sup>40</sup> DAA - Detect And Avoid - Zjistit a vyhnout se

<sup>41</sup> Sesar Joint Undertaking: U-space Blueprint [online]. Dostupné z: <https://clck.ru/SERGe>

<sup>42</sup> Starfos Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku [online]. Dostupné z: <https://starfos.tacr.cz/cs/project/CK01000185>



**Obr. 6: Třídy vzdušného prostoru se zavedením nových typů zón jako: X, Y, Z**  
Zdroj:<sup>43</sup>

Nově navrhované vzdušné zóny pro drony se od sebe kromě rozsahu poskytovaných služeb liší především požadavky na přístup do nich a požadavky na provozovatele, pilota a dron:

- Typ X a jeho požadavky: na provozovatele, pilota nebo dron existuje jen několik základních požadavků, za vyhýbání se kolizi zůstává odpovědný pilot, lety VLOS a EVLOS jsou snadno možné, jiné letové režimy v X vyžadují významné snížení rizika.
- Typ Y a jeho požadavky: schválený operační plán, pilot vyškolený pro provoz v typu Y, vzdálená pilotní stanice připojená k U-space, dron a vzdálená pilotní stanice budou schopné hlášení polohy, pokud je k dispozici, k vzdušným prostorům Y mohou být doplněny specifické technické požadavky.

<sup>43</sup> Sesar Joint Undertaking: SESAR Concept of Operations for U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3411>

- Typ Z a jeho požadavky: schválený operační plán, pilot (anebo kompatibilní připojený automatický robot) vyškolený pro provoz typu Z, vzdálená pilotní stanice připojená k U-prostoru, dron a vzdálená pilotní stanice jsou schopny ke hlášení polohy.<sup>44</sup>

V různých typech vzdušného prostoru budou k dispozici různé služby během zavedení různých fází U-space. Některé z nich jsou povinné nebo alespoň důrazně doporučované, zatímco jiné budou nabízeny v případě potřeby.<sup>45</sup>

### *2.3 Charakteristika současného stavu a možností začlenění bezpilotních systémů do vzdušného prostoru v USA*

V USA patří role regulační autority pro civilní leteckou dopravu nad územím USA Federálnímu úřadu pro letectví (Federal Aviation Administration; FAA) ve struktuře ministerstva dopravy. Úřad vznikl v roce 1958. Federální letecký úřad USA administruje všechny předpisy pro civilní leteckou dopravu ve vzdušném prostoru USA. K hlavním úkolům, které Federální letecký úřad USA plní, patří:

- Regulace dopravy ve vzdušném prostoru USA pro komerční lety;
- Regulace zařízení pro vzdušnou navigaci a vydávání standardů leteckých inspekcí;
- Podpora vývoje civilní letecké dopravy;
- Vydávání, pozdržení, odejmutí nebo obnovení pilotních certifikátů;
- Výzkum a vývoj v oblasti civilní aeronautiky;
- Vývoj a realizace programů pro ovládání bezpilotních letadel;
- Regulace civilní letecké dopravy zaměřená na podporu bezpečnosti leteckého provozu leteckými předpisy, řízení systému kontroly a navigace vzdušné dopravy.

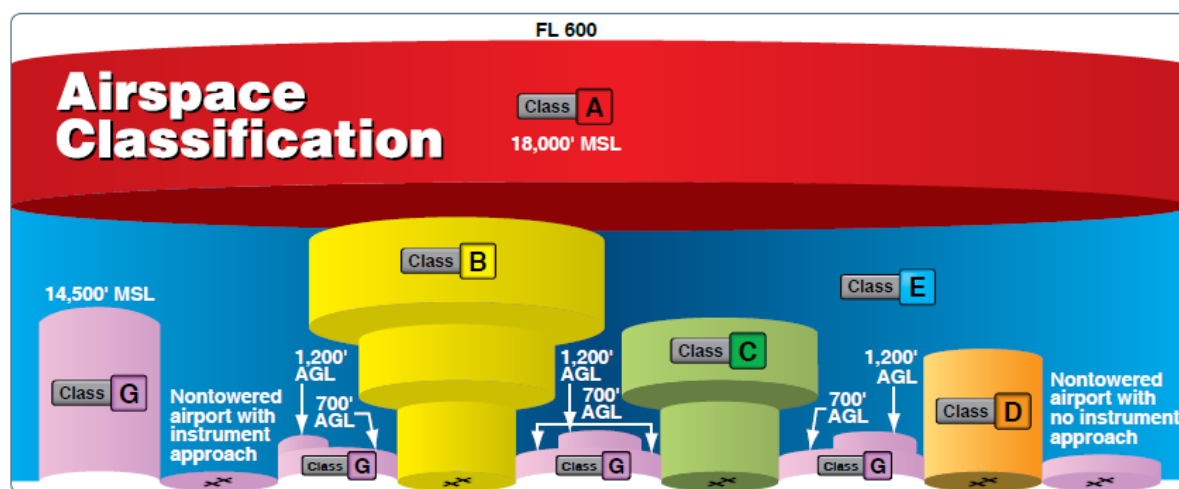
Ve vztahu k tématu bakalářské práce je potřebné pojednat o dvou oblastech: první je klasifikace tříd vzdušného prostoru USA, druhou jsou aktuální pravidla pro létání s bezpilotními letadly.

---

<sup>44</sup> Sesar Joint Undertaking: SESAR Concept of Operations for U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3411>

<sup>45</sup> Sesar Joint Undertaking: SESAR Concept of Operations for U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3411>

Vzdušný prostor USA je rozdělen do několika základních tříd. Interpretace americké „abecedy“ tříd vzdušného prostoru se poněkud liší od evropské. Vymezuje je hlava 15 PHAK (Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge). Americký vzdušný prostor se dělí na třídy, označované jako A (alfa), B (bravo), C (charlie), D (delta), E (echo) a G (golf). Třídy A, B, C, D, E zahrnují řízený vzdušný prostor, třída G představuje neřízený vzdušný prostor, ve kterém se předpokládá nejvyšší frekvence leteckého provozu bezpilotních letadel. Přehledně rozdělení vzdušného prostoru přibližuje obrázek 7.



Obr. 7: Rozdělení vzdušného prostoru USA  
Zdroj:<sup>46</sup>

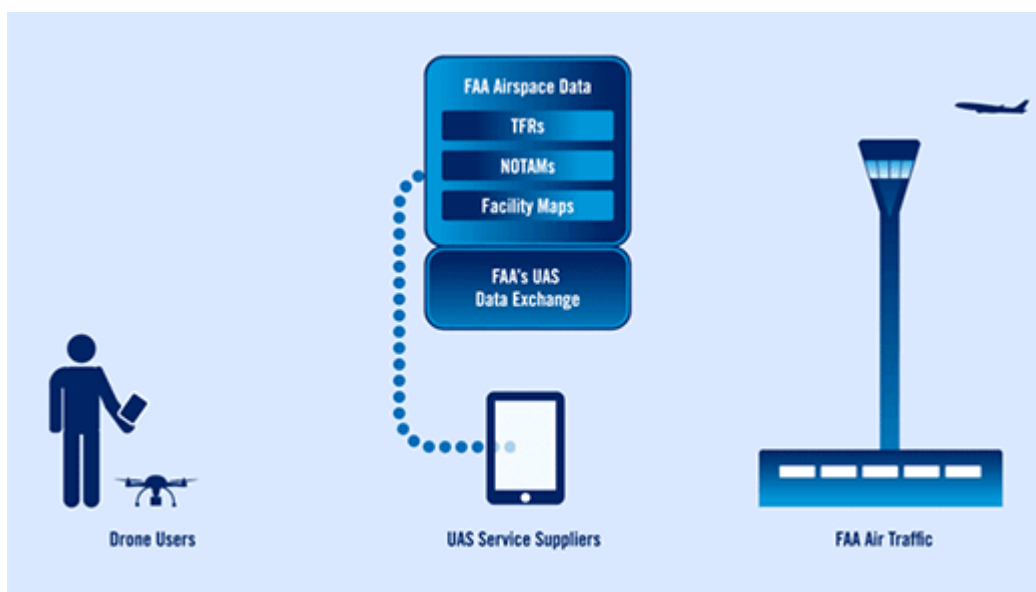
Kromě těchto tříd vzdušného prostoru podle Hlavy 15 PHAK se v USA ještě používá dělení vzdušného prostoru na prostory zvláštního určení. Jimi mohou být:

- Zakázané prostory (Prohibited areas);
- Omezené prostory (Restricted areas)
- Nebezpečné prostory (Alert and warning areas), které je možné proletět na vlastní nebezpečí a se zvýšenou ostražitostí;
- Vojenské prostory (Military operating areas), které je možné proletět na vlastní nebezpečí a se zvýšenou ostražitostí;

<sup>46</sup> FAA. Chapter 15 PHAK. 2016. [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/phak/media/17\\_phak\\_ch15.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/17_phak_ch15.pdf)

- Prostory radarového navádění (Terminal radar service area), které se vymezují kolem letišť s velmi silným provozem;
- Dočasně omezené prostory (Temporary flight restriction); obvykle se vyhláší kolem oblastí přírodních katastrof nebo v případě, že se v letovém prostoru nachází letadlo prezidenta USA;
- Wildlife Areas - nejsou zakázané, ale je nutné v nich dodržovat výšku letu min. 2000ft nad terénem.

V USA existuje několik projektů, jejichž účelem je rychlá integrace bezpilotních letadel a bezpilotních systémů do národního vzdušného prostoru při současném požadavku zajištění bezpečnosti leteckého provozu. Mezi hlavní patří projekty LAANC, UPP, NASA's UTM. Projekt LAANC – the Low Altitude Authorization and Notification Capability (Schopnost autorizace a notifikace v malé výšce přímo podporuje integraci UAS do vzdušného prostoru. Rámcové schéma projektu LAANC znázorňuje obrázek 8.



**Obr. 8: Schéma projektu LAANC**

**Zdroj:**<sup>47</sup>

LAANC automatizuje proces žádostí a schvalování autorizace vzdušného prostoru. Pomocí automatizovaných aplikací vyvinutých FAA schválenými dodavateli služeb UAS (USS)

<sup>47</sup> FAA: UAS Data Exchange (LAANC) [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/data\\_exchange/](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/data_exchange/)

piloti žádají o autorizaci vzdušného prostoru. Žádosti jsou kontrolovány s ohledem na více zdrojů dat vzdušného prostoru ve výměně dat FAA UAS, jako jsou mapy zařízení UAS, data vzdušného prostoru se zvláštním využitím, letiště a třídy vzdušného prostoru, jakož i dočasná omezení letu TFR (Temporary Flight Restriction)<sup>48</sup> a oznámení letcům NOTAM (Notice To AirMen)<sup>49</sup>. Po schválení mohou piloti získat povolení k letu v téměř reálném čase pro provoz pod 400 ft v řízeném vzdušném prostoru kolem letišť. Chce-li pilot dronu letět nad 400 ft, je potřeba odeslat „žádost o další koordinaci“. Žadatelé se musí přihlásit až 90 dní před letem a schválení je koordinováno ručně prostřednictvím FAA.<sup>50</sup>

Projekt UPP ve svém hlavním záměru sledoval vyhodnocení možností a vypracování dalších opatření, která směřovala k vývoji a nasazení prototypových podnikových služeb do rámce FAA na podporu počátečních operací UTM (Unmanned Aircraft System Traffic Management) a začlenění bezpilotních systémů do národního vzdušného prostoru. Primárním cílem UPP je vývoj, demonstrace a poskytování podnikových služeb, které budou podporovat implementaci počátečních operací UTM pomocí infrastruktury cloudových služeb. Tyto podnikové služby budou podporovat sdílení informací, které podporují kooperativní separaci a situační povědomí<sup>51</sup>.

UTM (Unmanned Aircraft System Traffic Management) je způsob, jakým bude vzdušný prostor spravován, aby umožnil vícenásobné provozování dronů za vizuální přímé viditelnosti, kdy nejsou poskytovány letové provozní služby. S UTM dojde ke kooperativní interakci mezi provozovateli dronů a FAA pro určení a komunikaci stavu vzdušného prostoru v reálném čase. FAA poskytne provozovatelům UAS omezení v reálném čase, kteří jsou v rámci těchto omezení odpovědní za bezpečné řízení jejich provozu, aniž by od FAA obdrželi služby řízení letového provozu. Primárním prostředkem komunikace a koordinace mezi FAA, provozovateli dronů a dalšími zúčastněnými stranami je distribuční síť vysoce automatizovaných systémů prostřednictvím rozhraní pro programování aplikací API (Application Programming Interface)<sup>52</sup>, a nikoli mezi piloty a řídicími letového provozu hlasovou komunikací

---

48 TFR - Temporary Flight Restriction - Dočasné omezení letu

49 NOTAM - Notice To AirMen - Oznámení letcům

50 FAA: UAS Data Exchange (LAANC) [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/data\\_exchange/](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/data_exchange/)

51 FAA: UTM Pilot Program (UPP) [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/uas/research\\_development/traffic\\_management/utm\\_pilot\\_program/](https://www.faa.gov/uas/research_development/traffic_management/utm_pilot_program/)

52 API - Application Programming Interface - Rozhraní pro programování aplikací



Stejně jako v Evropě byla a je v posledních letech na pořadu dne otázka pravidel pro létání s drony a jejich vstupu do leteckého prostoru. Tato skutečnost je kromě jiného dána neustále rostoucím počtem registrovaných dronů. Např. americký úřad pro letectví ke konci roku 2020 evidoval 1,7 milionu registrovaných dronů a 203 tisíc certifikovaných pilotů.<sup>53</sup> V roce 2018 byla v USA přijata nová pravidla pro civilní letectví – tzv. FAA Reauthorization Act of 2018, ve kterých se pod několika letech dohadů vymezila pravidla pro létání s drony. V roce 2020 FAA zveřejnil soubor nových předpisů, podle kterých se budou majitelé dronů řídit od začátku roku 2021. Na rozdíl od dřívějších předpisů budou nyní moci majitelé dronů létat i v noci, ovšem za podmínky, že absolvují speciální výcvik a že jejich dron bude opatřen protisrážkovými světly. To ve svém důsledku umožní např. Společnostem Amazon nebo Wing, aby doručovací služby provozovali i v noci. Mnohem výrazněji se nová pravidla dotknou majitelů, kteří drony provozovali hlavně k rekreačnímu létání. Od roku 2022 bude v USA vyžadováno, aby byly všechny bezpilotní systémy prodávané v USA a vážící více než 249 gramů vybaveny identifikačními údaji a zařízením, pomocí něhož budou neustále vysílat údaje o svojí poloze. Majitelé lehčích dronů (vážících méně než 249 gramů) budou muset své zařízení opatřit identifikátorem polohy v případě, že budou létat nad většími skupinami osob. Všichni ostatní majitelé budou moci létat pouze v oblastech, které FAA určí. Podle FAA nová pravidla sledují dva účely: umožnit úplnou integraci dronů do národního vzdušného prostoru USA a zajistit podstatně větší bezpečnost létání s drony.<sup>54</sup>

## 2.4 Nová pravidla pro létání s drony v EU – 2021

Na potřebu regulace provozu bezpilotních letadel a bezpilotních leteckých systémů ve leteckém prostoru EU upozorňovalo už sdělení Evropské komise pod názvem Nová éra letectví z roku 2014, ve které se píše: „*Aplikace RPAS se mohou rozvíjet pouze v případě, že letadla se budou moci pohybovat v nesegregovaném vzdušném prostoru, aniž by to ohrozilo bezpečnost a fungování širšího systému civilního letectví. Za tímto účelem musí EU vytvořit regulační strukturu, která to umožní a k níž budou moci přispívat hlavní aktéři*

---

<sup>53</sup> LIEBRICH, J. *Piloti dronů budou muset hlásit svou polohu. USA chystají velké změny pravidel.* 31.12.2020. [online]. Dostupné z:

<https://www.e15.cz/zahranicni/piloti-dronu-budou-muset-hlasit-svou-polohu-usa-chystaji-velke-zmeny-pravidel-1376614>

<sup>54</sup> KAVI, S. *Zpřísňují se pravidla pro létání s drony, v ČR bude nutná registrace, v USA také údaje o poloze.* 31.12.2020. [online]. Dostupné z: <https://otechnice.cz/zprisuji-se-pravidla-pro-letani-s-drony-v-cr-bude-nutna-registrace-v-usa-take-udaje-o-poloze/>

na evropské i vnitrostátní úrovni. Rovněž by se mělo zvýšit a účinně koordinovat úsilí v oblasti výzkumu a vývoje, které se zaměřuje na integraci do civilního vzdušného prostoru, aby se co nejvíce zkrátila doba pro realizaci perspektivních technologií. Postupnou integraci RPAS do vzdušného prostoru od roku 2016 musí doprovázet odpovídající veřejná diskuze o vývoji opatření, jež by řešila obavy společnosti (včetně bezpečnosti, ochrany soukromí a údajů, odpovědnosti vůči třetím osobám a pojištění nebo ochrany).<sup>55</sup>

Ve Sdělení komise bylo také konstatováno, že „prvořadým cílem politiky a strategie EU v oblasti letectví je bezpečnost. Stávající regulační systém pro RPAS založený na nejednotných pravidlech pro udělování povolení k provozu ad hoc představuje administrativní překážku, která brání rozvoji evropského trhu s RPAS. Vnitrostátní povolení mezi sebou státy neuznávají a neumožňují proto činnost v celé Evropě, ať už jde o výrobu, nebo o provoz RPAS.“<sup>56</sup>

Výsledkem několikaletých prací na projektech, pospaných v podkapitole 2.2 bylo přijetí nových pravidel EU pro bezpilotní letadla a bezpilotní letecké systémy v roce 2019: *Nariadení Komise v prenesenej pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a o provozovatelích bezpilotních systémů ze třetích zemí a Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel*. Tyto dokumenty jsou účinné od začátku roku 2021 s dvouletým přechodným obdobím do roku 2022.

Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi rozsáhlou a místy zcela novou úpravu pravidel pro provoz bezpilotních systémů, budou v následujícím textu charakterizovány jen nejdůležitější úpravy.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 bylo vydáno Evropskou komisí dne 24. května 2019 a nabylo platnosti dne 1. července 2020. Přenesený dokument je doplněn nařízením Komise (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019, které stanoví technické požadavky na bezpilotní systémy.

---

<sup>55</sup> EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>

<sup>56</sup> EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>

Podstatnou novou úpravou je povinná registrace nových uživatelů dronů u příslušného národního leteckého úřadu i v případě nekomerčního provozu dronu.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 rozděluje bezpilotní systémy do kategorií podle míry rizika, které při jejich provozu vzniká.

V ustanovení čl. 3 Nařízení komise č. 2019/947 se bezpilotní letecké systémy dělí do tří kategorií:

*a) provoz bezpilotních systémů v „otevřené“ kategorii nevyžaduje žádné předchozí oprávnění k provozu ani prohlášení o provozu učiněné provozovatelem bezpilotních systémů před uskutečněním provozu;*

*b) provoz bezpilotních systémů ve „specifické“ kategorii vyžaduje oprávnění k provozu vydané příslušným úřadem podle článku 12 nebo oprávnění obdržené podle článku 16 nebo, za okolností definovaných v čl. 5 odst. 5, prohlášení provozovatele bezpilotních systémů;*

*c) provoz bezpilotních systémů v „certifikované“ kategorii vyžaduje osvědčení bezpilotního systému podle nařízení v přenesené pravomoci (EU) 2019/945, osvědčení provozovatele a případně udělení průkazu způsobilosti dálkově řídicímu pilotovi.<sup>57</sup>*

UAS v otevřené kategorii jsou rozděleny do několika podkategorií: A1, A2 a A3. Provoz bezpilotních systémů v otevřené kategorii podle Nařízení komise č. 2019/947 musí splňovat následující podmínky:

- Bepilotní letadla musí být vždy v přímé viditelnosti dálkově řídicího pilota, výjimky jsou režim „follow-me“ nebo použití pozorovatele UA;
- UA musí létat níže než 120 metrů od země, pokud nepřelétává překážku;
- UA nesmí být použito pro přepravu nebezpečného zboží a za letu shazovat jakýkoliv materiál.

Provoz ve specifické kategorii by měl zahrnovat všechny typy operací, které nespádají do otevřené kategorie, což znamená, že pokud zamýšlená operace překročí omezení kategorie „otevřená“, musí provozovatel provozovat činnost podle režimu specifické kategorie. Specifická kategorie, která klade na provozovatele výrazně vyšší nároky, je určena především pro profesionální provoz dronů.

---

<sup>57</sup> Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>

Hlavním kritériem pro dělení mezi specifickou a certifikovanou kategorií je míra rizika, jakou provoz dronu představuje v případě nehody. Pravidla provozu bezpilotních systémů v certifikované kategorii budou nově do jisté míry srovnatelná s pravidly, jakými se již dnes řídí provoz letadel. Náročnou certifikací budou muset projít samotné bezpilotní stroje, ale i piloti a provozovatel. O zařazení do certifikované kategorie bude třeba usilovat v případě, že platí alespoň jedna z následujících podmínek:

- bezpilotní systém s rozměry většími či rovnými 3 m je provozován nad shromážděním osob,
- provoz zahrnuje přepravu osob,
- provoz zahrnuje přepravu nebezpečného zboží.

V čl. 9 Nařízení komise č. 2019/947 se nově stanovuje minimální věk dálkově řídicích pilotů na 16 let. Toto ustanovení platí pro dálkově řídicí piloty, kteří provozují drony v kategorii otevřené a specifické. Požadavek minimálního věku dálkově řídicích pilotů se podle nařízení komise neplatí:

- a) u provozu v podkategorii A1, jak je stanovena v části A přílohy tohoto nařízení, s bezpilotním systémem třídy C0 definovaným v části 1 přílohy nařízení v přenesené pravomoci (EU) 2019/945, který je hračkou ve smyslu směrnice 2009/48/ES;
- b) u soukromě zhotoveného bezpilotního systému s maximální vzletovou hmotností nižší než 250 g;
- c) u provozu pod přímým dohledem dálkově řídicího pilota, který splňuje požadavky odstavce 1 a článku 8.<sup>58</sup>

Členské státy mohou minimální věk snížit na základě posouzení rizik s ohledem na specifická rizika spojená s provozem na jejich území u dálkově řídicích pilotů provádějících provoz v „otevřené“ kategorii až o 4 roky; u dálkově řídicích pilotů provádějících provoz ve „specifické“ kategorii až o 2 roky. Pokud členský stát sníží minimální věk dálkově řídicích pilotů, smí tito dálkově řídicí piloti provozovat bezpilotní systémy pouze na území daného členského státu.<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> Čl. 9 Prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>

<sup>59</sup> Čl. 9, odst. 3 Prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>

Do jakých tříd drony nejrozšířenější kategorie Open dle specifikací patří, určují parametry obsažené v následující tabulce.

**Tab. 2: X Třídy C0 – C4 a jejich vymezení**

Třídy bezpilotních systémů v otevřené kategorii	C0	C1	C2	C3	C4 („modely“)
<b>Provozní omezení</b>	A1	A1	A2, A3	A3	A3
<b>Max. vzletová hmotnost</b>	< 250 g	< 900 g nebo < 80 J (dopadová energie)	< 4 kg	< 25 kg a 3 m	< 25 kg
<b>Max. provozní rychlost</b>	< 19 m/s	< 19 m/s	nastavitelné < 3 m/s (kromě letounů)	ne	ne
<b>Max. výška letu nad zemí</b>	< 120 m AGL	< 120 m AGL	< 120 m AGL	< 120 m AGL	ne
<b>Omezení pohonu</b>	elektro < 24 V	elektro < 24 V	elektro < 48 V	elektro < 48 V	ne
<b>Follow-me režim</b>	< 50 m	< 50 m	ne	ne	ne
<b>Failsafe systém</b>	ne	ano	ano (kromě upoutaných)	ano (kromě upoutaných)	jen přednastavená poloha, zákaz automatického letu
<b>Upoutaný provoz</b>	ne	ne	lanko < 50 m	lanko < 50 m	ne
<b>Zabezpečený řídicí a kontrolní spoj</b>	ne	ne	ano (kromě upoutaných)	ano (kromě upoutaných)	ne
<b>Limitovaná hlučnost</b>	ne	< 85 dB (kromě letounů)	< 97 dB dle MTOM (kromě letounů)	ne, jen povinný štítek (kromě letounů)	ne
<b>Sériové číslo</b>	ne	ano	ano	ano	ne
<b>Identifikace za letu</b>	ne	ano	ano (kromě upoutaných)*	ano (kromě upoutaných)*	ne
<b>Geo-awareness</b>	ne	ano**	ano**	ano**	ne
<b>Indikace nízkého stavu baterie</b>	ne	ano	ano	ano	ne
<b>Světla pro říditelnost a odlišení</b>	ne	ano	ano	ano	ne
<b>Uživatelská příručka</b>	ano	ano	ano	ano	ano
<b>Informační leták EASA</b>	ano	ano	ano	ano	ano

**Zdroj:**<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>

Nařízení komise č. 2019/947 také z hlediska bezpečnosti definuje třídy provozního omezení dronů A1 – A3. Jejich základní charakteristika je vynesena do následujících tabulek.

**Tab. 3: Třída omezení A1: pravidla letu, požadavky na pilota a zařazené drony**

<b>Platí pro bezpilotní systémy tříd:</b>	<b>C0, C1</b>
<b>Podmínky letu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pilot bezpilotního letadla třídy C1 nepřelétává nad shromážděními osob a důvodně předpokládá, že nepřeletí nad žádnou nezapojenou osobou.</li> <li>● Piloti ostatních letounů spadajících do třídy omezení A1 mohou přelétávat nad nezapojenými osobami, nikoli však nad shromážděními osob.</li> </ul>
<b>Nároky na pilota</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pro třídu C1: obeznámení s uživatelskou příručkou a absolvování on-line kurzu a zkoušky.</li> <li>● Pro piloty ostatních letounů spadajících do třídy omezení A1: obeznámení s uživatelskou příručkou dronu.</li> </ul>
<b>Příklady dronů odpovídajících této třídě</b>	DJI Mavic Air 2, Mavic Mini, DJI Mavic Pro

**Zdroj:**<sup>61</sup>

<sup>61</sup> Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>

**Tab. 4: Třída omezení A2: pravidla letu, požadavky na pilota a zařazené drony**

Platí pro bezpilotní systémy tříd:	C2
<b>Podmínky letu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bepilotní letadlo nepřelétává nad nezapojenými osobami a udržuje od nich bezpečnou vzdálenost minimálně 30 metrů.</li> <li>• Při provozování bezpilotního letadla v nízkorychlostním režimu (low speed mode) a po vyhodnocení situace lze minimální vzdálenost od nezapojených osob zkrátit na 5 metrů.</li> </ul>
<b>Nároky na pilota</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obeznamení s uživatelskou příručkou.</li> <li>• Absolvování on-line kurzu a zkoušky.</li> <li>• Podání prohlášení o praktickém výcviku a složení další zkoušky z teorie.</li> </ul>
<b>Příklady dronů odpovídajících této třídě</b>	DJI Phantom 4 Pro+ V2.0, Mavic 2 Pro & Mavic 2 Zoom

Zdroj:<sup>62</sup>**Tab. 5: Třída omezení A3: pravidla letu, požadavky na pilota a zařazené drony**

Platí pro bezpilotní systémy tříd:	C2, C3, C4
<b>Podmínky letu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provoz pouze v prostoru, kde pilot důvodně očekává, že nebudou ohroženy žádné nezapojené osoby, a to po celou dobu provozu bezpilotního letadla</li> <li>• Let je prováděn v bezpečné vodorovné vzdálenosti nejméně 150 metrů od obytných, obchodních, průmyslových nebo rekreačních prostor.</li> </ul>
<b>Nároky na pilota</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absolvování on-line výcvikového kurzu.</li> <li>• Složení on-line zkoušky z teoretických znalostí.</li> </ul>
<b>Příklady dronů odpovídajících této třídě</b>	DJI Matrice 200 V2, Matrice 600 Pro apod.

Zdroj:<sup>63</sup>

<sup>62</sup> Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>

<sup>63</sup> Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>

K novým předpisům pro létání s drony patří i vyhláška, kterou v České republice Úřad pro civilní letectví vydal 30. 12. 2012 Veřejnou vyhláškou – Opatření obecné povahy, kterým se s platností od 31. 12. 2020 zřizuje pro drony omezený prostor LKR10 - UAS. Tento prostor se zřizuje za účelem uplatnění dodatečných podmínek pro všechny druhy provozu bezpilotních letadel spadajících do působnosti prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019.

Podle této veřejné vyhlášky není-li stanoveno jinak, provoz bezpilotního letadla smí být prováděn pouze ve vzdušném prostoru třídy G a to do výšky 120 m nad zemí. Není-li stanoveno jinak, v prostorech CTR a MCTR je provoz bezpilotního letadla možný jen do výšky 100 metrů nad zemí v horizontální vzdálenosti větší než 5 500 m od vztažného bodu řízeného letiště a mimo ochranná pásma daného letiště. Provoz bezpilotního letadla ve vzdálenosti menší než 5 500 m od vztažného bodu řízeného letiště je možný pouze na základě koordinace s příslušným stanovištěm řízení letového provozu a s provozovatelem letiště.

Let bezpilotního letadla s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg může být prováděn v CTR a MCTR bez koordinace i v menší vzdálenosti od letiště, avšak pouze mimo ochranná pásma s výškovým omezením staveb a nikdy ne výše než 100 metrů nad zemí. Před plánovanou publikací mapy s přesnými maximálními provozními výškami lze tento požadavek v praxi splnit nepřekročením výšky okolních staveb, porostu či překážek.

Při provozu bezpilotního letadla v CTR a MCTR ve vzdálenosti větší než 5 500 m od vztažného bodu letiště, vždy však pouze do výšky 100 m nad zemí, a při provozu bezpilotního letadla s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg ve vzdálenosti menší než 5 500 m od vztažného bodu letiště mimo ochranná pásma s výškovým omezením staveb se neuplatňují požadavky předpisu L 11 (Letové provozní služby) na získání letového povolení a na stálé obousměrné spojení se stanovištěm řízení letového provozu a požadavky stanovené Leteckou informační příručkou ČR (AIP) na vybavení odpovídačem sekundárního radaru.

Při provozu bezpilotního letadla v CTR a MCTR ve vzdálenosti menší než 5 500 m od vztažného bodu letiště, kromě provozu bezpilotního letadla s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg mimo ochranná pásma s výškovým omezením staveb, je rozhodnutí



o použitelnosti výše uvedených požadavků předpisu L 11 a AIP ponecháno na uvážení příslušného stanoviště řízení letového provozu.<sup>64</sup>

---

<sup>64</sup> Úřad ro civilní letectví. Veřejná vyhláška – Opatření obecné povahy. Č.j. 15149 -20 -701 ze dne 30.12.2012

### 3. Rozbor a zhodnocení souvislostí a možností začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru

Třetí kapitola bakalářské práce se zabývá charakteristikou a posouzením širšího kontextu společného využití leteckého prostoru bezpilotními a pilotovanými letadly a návrhem projektové vize „Mřížka“ pro řízení letů dronů.

#### 3.1 Souvislosti začlenění bezpilotních prostředků do společného leteckého prostoru

Prováděcí nařízení komise (EU) č. 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel konstatuje v čl. 1, že bezpilotní letadla bez ohledu na jejich hmotnost mohou být provozována ve stejném vzdušném prostoru v rámci jednotného evropského nebe spolu s letadly s posádkou na palubě, ať již se jedná o letouny nebo vrtulníky.

Toto všeobecné úvodní konstatování prováděcího nařízení komise EU má několik širších souvislostí a aspektů, které je potřebné zmínit. Bepilotní letadla pro rekreační a sportovní létání a pro komerční využití představují velmi rychle se rozvíjející odvětví letecké dopravy. Toto odvětví má obrovský růstový potenciál nejen z hlediska rostoucího počtu dronů, ale také z ekonomického hlediska. Už nyní v Evropě létá více jako milionů dronů.<sup>65</sup> Evropská komise předpokládá, že do roku 2035 by v tomto odvětví mohlo být vytvořeno 100 000 pracovních míst a jeho roční ekonomický přínos (zejména poskytovaných služeb) by mohl přesáhnout 10 miliard eur.<sup>66</sup> Pro srovnání: Americký federální úřad pro letectví v roce 2018 vydal předpověď stavu vzdušného prostoru pro období let 2018 – 2038. Podle této předpovědi se už v roce 2023 bude v americkém vzdušném prostoru pohybovat až

---

<sup>65</sup> *V Evropě létá pět milionů dronů, houstnoucí provoz vyřeší nová legislativa.* 5.8.2020 [online]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/v-evrope-leta-pet-milionu-dronu-houstnouci-provoz-vyresi-nova-legislativa\\_50948.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/v-evrope-leta-pet-milionu-dronu-houstnouci-provoz-vyresi-nova-legislativa_50948.html)

<sup>66</sup> *Drony: reforma bezpečnosti letectví v EU.* [online]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/drones/>

2,4 milionu bezpilotních systémů ve váze do 25 kg.<sup>67</sup> V Ruské Federaci objem služeb, poskytovanými společnostmi, provozujícími bezpilotní letadla na komerční bázi dosáhl v minulém roce 747 milionu dolarů. Největší objem ekonomických výkonů je soustředěn do oblasti zemědělství, průmyslu, energetiky a dopravy.<sup>68</sup>

Potřebu technologických a infrastrukturních řešení provozu dronů v leteckém prostoru podtrhuje i prognóza vývoje segmentu trhu bezpilotních letadel a jejich komerčního využití. Ve studii Drone Market report 2019 je konstatováno několik důležitých trendů budoucnosti: segment světového trhu komerčního využití dronů do roku 2024 dosáhne 45 mld. dolarů v porovnání s 14, 1 mld. dolarů v roce 2018. Největší objem komerčního využití dronů se soustředí do oblasti energetiky, těžářského průmyslu, dopravy a logistiky. Dominantní pozici v tomto segmentu trhu budou zaujímat USA a Čína, které už nyní dominují na dvou třetinách trhu. Za nejrychleji rostoucí a perspektivně se rychle rozvíjející trh komerčního využití dronů studie považuje Indii. Do roku 2024 se celosvětově prodej komerčních dronů ztrojnásobí.<sup>69</sup>

Rozšiřující se používání dronů hlavně ke komerčním účelům vyžaduje, aby byla hledána rovnováha mezi jejich výhodami a nevýhodami, kdy bezpilotní letadla mohou v přeneseném slova smyslu představovat přidanou hodnotu. Z druhého úhlu pohledu mohou být drony zdrojem obtíží a problémů, spojených s ochranou soukromí, hlukem, emisemi a také bezpečností leteckého provozu. Na tuto skutečnost reaguje Prováděcí nařízení komise (EU) č. 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel, ve kterém se v bodu 22 úvodní části stanovuje, že „*hluk a emise z bezpilotních letadel by*

---

<sup>67</sup> CORNING, Jonathan, Li DING, Nick MILLER, H. BARLETT, Roger SCHAUFLE, Thomas MAROTTA, Michael LUKACS a Dipasis BHADRA. *FAA Aerospace Forecast: Fiscal Years 2018-2038*. United States: FAA, 2018. Dostupné také z: [https://www.faa.gov/data\\_research/aviation/aerospace\\_forecasts/media/FY201838\\_FAA\\_Aerospace\\_Forecast.pdf](https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/FY201838_FAA_Aerospace_Forecast.pdf)

<sup>68</sup> EY: Развитие рынка беспилотных летательных аппаратов [online]. Dostupné z: [https://www.ey.com/ru\\_ru/news/2020/05/ey-uav-survey-18052020](https://www.ey.com/ru_ru/news/2020/05/ey-uav-survey-18052020) a také na: Garcia-Bernardo, Sheridan Dodds, F. Johnson). Quantitative patterns in drone wars. 6.2.2016..[online]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20160206104147/http://www.uvm.edu/~pdodds/research/papers/files/2016/garcia-bernardo2016a.pdf>

<sup>68</sup> Рынок дронов 2019–2024: 5 вещей, которые нужно знать .17.04.2019 [online]. Dostupné z: [https://russiandrone.ru/news/rynok\\_dronov\\_2019\\_2024\\_5\\_veshchey\\_kotorye\\_nuzhno\\_znat/](https://russiandrone.ru/news/rynok_dronov_2019_2024_5_veshchey_kotorye_nuzhno_znat/) a také na <https://www.droneii.com/project/drone-market-report>

<sup>69</sup> Рынок дронов 2019–2024: 5 вещей, которые нужно знать .17.04.2019 [online]. Dostupné z: [https://russiandrone.ru/news/rynok\\_dronov\\_2019\\_2024\\_5\\_veshchey\\_kotorye\\_nuzhno\\_znat/](https://russiandrone.ru/news/rynok_dronov_2019_2024_5_veshchey_kotorye_nuzhno_znat/) a také na <https://www.droneii.com/project/drone-market-report>

*měly být co nejvíce minimalizovány s ohledem na podmínky provozu a různé specifické okolnosti jednotlivých členských států, jako je hustota obyvatelstva v místech, kde hluk a emise představují problém. Aby společnost snadněji akceptovala provoz bezpilotních systémů, obsahuje nařízení v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 maximální úroveň hluku pro bezpilotní letadla provozovaná v blízkosti osob v „otevřené“ kategorii. Ve „specifické“ kategorii existuje požadavek, aby provozovatel vypracoval pokyny pro své dálkově řídicí piloty tak, aby se veškerý provoz uskutečňoval způsobem, který co nejméně obtěžuje osoby a zvířata.“<sup>70</sup>*

I když se jedná o ustanovení přechodného charakteru, je z jeho obsahu možné konstatovat, že fakticky formuluje obecné pravidlo, které je nadčasově akceptovatelné i po skončení přechodného období. Tento závěr vyplývá z obecné logické konstrukce struktury jakéhokoli nařízení Evropské komise: nejdříve v určité regulované oblasti něco konstatuje jako obecné východisko, aby teprve poté na základě obecných konstatování, vyplývajících z analýzy rozhodovaného problému, formulovala své rozhodnutí.

V souvislosti s tím, jak už bylo rozebráno ve druhé kapitole textu, je důležité nejen legislativní, ale i provozně technické řešení bezpečného začlenění dronů do společného leteckého prostoru EU.

Bezpečné začlenění bezpilotních letadel a bezpilotních systémů do jednotného evropského nebe „začíná“ vstupem dronů do vzdušného prostoru. Aby mohla bezpilotní letadla a bezpilotní systémy v kategorii specifická a certifikovaná létat v evropském vzdušném prostoru, musí splňovat určité technické požadavky na jejich způsobilost (osvědčování)<sup>71</sup>. Na bezpilotní letadla v kategorii otevřená se pro vstup do evropského vzdušného prostoru vztahují pravidla týkající se dozoru nad trhem Unie a kontroly výrobků vstupujících na trh Unie stanovená v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 765/2008 ze dne 9. července 2008, kterým se stanoví požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh a kterým se zrušuje nařízení (EHS) č. 339/93, včetně ustanovení týkajících se výměny informací prostřednictvím systému rychlého varování (RAPEX).

---

<sup>70</sup> Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel

<sup>71</sup> Podrobněji viz Nařízení komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a o provozovatelích bezpilotních systémů ze třetích zemí

Další souvislostí bezpečného začlenění dronů do společného leteckého prostoru je vytvoření systému pro organizaci leteckého provozu bezpilotních systémů.

### *3.2 Bezpečnostní aspekty začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru*

Jako jeden z hlavních důvodů přijetí nových nařízení Evropské unie, vztahujících se na provoz bezpilotních letadel a bezpilotních systémů, je uváděna ochrana bezpečnosti na zemi a ochrana jiných uživatelů vzdušného prostoru v souvislosti s ochranou majetku, soukromí a ochranou osobních údajů, ochranou před protiprávními činy a ochranou životního prostředí, které vyplývají z provozu bezpilotních systémů.

Vychází se také z předpokladu, že provozovatel bezpilotního systému ve všech případech nebude zároveň pilotem provozovaného dronu. Provozovatel proto musí určit dálkově řídicího pilota. Dálkově řídicí pilot se během provozu dronu musí chovat v souladu s podmínkami bezpečného letu, mezi které patří hlavně předcházení rizika srážky, dodržování omezení v zeměpisných zónách, dodržování postupů provozovatele a respektování zákazu letu ve vymezených oblastech.

Piloti a provozovatelé dronů by měli počítat s bezpečnostními riziky, která se při provozu dronů mohou vyskytnout.

Nejčastějším možným bezpečnostním rizikem provozu dronů ve společném leteckém prostoru je kolize za letu jako důsledek ztráty rozestupu.

Významným bezpečnostním rizikem začlenění dronů do leteckého prostoru je ztráta kontroly nad dronem. Ta může být nejčastěji způsobena poruchou konstrukce, poryvem větru a chybnou pilotáží v důsledku úhybného manévru anebo v důsledku nouzového přistání.

Pro bezpečné začlenění dronů do vzdušného prostoru je velmi důležitá prevence střetů, dodržování rozestupů a vyhýbání se srážce. Přitom se využívají dva základní principy ochrany před kolizí.

Prvním je princip „vidět a vyhnout se“ (See and Avoid). Na rozdíl od pilotovaných letadel praktické využití tohoto principu spočívá v tom, že zrak pilota u bezpilotních letadel nahrazuje technické zařízení.<sup>72</sup>

Obecně je technickým ekvivalentem předchozího principu princip „detekovat a vyhnout se“ (Detect and Avoid). Jak u pilotovaných, tak u bezpilotních letadel se pro detekci okolního leteckého provozu používají senzory na palubě letadla, pozemní zařízení anebo kombinace obou. Základním účelem tohoto principu je nahradit schopnost pilota udržovat rozestupy, vyhýbat se kolizím a poskytnout automatické vyhnutí se srážce technickým zařízením. Oba tyto principy mají své technické řešení v antikolizních systémech, kterými jsou drony vybaveny.

Hlavní důraz ve vývoji bezpilotních systémů se klade na kategorie „open“ a „specific“, do kterých spadá většina bezpilotních systémů. Právě tyto dvě kategorie představují největší problém bezpečné integrace bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru a použitelných technických řešení pro zajištění bezpečného leteckého provozu. Z používaných technických řešení je možné zmínit systémy ADS – B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast), FLARM (Flight + Alarm), D2X nebo DAA (Detect And Avoid). Pro bezpečnou integraci dronů do společného leteckého mají členské státy Evropské unie právo v souladu s unijním nařízením č. 2019/947 stanovit v zájmu bezpečnosti leteckého provozu zeměpisné zóny, ve kterých mohou:

- zakázat určitý druh nebo všechny druhy provozu bezpilotních systémů, požadovat konkrétní podmínky pro určitý druh nebo všechny druhy provozu bezpilotních systémů nebo požadovat předchozí oprávnění k provozu pro určitý druh nebo všechny druhy provozu bezpilotních systémů;
- podřídit provoz bezpilotních systémů určitým normám v oblasti životního prostředí;
- povolit přístup pouze určitým třídám bezpilotních systémů;
- povolit přístup pouze bezpilotním systémům vybaveným určitými technickými prvky, zejména systémy dálkové identifikace nebo systémy s funkcí „geo-awareness“.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> SKYbrary [online]. 2011 See and Avoid. Dostupné z :[http://www.skybrary.aero/index.php/See\\_and\\_Avoid](http://www.skybrary.aero/index.php/See_and_Avoid).

<sup>73</sup> Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>

Další souvislostí bezpečného začlenění dronů do společného leteckého prostoru je vytvoření systému pro organizaci leteckého provozu bezpilotních letadel. Technické řešení by mělo obsahovat: systém komunikace pro monitorování a řízení provozu dronů; autonomní letové systémy a systémy řízení letového provozu pro společné lety s ostatními účastníky letového provozu ve společném vzdušném prostoru.

V posledních letech výzkumné týmy v různých zemích světa vyvíjejí vlastní systémy řízení letové kontroly pro drony. Např. v USA NASA ve spolupráci s FAA v roce 2014 zahájily práci na systému řízení letového provozu pro drony. NASA svůj systém testuje přímo ve svém výzkumném centru Ames Research v Silicon Valley. Řízení dronů v letových výškách mezi 400 až 500 stopami (120 až 150 metrů) by mělo být plně automatické. Může dronům nastavovat letové trasy, aby nedošlo ke střetu. Jeho cílem je zajistit bezpečný pohyb většího množství dronů v městských oblastech při současném zkoumání možností detekce objektů a vzájemné komunikace.<sup>74</sup> Od roku 2019 se projekt podle dostupných informací nachází v testovací fázi, jejímž účelem je ověřit všechny protokoly, které zahrnují detekci okolních objektů drony, vzájemnou komunikaci, antikolizní systém nebo nouzový přistávací systém. Výsledky testů dosud nebyly zveřejněny.

Vlastní vizi pro rozdělení vzdušného provozu pro drony představil v roce 2015 největší světový internetový obchod Amazon jako jedno z řešení, jak začlenit drony různých tvarů, velikostí a autonomie do vzdušného prostoru. Při zpracování svých návrhů Amazon úzce spolupracuje s americkým úřadem pro letectví a jako poradce pro své návrhy využívá NASA. Podstata návrhu Amazonu spočívá v rozdělení vzdušného prostoru pro drony na dvě rychlostní zóny. V části vzdušné dálnice do výšky 61 metrů se budou moci pohybovat i nekomerční bezpilotní letadla. Vysokorychlostní zóna mezi 61 a 122 metry pak bude vyhrazena pro komerční stroje. Mezi 122 až 152 metry by měla vzniknout bezletová zóna, která bude drony oddělovat od té části vzdušného prostoru, ve které se pohybují letadla a vrtulníky. Návrh Amazonu také předpokládá, že by drony nesměly létat v blízkosti letišť. Amazon se v tomto kontextu věnuje vývoji dronů, které by měly být pro komerční lety ve vysokorychlostní zóně zcela autonomní.<sup>75</sup>

---

<sup>74</sup> POHL, O. *NASA dokončuje systém řízení letové kontroly pro drony*. 22.02.2019. [online]. Dostupné z: <https://fzone.cz/clanky/nasa-dokoncuje-system-rizeni-letove-kontroly-pro-drony-528>

<sup>75</sup> *Amazon chce rozdělit vzdušný prostor. Drony s balíky budou létat ve dvou rychlostních "pruzích"*. 2015. [online]. Dostupné z: <https://byznys.ihned.cz/c1-64391640-amazon-chce-rozdelit-vzdušny-prostor-drony-s-baliky-budou-letat-ve-dvou-rychlostnich-pruzich>

Cesta, kterou se společnost Amazon ubírá ve vývoji dronů hlavně pro komerční účely, je automatizace a autonomie nasazení dronů. S ní také počítá projekt U-space, podle kterého by plná autonomizace a automatizace nasazení dronů měla být realitou k horizontu 2030. Přinejmenším by mělo být k tomuto časovému horizontu realitou, že bude dosažena čtvrtá úroveň z pěti při automatizaci leteckého provozu.

Autonomní dron bude schopen provést bezpečný let bez zásahu pilota. To bude možné pomocí umělé inteligence, která dronu umožní zvládat všechny druhy nepředvídaných a nepředvídatelných nouzových situací. Úřad pro civilní letectví vysvětluje, že právě v tom se liší od automatizovaného dronu, u kterého dálkově řídicí pilot přebírá kontrolu nad dronem v nepředvídaných situacích, pro které nebyl dron naprogramován. Předpokládá se, že by autonomní provoz dronů převládal ve specifické a certifikované kategorii.<sup>76</sup>

V této souvislosti se nabízí otázka, jestli je možný plně automatizovaný a plně autonomní provoz dronů. Odpověď na tuto otázku byla hledána v odborných článcích na Google Scholar a Scopus.com. Výsledkem prvního hledání při zadání jednoduché vyhledávací kombinace jsou tři publikované odborné články<sup>77</sup>, které se ale zabývají spíše modely údržby dronů a možnostmi zvýšení výkonu dronů pomocí programového managementu, možnostmi komunikace dronů v podmínkách 5G sítí a také metrikami pro optimalizaci provozu dronů. Prostudovanými zdroji prolínají myšlenky o tom, jak by mohly drony v budoucnosti létat automatizovaně a autonomně. Není v nich ale odpověď na otázku, jak organizovat provoz v leteckém prostoru, ve kterém se budou pohybovat pilotovaná a bezpilotní letadla v neřízeném a řízeném vzdušném prostoru.

Druhý vyhledávací pokus při zadání složitější vyhledávací kombinace už byl úspěšnější a přinesl několik odborných publikací, které byly inspirací pro vypracování projektové vize „Mřížka“.

Nejzajímavější publikace týkající se řešené problematiky jsou zde popsány.

---

<sup>76</sup> Úřad pro civilní letectví. *Jaký je rozdíl mezi automatizovaným a autonomním dronem*. [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/ufoqs/jaky-je-rozdil-mezi-autonomnim-a-automatickym-dronem/>

<sup>77</sup> Smyczyński, P., Starzec, L., Granosik, G. *Autonomous drone control system for object tracking*. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8046919>; Bruce T. Clough *Metrics, Schmetrics! How The Heck Do You Determine A UAV's Autonomy Anyway*. Dostupné z: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA515926>; Sung-Chan Choi, Nak-Myung Sung, Jong-Hong Park, Il-Yeop Ahn and Jaeho Kim. *Enabling Drone as a Service: oneM2M-based UAV/Drone Management System*. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7993739>;



Berntzen et al. v publikaci *Strategy for Drone Traffic Planning. Dynamic Flight-paths for Drones in Smart Cities*<sup>78</sup> popisují několik možností managementu dronů. Obsahuje podobnou myšlenku o organizaci a řízení provozu dronů, jako je v projektu „Mřížka“.

Jeonghoon Kwak a Yusick Sung v článku *Autonomous UAV Flight Control for GPS-Based Navigation*<sup>79</sup> se zabývají různými variantami řešení organizace a uspořádání hromadného letového provozu dronů.

Ho Florence et al. v publikaci *Multi-agent path finding for UAV traffic management: Robotics track*<sup>80</sup> rozebírají jednu z možností, jak organizovat letový provoz bezpilotních letadel.

Mason et al. se ve svém článku *Development of Cloud-Based UAV Monitoring and Management System*<sup>81</sup> zabývají možnostmi využití cloudové webové aplikace pro monitorování a management letů bezpilotních letadel v reálném čase.

Využitím cloudových služeb při doručování zboží se zabývají autoři článku *Novel DTN Mobility-Driven Routing in Autonomous Drone Logistics Networks*<sup>82</sup>. Autoři se nezabývají problematikou organizace letového provozu dronů.

Florence Ho et al. v článku *Pre-Flight Conflict Detection and Resolution for UAV Integration in Shared Airspace Sendai 2030 Model Case*<sup>83</sup> rozebírají metody detekce a řešení předletových konfliktů, které je třeba škálovat na budoucí úroveň poptávky a generovat bezkonfliktní cesty pro potenciálně velký počet bezpilotních letadel před skutečným startem.

---

<sup>78</sup> BERNTZEN, L., MOLDER, C., FLOREA, A., BOUHMALA, N.A. *Strategy for Drone Traffic Planning. Dynamic Flight-paths for Drones in Smart Cities*. 2019. [online] Dostupné z: <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/2648806>.

<sup>79</sup> JEONGHOON KWAK and YUNSICK SUNG. *Autonomous UAV Flight Control for GPS-Based Navigation*. 2018. [online]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8409395>.

<sup>80</sup> Ho, Florence, Goncalves, Artur, Salta, Ana, Cavazza, Marc, Gerald, Ruben and Prendinger, Helmut (2019) *Multi-agent path finding for UAV traffic management: Robotics track*. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS 2019)*. Association for Computing Machinery (ACM), pp. 131-139. ISBN 978-1-4503-6309.

<sup>81</sup> Mason Itkin, Mihiu Kim, Yonghee Park. 2016. *Development of Cloud-Based UAV Monitoring and Management System*. [online]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1424-8220/16/11/1913>.

<sup>82</sup> Saeid Iranmanesh; Raad Raad; Muhammad Salman Raheel; Faisal Tubbal; Tony Jan. *Novel DTN Mobility-Driven Routing in Autonomous Drone Logistics*. [online]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8932497>.

<sup>83</sup> Florence Ho; Rúben Gerald; Artur Gonçalves; Bastien Rigault; Atsushi Oosedo; Marc Cavazza; Helmut Prendinger. 2019. *Pre-Flight Conflict Detection and Resolution for UAV Integration in Shared Airspace Sendai 2030 Model Case*. [online] Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8908777>.

Nikolos a Brintaki v článku *Coordinated UAV Path Planning Using Differential Evolution*<sup>84</sup> popisují vygenerování 2-D trajektorií, které jsou tvořeny po sobě jdoucími trasovými body, s požadovaným rozložením rychlosti po každé trajektorii, zaměřené na dosažení předem určeného cílového místa, přičemž je zajištěno zabránění kolizím buď s environmentálními překážkami nebo s UAS a splnění konkrétních omezení a cíle v oblasti koordinace a cílů.

Z výběru odborných článků je zřejmé, že o tom, jak organizovat hromadný letecký provoz dronů se v odborné veřejnosti přemýšlí už od roku 2012, možná i dříve. Uvedené zdroje byly inspirací pro vlastní uvažování a vlastní vizi projektu uspořádání hromadného letového provozu dronů.

### *3.3 Začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru – projektová vize „Mřížka“*

Hlavním problémem bezpečné integrace dronů do společného leteckého prostoru je jejich rostoucí počet a s tím související rostoucí pravděpodobnost vzniku nebezpečných situací. Na tuto situaci se snaží reagovat projekt „Mřížka“, který je v následujícím textu popsán spíše jako projektová vize nebo idea, která předpokládá, že do roku 2030 budou s postupující automatizací a digitalizací leteckého provozu nalezena i vhodná technická řešení a bude vyvinut software, který umožní organizovat a řídit hromadný letecký provoz dronů v automatizovaném nebo autonomním režimu. Hlavní myšlenka vize projektu „Mřížka“ se odvíjí od na první pohled jednoduché otázky: budou moci drony létat automaticky a autonomně?, tzn. bez lidské účasti a jak organizovat hromadný letový provoz dronů v nízkých výškách v městských oblastech?

V určitém slova smyslu je v projektu „Mřížka“ patrná inspirace uspořádáním silniční dopravní infrastruktury a urbanizace amerických měst, kde je silniční síť tzv. koridorových ulic vedena po přímkách a kříží se v pravých úhlech. Drony by se v mřížce vzdušného prostoru ve smyslu této inspirace pohybovaly pouze po přímkách podobně jako je tomu u

---

<sup>84</sup> I. K. Nikolos, A. N. Brintaki. 2005.Coordinated UAV Path Planning Using Differential Evolution). [online. Dostupné z: [https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1467074?casa\\_token=oLOTnZdkFjwAAAAA:qoLx6iXUEFYnKYToB5dojwHp1J26wqI6T6x5juW\\_iD5lCnzjNbP4LU-dp0A2e6kQE9z77gaI\\_g](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1467074?casa_token=oLOTnZdkFjwAAAAA:qoLx6iXUEFYnKYToB5dojwHp1J26wqI6T6x5juW_iD5lCnzjNbP4LU-dp0A2e6kQE9z77gaI_g).

silniční dopravy a tato organizace silniční dopravy by se přenesla do vzdušného prostoru, kdy by se např. mohlo při křížení letů dronů využít pravidlo přednosti zprava.

Ve společném evropském vzdušném prostoru na tuto potřebu reaguje systém U-Space. Tento projekt zahrnuje infrastrukturu, služby a postupy, jejichž cílem je podporovat integraci bezpilotních systémů do společného vzdušného prostoru a jejich bezpečný provoz. Jeho základními pilíři jsou registrace, funkce „geo-awareness“ a identifikace na dálku, které se stále ještě vyvíjejí, testují a zdokonalují. Předpokládá se, že by tento systém mohl být plně funkčně nasazen do roku 2030 v podobě plně automatizovaného systému řízení leteckého provozu dronů především pro VLL.<sup>85</sup>

Dokončení vývoje a plné nasazení tohoto systému bude pravděpodobně spojeno s určitými problémy, pokud dojde k rozdělení letových oblastí na městské a mimoměstské. Intenzivní letový provoz dronů se s rozšiřováním možností jejich komerčního využití dá předpokládat zejména v městských oblastech, v nichž může fungovat více komerčních subjektů, provozujících různé typy dronů v různém počtu.

V dubnu letošního roku bylo vydáno dlouho očekávané Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/664 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space. Jednotlivá ustanovení tohoto nařízení podporují předpoklady projektové vize „Mřížka“ v kontextu bezpečného začlenění dronů do společného leteckého prostoru s pilotovanými letadly.

V důvodech přijetí tohoto nového prováděcího nařízení se v bodech 2 a 3 konstatuje, že *„rostoucí počet bezpilotních systémů vstupujících do vzdušného prostoru a rostoucí složitost provozu bezpilotních systémů mimo vizuální dohled (BVLOS), zpočátku ve velmi nízké výšce, představuje riziko pro bezpečnost.“*<sup>86</sup> V následujícím bodu 3 je konstatováno, že *„v některých oblastech, zejména tam, kde se očekává souběžné provozování vysokého počtu bezpilotních systémů, nebo tam, kde jsou bezpilotní systémy v provozu vedle letadel s posádkou, vyžaduje bezpečné, zabezpečené a účinné začlenění bezpilotních systémů do vzdušného prostoru zavedení dalších specifických pravidel a postupů pro jejich provoz a pro organizace zapojené do tohoto provozu, jakož i vysoký stupeň automatizace*

---

<sup>85</sup> Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>

<sup>86</sup> PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space

*a digitalizace.* <sup>87</sup> Vlastní vize projektu „Mřížka“ se od těchto ustanovení nijak neodchyluje, je pokusem, jak najít vhodné technické sdílení vzdušného prostoru pilotovanými a bezpilotními letadly.

V ustanovení bodu 4 a 5 uvedeného prováděcího nařízení se konstatuje, že přístup provozovatelů bezpilotních systémů do vzdušného prostoru U-space by měl být podmíněn použitím „služeb U-space“, které budou umožňovat bezpečné řízení velkého počtu bezpilotních systémů. Současně prováděcí nařízení v bodu 5 požaduje, že *„pro provozovatele bezpilotních systémů a poskytovatele služeb U-space by měly v zájmu zajištění bezpečnosti provozu existovat minimální požadavky na vybavení a výkonnost bezpilotních systémů a na služby poskytované ve vzdušném prostoru U-space.*“<sup>88</sup>

Podmínka použití služeb U-space, uvedená v bodu 4 je podrobněji specifikována v ustanovení bodu 17 citovaného prováděcího nařízení, podle kterého *„Provozovatelé bezpilotních systémů by měli působit ve vzdušném prostoru U-space, pouze pokud využívají služby U-space, které jsou nezbytné pro zajištění bezpečného, zabezpečeného, účinného a interoperabilního provozu. Poskytovatelé služeb U-space by měli poskytovat alespoň tyto povinné služby U-space: síťovou identifikační službu, službu „geo-awareness“, službu oprávnění k letu bezpilotního systému a službu informací o provozu.*“<sup>89</sup>

Další ustanovení bodu 12 tohoto prováděcího nařízení požaduje, aby pro bezpečné provozování bezpilotních letadel vedle letadel s posádkou vypracovány specifické koordinační postupy a komunikační možnosti mezi příslušnými pracovišti letových provozních služeb, poskytovateli služeb U-space a provozovateli bezpilotních systémů.<sup>90</sup>

Následující Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/665 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/373, pokud jde o požadavky na poskytovatele služeb v oblasti uspořádání letového provozu/letových navigačních služeb a jiných funkcí sítě uspořádání letového provozu ve vzdušném prostoru U-space určeném v řízeném vzdušném

---

<sup>87</sup> PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space

<sup>88</sup> PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space

<sup>89</sup> PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space

<sup>90</sup> PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space

prostoru se pak jako velmi důležité z hlediska uspořádání (organizace) leteckého provozu jeví ustanovení bodu 3, ve kterém se konstatuje, že „v rámci určeného vzdušného prostoru U-space v řízeném vzdušném prostoru by poskytovatelé letových navigačních služeb měli zůstat odpovědní za poskytování letových navigačních služeb provozovatelům letadel s posádkou. Poskytovatelé letových provozních služeb by rovněž měli provádět tzv. dynamickou rekonfiguraci vzdušného prostoru U-space, aby bylo zajištěno, že letadla s posádkou a bezpilotní letadla zůstanou bezpečně oddělena.“<sup>91</sup> To je velmi důležité konstatování pro ideu projektu „Mřížka“ a pro tu jeho úroveň, ve které např. velké drony, komerčně fungující jako aerotaxi, vstoupí do vzdušného prostoru, ve kterém převládá provoz pilotovaných letadel.

V uvedeném prováděcím nařízení je důležité i to, že obsahuje novou definici vzdušného prostoru U-space: „vzdušným prostorem U-space“ se rozumí zeměpisná zóna pro bezpilotní systémy vymezená členskými státy, kde je provoz bezpilotních systémů povolen pouze s podporou služeb U-space.“<sup>92</sup>

V souvislosti s nejnovějšími regulačními a prováděcími nařízeními Evropské unie je projekt „Mřížka“ je jednou z možných variant hledání odpovědi na otázku, jak uspořádat letecký provoz dronů bez toho, že by v projektové vizi bylo možné dát odpověď na řadu dalších otázek, které mají prakticko-technický realizační charakter. Spíše je tak vize „Mřížka“ chápána jako impuls k diskuzi o tom, jak hledat technická řešení pro obecné požadavky unijních nařízení.

Hlavní idea projektu „Mřížka“ spočívá v tom, že by vzdušný prostor nebyl rozdělen jen vertikálně na zóny (např. U-Space ve třídě G vzdušného prostoru počítá s jeho vertikálním dělením na zóny X, Y a Z), ale byl by rozdělen i horizontálně do několika úrovní.

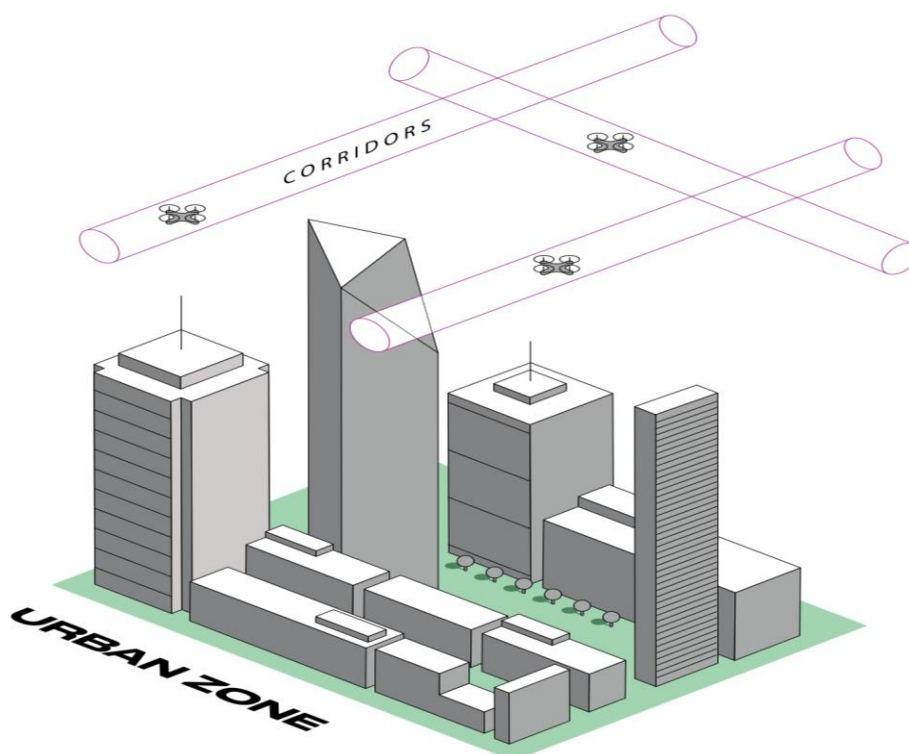
První úroveň bude virtuální mřížka, ve které bude každá přímka představovat koridor, ve kterém bude dron létat. V mřížce by byl pohyb dronů přehledným, snadno sledovatelným,

---

<sup>91</sup> Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/665 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/373, pokud jde o požadavky na poskytovatele služeb v oblasti uspořádání letového provozu/letových navigačních služeb a jiných funkcí sítě uspořádání letového provozu ve vzdušném prostoru U-space určeném v řízeném vzdušném prostoru

<sup>92</sup> Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/665 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/373, pokud jde o požadavky na poskytovatele služeb v oblasti uspořádání letového provozu/letových navigačních služeb a jiných funkcí sítě uspořádání letového provozu ve vzdušném prostoru U-space určeném v řízeném vzdušném prostoru

logickým a snadno předvídatelným. V mřížce by se pohybovaly drony do hmotnosti 25 kg. Vzhledem k jejich velikosti, nízké rychlosti letu a malé hlučnosti by nebyl problém, aby se v mřížce městského vzdušného prostoru současně pohybovalo i větší množství dronů. Výška mřížky bude záviset na konkrétních podmínkách městské aglomerace nebo její části. Na obrázku 9 je znázorněna část městské koridorové mřížky.



**Obr. 9: Část městské koridorové mřížky- trubkové koridory**

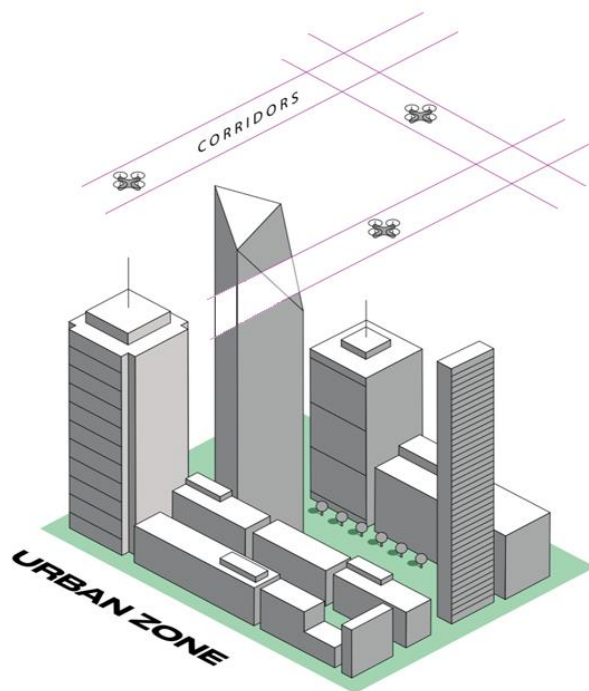
**Zdroj:<sup>93</sup>**

Na obrázku 9 je znázorněn koncept trubkových letových koridorů, podobný tubusům tunelu. Jeho limitujícím parametrem je především jeho průměr. Proto je vhodnější použít namísto trubkového koridoru tzv. plochý koridor, resp. koncept ploché letové trasy, jak je znázorněno na obrázku 10. Plochá letová trasa se dá přirovnat k silniční dálnici jako hlavnímu „dopravnímu tahu“. Pro technickou realizaci této myšlenky pak bude v konkrétním

---

<sup>93</sup> Airbus UTM: Airbus UTM Deploying Unmanned Traffic Management solutions [online]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/autonomous-and-connected/unmanned-traffic-management/airbus-utm.html>

vnitroměstském vzdušném prostoru potřebné vypočítat šířku ploché letové trasy pro každou úroveň mřížky a stanovit mezi nimi i určité bezpečnostní vertikální rozestupy.



**Obr. 10:** Část městské koridorové mřížky – ploché letové trasy (koridory)

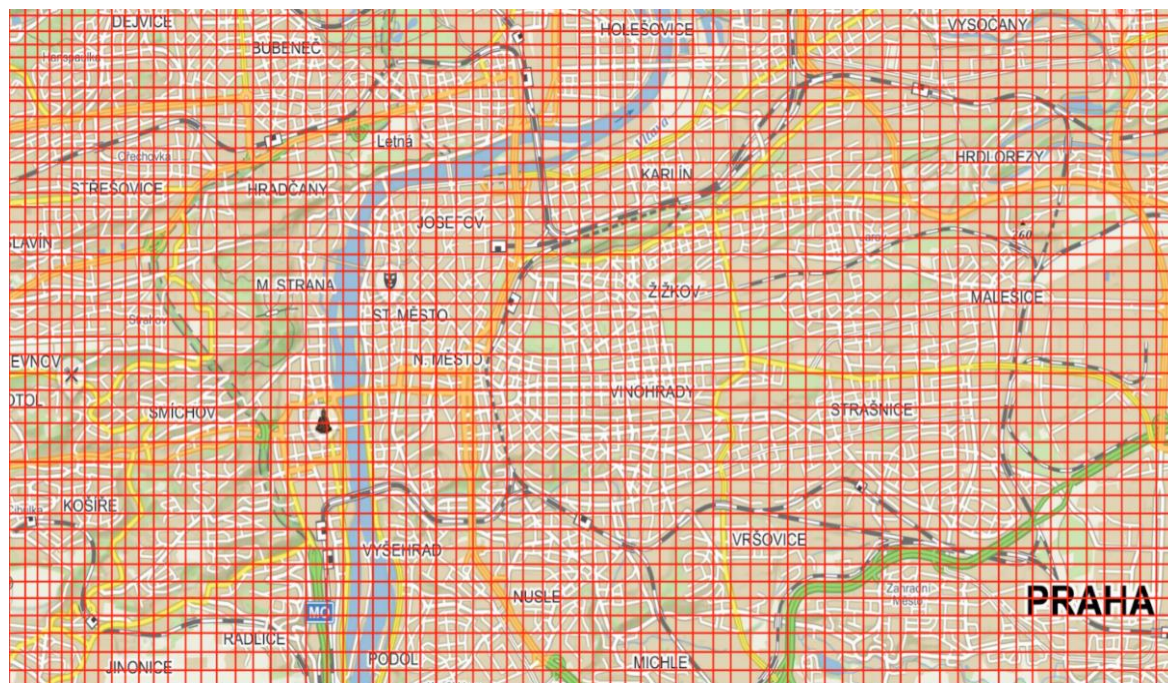
**Zdroj:**<sup>94</sup>

---

<sup>94</sup> Airbus UTM: Airbus UTM Deploying Unmanned Traffic Management solutions [online]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/autonomous-and-connected/unmanned-traffic-management/airbus-utm.html>



Na obrázku 11 je ilustrativně znázorněna velká hustota mřížky pro první úroveň na podmínky hlavního města Prahy, ve které se počítá i s velkou hustotou provozu dronů, v němž budou převládat komerční lety.



**Obr. 11: Ilustrativní příklad hustoty mřížky první úrovně ve hlavním městě Praha**

**Zdroj: vlastní zpracování**

Druhá úroveň mřížky by byla vyšší než první úroveň s malým rozdílem 30 – 50 m. Provoz dronů v této druhé úrovni mřížky by byl méně hustý a byl by určen pro drony střední hmotnostní třídy. Vzhledem k vyšší hlučnosti, větším rozměrům a menší obratnosti by měly létat ve větší výšce, aby co nejméně zatěžovaly okolní prostředí. Hustota mřížky by byla menší také z toho důvodu, aby se zmírnilo riziko kolize za letu anebo ztráty rozestupů - nejen horizontálních v letové trase, ale i vertikálních při sestupu dronu z vyšších úrovní až do místa přistání. Bylo by možné zvažovat i účinek uvolněného proudu vzduchu při sestupném manévru – ten se ale rychle rozptýlí a nebude jiné drony ohrožovat.

Třetí úroveň mřížky bude logicky nejvyšší. V ní se počítá s tím, že se v ní budou létat drony - aerotaxi, např. podobné malému dvoumístnému vrtulníku Bell 505 Jet Ranger X. Evropská legislativa – pravidla pro létání s vrtulníky pracuje s pravidlem, že by letecké aerotaxi mělo létat ve výšce o 300 m vyšší, než je nejvyšší stacionární objekt ve městě. Např. v Praze je nejvyšší budovou City Empiria s výškou 132 metrů. V projektu se neuvažuje nejvyšší budova v Praze - Žižkovský vysílač s výškou 216 metrů. V Praze by tak letecká aerotaxi –



drony – měla létat ve výšce 432 m, což je nad hranicí prostoru U-space. Protože drony, které budou létat v této úrovni mřížky, budou plnohodnotnými účastníky řízeného letového provozu, mělo by tomu odpovídat i jejich palubní vybavení a systémy řízení. Pro myšlenku „mřížky“ je to zatím předpoklad, že drony jako aerotaxi možná v blízké budoucnosti budou nad Prahou létat.

V mřížce podle plochých letových tras (plochých letových koridorů) je důležité určit především tři parametry pro organizaci provozu dronů: prvním je šířka koridoru, druhým je vertikální odstup mezi koridory a třetím jsou odstupy mezi drony v koridoru.

Do úvahy není brána výška první úrovně mřížky z hlediska hlukové zátěže. Ve vizi projektu „mřížky“ se vychází z toho, že hlučnost dnešních dronů, které by se pohybovaly na nejnižší úrovni mřížky, nesmí překročit hlukové limity, které jsou stanoveny příslušnými předpisy Evropské unie a které konkrétně zapracovává Nařízení vlády č.272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších úprav. Podle tohoto nařízení by hluk z provozu dronů neměl v nejnižší úrovni mřížky přesáhnout limit 55 – 65 decibelů, což je limit hlučnosti běžného provozu na silničních komunikacích. Podle uvedeného nařízení by se měl na provoz dronů v nejnižší úrovni mřížky vztahovat hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku z leteckého provozu pro charakteristický denní letový den v hodnotě 60 decibelů a pro noční letový den 50 decibelů. Hluk z provozu dronů má ale jiný charakter – je bzučivý a lidé ho mohou vnímat různě. Dá se ale předpokládat, že i bzučivý hluk z provozu dronů se v městské mřížce „utopí“ v hluku městského provozu.

Na šířku ploché letové trasy (koridoru) a na bezpečný odstup mezi drony má velký vliv celková velikost dronu – jeho největší rozměr. Na první úrovni mřížky tak budou létat drony s maximálním rozměrem 1,5 m (např. dron FreeFly Alta 8).

Pro stanovení bezpečné vzdálenosti v mřížce se vychází z toho, že bezpečnou vzdáleností je podle Úřadu pro civilní letectví myšlena taková horizontální vzdálenost mezi dálkově řízeným letadlem a subjektem ochrany, která i v případě nastalé nouzové situace vyloučí ohrožení bezpečnosti létání ve společném vzdušném prostoru, osob a majetku na zemi a životního prostředí.

Pro kategorii bezpilotních letadel (do 7 kg MTOM) - hlavně pro vrtulníky a multikoptéry – doplněk X leteckého předpisu L2 konkrétní minimální bezpečné vzdálenosti neuvádí,

předpokládá se, že budou řešeny výhradně formou individuálních provozních podmínek a omezení v rámci procesu vydávání povolení k létání. V těchto případech se stanovuje v Doplňku X Předpisu L2, že letadlo musí během všech režimů letu dodržovat minimální horizontální vzdálenost od subjektů uvedených v bodech ust. 16 g, minimálně dvakrát větší než je jeho aktuální výška letu nad zemským povrchem.

V projektové vizi „mřížky“ je obtížné bezpečnou vzdálenost mezi drony vypočítat. V projektové vizi „mřížky“ se dá pro další projektové rozpracování jenom odhadnout anebo použít inspirace z jiných technických řešení, jako se např. určuje a v provozu reguluje bezpečná vzdálenost mezi autonomně řízenými automobily. Zde se praktikuje pravidlo dvou sekund, což je průměrná reakční doba řidiče od okamžiku, kdy před sebou spatří překážku a začne účinně brzdit a čas potřebný do zastavení. Na udržování odstupů dronů letících za sebou by mohlo být použito podobné pravidlo: doba reakce detekčního systému do vydání příkazu dronu, aby změnil směr letu anebo se zastavil. Do úvahy se bere průměrná rychlost dronů v rozmezí 15 – 20 m/s a 2 sekundy reakční doby. Přesnou průměrnou reakční dobu je obtížné vypočítat, neboť je potřebné znát průměrnou reakční dobu dálkově řídiho pilota od okamžiku, kdy zjistil kritickou situaci do okamžiku, kdy reagoval – to je lidský faktor; u autonomního nebo automatického dronu je to rychlost reakce celého systému – např. na hrozící kolizi – tyto technické údaje se nepodařilo najít. Pravděpodobně bude antikolizní systém schopen reagovat rychleji než lidský činitel. Bezpečný odstup mezi drony letícími za sebou by měl činit 50 metrů. Pokud drony poletí vedle sebe, postačoval by bezpečný boční odstup 3 metry. Pokud bude na první úrovni mřížky více plochých letových tras odstupňovaných vertikálně, postačoval by bezpečný odstup 10 metrů. Stejný přístup je použit u odhadu odstupů dronů letících za sebou a vedle sebe pro další dvě úrovně mřížky. Tato úvaha – odhad se vztahuje k bezpečným rozestupům mezi drony v režimu dálkově řídiho pilota, autonomního režimu a automatizovaného letového režimu v neřízeném leteckém prostoru.

Stejný princip pro stanovení odstupů se dá použít i u druhé úrovně, ve které budou létat drony, které jsou větší a rychlejší – přibližně 35m/s. Pak by bezpečný odstup mezi drony měl činit nejméně 70 metrů. Šířka letové trasy se bude odvíjet od toho, kolik dronů bude moci letět vedle sebe.

Maximální odstup mezi drony na zamýšlené třetí úrovni mřížky je uvažován stejným způsobem. Pravděpodobně v současné době není možné přesně stanovit maximální rozměr

dronů pro třetí úroveň, proto se uvažuje současný koncept leteckého taxi CityAirbus s průměrem rotoru 8 metrů a rychlostí 50m/s. Pak by bezpečný odstup mezi drony měl činit nejméně 100 metrů.

Přesné hodnoty odstupů a rozestupů dronů v jednotlivých úrovních mřížky je v další práci na projektu „Mřížka“ možné stanovit až na základě výzkumných letů.

Na obrázku 11 byla ilustrativně znázorněna hustota mřížky, která se sestává z mnoha čtverců, které mohou být různě velké pro každou ze tří úrovní mřížky. Z propočtů v předchozím textu by pak modelově velikost čtverce pro první úroveň mřížky mohla činit 100 m<sup>2</sup>, pro druhou úroveň mřížky 400 m<sup>2</sup> a pro třetí úroveň mřížky 3 025 m<sup>2</sup>.

Pro organizaci letů v mřížce je pak potřebné stanovit nejen velikost čtverců, ale také průměry sestupových koridorů při sestupovém manévru dronů na přistávací plochu (např. střechu cílové budovy nebo na pevnou přistávací plochu na zemi). Pro určení průměru sestupového koridoru se počítá s průměrem dronů a odstupy mezi koridory. Pro první úroveň mřížky je průměr sestupového koridoru 2,5 m ( tj. 1,5m + 2 x 0,5m ), pro druhou úroveň mřížky je to 5 metrů, (tj. 3 m + 2 x 1 m), a pro třetí úroveň mřížky je to; 12 metrů, (tj. 8 m + 2 x 2 m.). V myšlence projektu „Mřížka“ se jedná pouze o rámcové vymezení, u kterého se předpokládá, že v pozdějším projektovém technickém rozpracování bude, resp. bude možné zadat parametry pro přesnost navigace, když se bude hledat konkrétní technické řešení myšlenky.

Pro fungování mřížky je důležité, aby byla přesně nastavena pravidla létání a navigace v mřížce. Ta současná tento problém neřeší. Nová pravidla, vydaná příslušnou regulační autoritou by měla na tento problém reagovat. Aby bylo co nejvíce sníženo riziko kolize za letu, je možné například uvnitř koridoru aplikovat logiku divergence dronů, letících proti sobě. Například drony, které létají ze severu na jih, budou muset stoupat o 2 metry. Drony letící v opačném směru klesnou o 2 metry. Drony letící z východu na západ vystoupají o 2 metry. V opačném směru budou muset klesat o 2 metry. Drony, které budou v mřížce druhé úrovně, budou muset zvýšit vzdálenost od centrální trasy nejméně o 5 metrů. UA umístěné na třetí úrovni mřížky se budou muset odchýlit od centrální trasy nejméně o 15 metrů, aby celková vzdálenost mezi blížícími se UA byla aspoň 30 metrů ve virtuálním bodě setkání. U této myšlenky se zatím jedná o odhady, které pro upřesnění budou vyžadovat vypočtení

přesnosti navigace, zohlednění povětrnostních podmínek a dalších faktorů, které mohou ovlivnit let dronu.

V okamžiku, kdy dron dosáhne cíle letu, začne sestupovat po vertikální ose. U dronů v první – nejnížší úrovni mřížky by přistávací manévr měl být jednoduchý a bezproblémový. Poněkud složitější situace nastane v okamžiku, kdy vertikálně budou sestupovat drony z druhé a třetí úrovně mřížky. Technické řešení sestupu do nižších úrovní mřížky by mohlo spočívat v tom, že systém řízení letů konkrétní dron zařadí do dočasného vertikálního vyčkávacího koridoru a až se pod ním uvolní nižší koridor, pak mu umožní pokračovat v sestupu. Tento systém by mohl fungovat na principu priorit trojmístných kódů dronů. Čím nižší by byl kód dronu, tím vyšší by byla jeho priorita v řízení letu. To všem předpokládá, že budoucí automatizovaný systém řízení dronů bude podle kódů rozlišovat např. policejní, hasičské, záchranářské a další drony podle účelu. Také to předpokládá, že bude dokončen vývoj takového systému organizace provozu dronů, v němž dron s nižší prioritou dostane informaci o letu dronu s vyšší prioritou a systém řízení letů pak automaticky změní trasu letu dronu s nižší prioritou anebo jeho let pozastaví do doby, kdy proletí dron s vyšší prioritou a letová trasa se uvolní.

Projekt „Mřížka“ je ve vizi jeho základních charakteristik výhradně spojen se systémem U-space a s principem „vidět a vyhnout se“. Vzhledem k tomu, že se projekt U-space dále vyvíjí a že již probíhá jeho částečná implementace, je možné vizi projektu „Mřížka“ považovat za jednu z možností, jak U-space ještě rozšířit doplňkem, který si neklade nárok na komplexní projektové a technické řešení. To ostatně vzhledem k dosavadním znalostem a profesním zkušenostem autora bakalářské práce ani není možné.

## 4. Diskuze

Bakalářská práce se ve svém cíli zaměřila na rozbor a posouzení možností společného využití leteckého prostoru pilotovaných a nepilotovaných letadel. V průběhu shromažďování podkladových informací a jejich vyhodnocení bylo identifikováno několik aspektů této problematiky v kontextu důležitých dokumentů Evropské unie: politicko-legislativní, regulační, provozně ekonomické a především bezpečnostní. Bezpečnostní a regulační aspekty obsahují dokumenty Evropské unie od roku 2014 do roku 2021, které se zabývají bezpečnou integrací bezpilotních letadel do společného leteckého prostoru s pilotovanými letadly. Ty vystupují jako hlavní referenční zdroje zpracování bakalářské práce.

Už v roce 2014 reagovala Evropská komise ve svém sdělení „*Nová éra letectví: otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*“<sup>95</sup> na rostoucí potenciál a možnosti komerčního využití bezpilotních letadel. Jejich rostoucí počet v leteckém prostoru vyvolal potřebu stanovit pravidla a upravit způsoby, jak bezpilotní letadla bezpečně integrovat do společného leteckého prostoru s pilotovanými letadly. Ve zmíněném sdělení Evropské komise je důležité, že pracuje s předpokladem nesegregovaného vzdušného prostoru. V poznámce pod čarou k pojmu nesegregovaný vzdušný prostor v uvedeném sdělení Evropské komise se vysvětluje, že „nesegregovaný vzdušný prostor vyžaduje, aby letadlo bylo schopno rozpoznat jiný letoun a přijmout kroky ke zmírnění rizik. Pokud to není možné, je třeba provoz omezit pouze na segregovaný vzdušný prostor“. Je tedy možné dedukovat, že v blízké budoucnosti, kdy budou drony ve velkém rozsahu používány pro přepravu osob a nákladů, taková část společného vzdušného prostoru, určená výhradně pro komeční provoz dronů ve velmi nízkých výškách, může vzniknout na základě pravomoci členských států EU vymezit zeměpisnou zónu pro provoz bezpilotních letadel.

Tato pravomoc je obsažena v regulačních dokumentech Evropské komise: Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a o provozovatelích bezpilotních systémů ze třetích zemí a Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. Tyto dokumenty jsou účinné od začátku roku 2021 s přechodným obdobím do konce roku

---

<sup>95</sup> Sdělení Komise ze dne 8. 4. 2014 *Nová éra letectví: Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*

2022. V dubnu 2021 je doplnily další tři dokumenty: Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space, Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/665 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/373, pokud jde o požadavky na poskytovatele služeb v oblasti uspořádání letového provozu/letových navigačních služeb a jiných funkcí sítě uspořádání letového provozu ve vzdušném prostoru U-space a Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/666 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění nařízení (EU) č. 923/2012, pokud jde o požadavky na leteckou dopravu s posádkou provozovanou ve vzdušném prostoru U-space, které se začne uplatňovat od ledna 2023.

S možností vytvořit samostatný letecký prostor pro komerční osobní nebo nákladní provoz bezpilotních letadel nepočítá v Důvodové zprávě vládní Návrh novely Zákona č. 49/1997 Sb. o civilním letectví ze dne 25. 1. 2021, jejímž cílem je adaptovat právní řád České republiky na přímo použitelné předpisy Evropské unie týkající se zejména bezpilotních systémů. Vládní návrh novely zákona o civilním letectví přesněji vymezuje podmínky pro využívání leteckého prostoru pro lety dronů. Prostory budou vymezeny zónami ve vzdušném prostoru, ve kterých příslušný letecký úřad může za určitých podmínek lety regulovat souběžný provoz více dronů v určité lokalitě a přitom v určité lokalitě i omezit provoz pilotovaných letadel, což neodporuje hlavní myšlence projektu U-space. Předem se nedá vyloučit, že by v průběhu parlamentní rozpravy k vládnímu návrhu zákona nemohl být vznesen pozměňovací návrh, jehož smyslem by bylo vytvoření zóny vzdušného prostoru, která by byla určena pouze pro komerční provoz bezpilotních letadel.

Hlavní myšlenka projektové vize „Mřížka“ není v rozporu ani s dosavadními praktickými přístupy ke společnému využití leteckého prostoru, kdy je možné se setkat s celou řadou omezených prostorů, které jsou určeny k určitému účelu – např. vojenskému využití. I z těchto dosavadních přístupů je myšlenka vymežit pro komerční lety dronů pro budoucí hromadnou osobní nebo nákladní přepravu přijatelná, i když se v současnosti nedá odhadnout, jak velký rozsah bude komerční nasazení dronů mít.

Právě projekt U-space (prostor s kontrolovaným provozem bezpilotních systémů) reaguje na stále častější průmyslové využívání dronů. Cílovou vizí tohoto projektu je vytvořit společné nebe pro pilotované a bezpilotní lety v nízkém prostoru mezi a nad městskou zástavbou (a v jiných typech lokalit), u kterých se počítá s intenzivním využíváním doručovacích

a jiných komerčních dronů ve výškách přibližně do 300 metrů v nezastavěných prostorech a v zastavěných prostorech městských aglomerací do 120 metrů.

Podobná myšlenka o vytvoření segregovaného vzdušného prostoru pro provoz dronů se objevila už v roce 2015 v projektu společnosti Amazon o dvourychlostním vzdušném prostoru (viz kapitola 3.2). Poslední publikované informace o projektu a zahájení jeho testovací fáze pocházejí z roku 2019; novější informace o výsledku testování projektu se nepodařilo najít.

V kontextu výše zmíněných regulačních opatření Evropské komise se nabízí otázka, do jaké míry na ně reaguje nejen téma bakalářské práce, ale především její obsah a zpracovaná vlastní projektová vize „Mřížka“, která se zabývá organizací letového provozu dronů v prostoru U-space a v širším kontextu sleduje hlavně řešení problému bezpečné integrace bezpilotních letadel do společného vzdušného prostoru s pilotovanými letadly. Mimo jiné tak projektová vize reaguje na rostoucí počet bezpečnostních incidentů a leteckých nehod bezpilotních letadel ve společném leteckém prostoru. V České republice se jejich vyšetřováním zabývá Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod. Např. v jeho poslední dostupné výroční zprávě za rok 2019 se uvádí, že bezpilotní letadla způsobila celkem 8 bezpečnostních incidentů (z toho jeden vážný) a že bylo vyšetřováno 10 leteckých nehod bezpilotních letadel; přitom v roce 2015 to byla jedna letecká nehoda a žádný bezpečnostní incident.<sup>96</sup>

Bakalářská práce se nezabývá problematikou společného využití leteckého prostoru pilotovanými a bezpilotními letadly mimo vzdušný prostor U-space. Vychází se z předpokladu, že pokud bezpilotní letadla určená pro osobní nebo nákladní přepravu vstoupí do vzdušného prostoru společně s pilotovanými letadly, postačují platná všeobecná pravidla létání, upravená příslušným leteckým předpisem. Pokud pilotovaná letadla vstoupí do vzdušného prostoru U space, pak budou platit regulační pravidla podle Provděcího nařízení Komise (EU) 2021/666 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění nařízení (EU) č. 923/2012, pokud jde o požadavky na leteckou dopravu s posádkou provozovanou ve vzdušném prostoru U-space.

Na tyto skutečnosti reaguje vize projektu „Mřížka“, popsána v předchozí kapitole textu. Vize projektu „Mřížka“ reaguje také na jeden z referenčních zdrojů, kterým je Sdělení Komise

---

<sup>96</sup> Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod. Výroční zpráva 2019. [online]. Dostupné z: <https://uzpln.cz/vyrocní-zpravy>

(EU) *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*, ve kterém se konstatuje, že některé klíčové technologie, potřebné pro bezpečnou integraci bezpilotních letadel do společného leteckého prostoru je potřebné teprve vyvinout a na to by se měla soustředit pozornost výzkumných a vývojových programů.<sup>97</sup>

Pro diskuzi projektové vize „Mřížka“ je velmi obtížné najít srovnatelná technická řešení nebo podobné projektové vize.

Limitujícím faktorem vize „Mřížka“ je skutečnost, že konkrétní technologická řešení např. pro navigační software nebo antikolizní systémy pro drony, které budou létat v autonomním nebo automatizovaném režimu, jsou teprve ve stadiu výzkumu a vývoje pod ochranou obchodního tajemství anebo se nacházejí v řízení o patentové ochraně. Proto to je pochopitelné, že podrobnější informace o nich dosud nebyly publikovány.

Dalším limitujícím faktorem projektové vize „Mřížka“ je existence přechodného období pro implementaci regulačních pravidel EU do národního rámce do roku 2023. Projektová vize by mohla být určitě přesnější, kdyby byla schválena novela Zákona o civilním letectví a kdyby byly k dispozici výsledky několikaletého českého výzkumného projektu (2020 – 2023) „Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku“, který financuje Technologická agentura ČR v dotačním programu na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti dopravy - DOPRAVA 2020+. Jeho hlavním cílem je podpořit komplexní implementaci U-Space v ČR navržením způsobu zavedení nových služeb a specifických postupů souvisejících se začleňováním UAS do společného vzdušného prostoru. V dílčích cílech projekt sleduje: a) navrhnout strukturu řízení a koordinaci provozu UAS v ČR včetně definic všech vstupů, rolí zainteresovaných stran a stanovení datových toků pro výměnu dynamických informací o vzdušném prostoru. b) navrhnout způsob integrace UAS do vzdušného prostoru VLL s koncepčním řešením vzdušného prostoru třídy G a řešením pro CTR a ATZ. c) vytvořit pravidla pro třídy vzdušného prostoru pro provoz bezpilotních systémů na základě hodnocení provozní

---

<sup>97</sup> EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>



bezpečnosti a environmentálních aspektů. d) navrhnout způsob výnosu informací o UAS provozu v řízeném prostoru pro stanoviště služby řízení.

Inspirací pro vypracování vize projektu „Mřížka“ byly odborné zdroje, které byly diskutovány v kapitole 3.2. a vlastní představa, jak by mohl být provoz komerčních dronů uspořádán v blízké budoucnosti.

Projektová vize „Mřížka“ neřeší celou řadu otázek, které se při jejím zpracování a studiu zdrojů začaly objevovat a na něž se zatím nedá najít uspokojivá odpověď: např. u leteckých taxi z dostupných informací v masmédiích a odborných časopisech je zřejmé, že v současné době probíhá testování dronů – leteckých taxi v městských glomeracích s nosností zatím dvou pasažérů a omezeným doletem v případě elektického pohonu rotorů. Nabízejí se ale i další otázky, které dosud nemají odpověď: jak bude vypadat infrastruktura pro provoz bezpilotních leteckých taxi v městských aglomeracích, tzn. stanoviště leteckých taxi v městech, dobíjecí infrastruktura, zajištění stanovišť z hlediska bezpečnosti pasažérů při příletu a odletu a nástupu a výstupu pasažérů, vymezení letových tras pro letecká taxi v městských aglomeracích ve spolupráci s městskými samosprávami, vyřešení otázek „parkování“ leteckých taxi a systému jejich pravidelné údržby. Do úvahy je potřebné vzít i tzv. lidský faktor – jinak řečeno, marketingovými průzkumy zjistit, nakolik budou lidé v budoucnosti ochotni využít služby leteckého taxi bez pilota na palubě. Podobné otázky se nabízí i ve vztahu k dronům jako prostředkům nákladní dopravy a doručování zásilek v městských aglomeracích. Z dostupných veřejně publikovaných informací se dá očekávat, že ukončení testovacích provozů dronů pro osobní a nákladní dopravu by mělo být ukončeno v nejbližších pěti letech a poté by mělo následovat komerční nasazení dronů.

Nedá se ani vyloučit, že při současných krátkých inovačních technologických cyklech, se může objevit zcela nové technologické řešení, na které budou muset pravidla společného využití leteckého prostoru pilotovanými a nepilotovanými letadly se zpožděním reagovat. Příkladem mohou být snahy leteckých dopravních společností o tzv. bezpilotní letectví v osobní i nákladní letecké dopravě v odhadovaném horizontu deseti až patnácti let. Není proto od logiky věci, že se tradiční pojetí společného využití leteckého prostoru pilotovanými a nepilotovanými letadly pravděpodobně změní ve prospěch jeho segmentace podle účelu a toho, která letadla v určitém segmentu provozně převládají.

Vize projektu „Mřížka“ je jedním z možných příspěvků k hledání odpovědi na otázku, jak bezpečně integrovat a organizovat společný provoz dronů a pilotovaných letadel ve vzdušném prostoru U-space. Nedá se ani vyloučit, že jiná technická řešení pro organizaci hromadného provozu dronů v prostoru U-space v nejbližších letech ukáží, že vize projektu „Mřížka“ nemusí být technicky realizovatelná anebo že jiná technická řešení budou projektovou vizi dále rozvíjet.

## Závěr

Bakalářská práce se ve třech kapitolách textu zabývala problematikou společného využití leteckého prostoru letadly bez pilota a pilotovanými letadly. Jejím cílem bylo rozebrat a posoudit možnosti společného využití leteckého prostoru pilotovaných a nepilotovaných letadel.

Pro zpracování bakalářské práce byla důležitým momentem nová evropská legislativa pro drony v nařízení Evropské komise a projekt evropského společného nebe U-space. Zmíněné dokumenty přinášejí nová pravidla, ale neobsahují a ani nemohou obsahovat technická řešení realizace projektu U-space, jehož finální fáze má být ukončena k roku 2030. Postupnost etap implementace U-space pak bude přinášet technická řešení, která v době zpracování bakalářské práce ještě neexistovala. Vzhledem k tomu, že nová pravidla pro bezpilotní systémy teprve začala platit od začátku roku 2021, zůstává otázkou a nedá se odhadnout, jaké praktické problémy implementace obou nařízeních se vyskytnou a jestli se podaří splnit termín plného nasazení automatizovaného systému řízení letu dronů U-Space.

Praktická část bakalářské práce představuje projektovou vizi; resp. hlavní myšlenku projektu „Mřížka“ jako možné řešení problematiky společného využití a bezpečného začlenění bezpilotních systémů do společného leteckého prostoru. Projektová idea je směřována do vzdálenější budoucnosti a předpokládá, že k časovému horizontu roku 2030 budou existovat systémy pro plně automatizovaný a autonomní provoz dronů.

Projektová vize „Mřížka“ může být jedním z příspěvků do odborné diskuze o společném využití leteckého prostoru letadly s pilotem na palubě a letadly bez pilota na palubě. Může a nemusí najít další praktické rozpracování; budoucí praxe komerčního využití bezpilotních letadel může přinést jiná a vhodnější řešení.

## Seznam bibliografických citací

- 1) FindingDulcinea. On This Day: Austria Drops Balloon Bombs on Venice. In: *Findingdulcinea.com* [online].
- 2) 22.8.2011 . Dostupné z: <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August08/On-this-Day--Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html>
- 3) HOLMAN, Brett. The first air bomb: Venice, 15 July 1849. In: *Airminded.org* [online]. 22.8.2009.. Dostupné z: <https://airminded.org/2009/08/22/the-first-air-bomb-venice-15-july-1849/>
- 4) TESLA UNIVERSE. Tesla radio-controlled boat first demonstrated in 1898. In: *Teslauniverse.com* [online]. Dostupné z: <https://teslauniverse.com/nikola-tesla/images/tesla-radio-controlled-boat-first-demonstrated-1898> ;TURI, Jon. Tesla's toy boat: A drone before its time. In: *Engadget.com* [online]. 19.1.2014. Dostupné z: <https://www.engadget.com/2014/01/19/nikola-teslas-remote-control-boat>
- 5) *Historie dronů aneb bezpilotní letouny v dějinách*. 17.7.2018. [online]. [cit. 2020-12-27]. Dostupné z: <https://sciencemag.cz/historie-dronu-aneb-bezpilotni-letouny-v-dejinach/>

---

- 6) <http://www.etymonline.com/index.php?term=drone>
- 7) *Their flying machines. Their flying machines*. [online]. Dostupné z: <http://flyingmachines.ru/Site2/Crafts/Craft29033.htm>
- 8) <http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>
- 9) Radioplane OQ-2 (National Model Aviation Museum). [online]. Dostupné z: <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/196292/radioplane-oq-2a/>
- 10) Podrobněji viz KOTEL'NIKOV, V., R., *Těžký bombardér Tupolev TB-3*. Nevojice: Jakab Publishing, 2020. ISBN 978-80-76480-16-2.
- 11) Science Debate: *История развития беспилотных летательных аппаратов*. [online]. 2008. Dostupné z: <https://www.sciencedebate2008.com/development-of-unmanned-aerial-vehicles>
- 12) Ryan Firebee. Forums X Plane [online]. Dostupné z: <https://fo-rums.x-plane.org/index.php?/files/file/19086-ryan-firebee/>
- 13) <http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>
- 14) DOBBING, Mary a Chris COLE. Israel and the Drone Wars: Examining Israel's production, use and proliferation of UAVs. In: *Drone Wars UK* [online]. 01/2014. Dostupné z: <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2014/01/israel-and-the-drone-wars.pdf>
- 15) Military-today [online]. 2006 . Dostupné z: [http://www.military-today.com/aircraft/mq1\\_predator.htm](http://www.military-today.com/aircraft/mq1_predator.htm)
- 16) Федутин, Д. *Какие беспилотники есть на вооружении у российской армии*. 10.04.2020. [online]. Dostupné z: <https://profile.ru/military/kakie-bespilotniki-est-na-vooruzhenii-u-rossijskoj-armii-275319/>
- 17) Федутин, Д. *Какие беспилотники есть на вооружении у российской армии*. 10.04.2020. [online]. Dostupné z: <https://profile.ru/military/kakie-bespilotniki-est-na-vooruzhenii-u-rossijskoj-armii-275319/>

- 18) Doplněk X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online]  
Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- 19) Doplněk X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online]  
Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- 20) Doplněk X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online]  
Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- 21) Doplněk X – Bezpilotní systémy leteckého předpisu L 2 Pravidla létání. [online]  
Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- 22) KARAS, Jakub a TICHÝ, Tomáš. *Drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4. s. 10.
- 23) KARAS, Jakub. *222 tipů a triků pro drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 978-80-251-4874-7, s. 15
- 24) KARAS, Jakub, TICHÝ, Tomáš. *Drony*. Computer Press. 2016. ISBN: 978-80-251-4680-4. s. 23 – 28.
- 25) KARAS, Jakub, TICHÝ, Tomáš. *Drony*. Computer Press. 2016. ISBN: 978-80-251-4680-4. s. 24..
- 26) Unmanned aerial vehicle. Wikipedia [online]. . Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle).
- 27) SEDLÁČEK, Karel. *Budoucnost začíná dnes, Dron jako nový fenomén*. Digitovárna. [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.digitovarna.cz/clanek-84/budoucnost-zacina-dnes-dron-jako-novyfenomen.html>; NOVÁK, Jan. Trup dronu: uspořádání a materiály. *DroneWeb*. [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/konstrukce/item/91-trup-konstrukce-material>
- 28) KARAS, Jakub a TICHÝ, Tomáš. *Drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4. s. 33 – 35
- 29) KARAS, Jakub a TICHÝ, Tomáš. *Drony*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4. s. 36-38.
- 30) Podrobněji viz např. *Drony pro hasiče - zatím spíše výzva než realita*. Ozbrojené složky [online]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/drony-pro-hasice-zatim-spise-vyzva-nez-realita>. //Firefighting Drone Challenge. Firefighting Drone Challenge [online]. . Dostupné z: <https://sites.google.com/a/ncsu.edu/firefighting-drone-challenge/>
- 31) Podrobněji viz: *Pátrací akce v terénu. Metodika* [online]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/KJPO/KJPO090306%20-%20Patrani.pdf>. *Policie povolna prověřuje možnosti dronu v pátrání po pohřešovaných osobách*. Ozbrojené složky [online]. Dostupné z: <http://www.ozbrojeneslozky.cz/clanek/policie-pozvolna-proveruje-moznosti-dronu-v-patrani-po-pohresovanych-osobach>
- 32) *Drony jako létající záchranáři*. Hybrid [online].. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/drony-zachranuji-lidi-se-srdecni-zastavou>
- 33) Poznámka: Úplné a aktuálně platné informace o rozdělení (klasifikaci) vzdušného prostoru každého státu obsahuje letová informační příručka (AIP) konkrétního státu v kapitole ENR 1.4.
- 34) V dokumentech EU z roku 2013 a 2014 se pro bezpilotní letadla používá pojem dálkově řízené letadlové systémy (*remotely piloted aircraft systems – RPAS*)

- 35) EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>*
- 36) EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>*
- 37) EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>*
- 38) Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>
- 39) Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>
- 40) Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>
- 41) DAA - Detect And Avoid - Zjistit a vyhnout se
- 42) Sesar Joint Undertaking: U-space Blueprint [online]. Dostupné z: <https://clck.ru/SERGC>
- 43) Starfoss Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku [online]. Dostupné z: <https://starfos.tacr.cz/cs/project/CK01000185>
- 44) Sesar Joint Undertaking: SESAR Concept of Operations for U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3411>
- 45) Sesar Joint Undertaking: SESAR Concept of Operations for U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3411>
- 46) Sesar Joint Undertaking: SESAR Concept of Operations for U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3411>
- 47) FAA. Chapter 15 PHAK. 2016. [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/phak/media/17\\_phak\\_ch15.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/17_phak_ch15.pdf)
- 48) FAA: UAS Data Exchange (LAANC) [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/data\\_exchange/](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/data_exchange/)
- 49) TFR - Temporary Flight Restriction - Dočasná omezení letu
- 50) NOTAM - Notice To AirMen - Oznámení letcům
- 51) FAA: UAS Data Exchange (LAANC) [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/uas/programs\\_partnerships/data\\_exchange/](https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/data_exchange/)
- 52) FAA: UTM Pilot Program (UPP) [online]. Dostupné z: [https://www.faa.gov/uas/research\\_development/traffic\\_management/utm\\_pilot\\_program/](https://www.faa.gov/uas/research_development/traffic_management/utm_pilot_program/)
- 53) API - Application Programming Interface - Rozhraní pro programování aplikací
- 54) LIEBRICH, J. *Piloti dronů budou muset hlásit svou polohu. USA chystají velké změny pravidel. 31.12.2020. [online]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/zahranicni/piloti-dronu-budou-muset-hlasit-svou-polohu-usa-chystaji-velke-zmeny-pravidel-1376614>*
- 55) KAVI, S. *Zpřísňují se pravidla pro létání s drony, v ČR bude nutná registrace, v USA také údaje o poloze. 31.12.2020. [online]. Dostupné z:*

- <https://otechnice.cz/zprisnuji-se-pravidla-pro-letani-s-drony-v-cr-bude-nutna-registrace-v-usa-take-udaje-o-poloze/>
- 56) EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>
- 57) EU. SDĚLENÍ KOMISE. *Nová éra letectví - Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů*. 2014. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0207>
- 58) Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>
- 59) Čl. 9 Prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>
- 60) Čl. 9, odst. 3 Prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>
- 61) Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>
- 62) Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>
- 63) Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>
- 64) Alza: Pravidla pro létání s drony 2020 (LEGISLATIVA) [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/pravidla-pro-drony-legislativa>
- 65) Úřad ro civilní letectví. Veřejná vyhláška – Opatření obecné povahy. Č.j. 15149 -20 -701 ze dne 30.12.2012
- 66) *V Evropě létá pět milionů dronů, houstnoucí provoz vyřeší nová legislativa*. 5.8.2020 [online]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/v-evrope-leta-pet-milionu-dronu-houstnouci-provoz-vyresi-nova-legislativa\\_50948.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/v-evrope-leta-pet-milionu-dronu-houstnouci-provoz-vyresi-nova-legislativa_50948.html)
- 67) *Drony: reforma bezpečnosti letectví v EU*. [online]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/drones/>
- 68) CORNING, Jonathan, Li DING, Nick MILLER, H. BARLETT, Roger SCHAUFLE, Thomas MAROTTA, Michael LUKACS a Dipasis BHADRA. *FAA Aerospace Forecast: Fiscal Years 2018-2038*. United States: FAA, 2018. Dostupné také z: [https://www.faa.gov/data\\_research/aviation/aerospace\\_forecasts/media/FY201838\\_FAA\\_Aerospace\\_Forecast.pdf](https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/FY201838_FAA_Aerospace_Forecast.pdf)
- 69) EY: Развитие рынка беспилотных летательных аппаратов [online]. Dostupné z: [https://www.ey.com/ru\\_ru/news/2020/05/ey-uav-survey-18052020](https://www.ey.com/ru_ru/news/2020/05/ey-uav-survey-18052020) a také na: Garcia-Bernardo, Sheridan Dodds, F. Johnson). Quantitative patterns in drone wars. 6.2.2016.. [online]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20160206104147/http://www.uvm.edu/~pdodds/research/papers/files/2016/garcia-bernardo2016a.pdf>
- 70) *Рынок дронов 2019–2024: 5 вещей, которые нужно знать* .17.04.2019 [online]. Dostupné z:

- Источник:[https://russiandrone.ru/news/rynok\\_dronov\\_2019\\_2024\\_5\\_veshchey\\_kotorye\\_nuzhno\\_znat/](https://russiandrone.ru/news/rynok_dronov_2019_2024_5_veshchey_kotorye_nuzhno_znat/) a také na <https://www.droneii.com/project/drone-market-report>
- 71) Рынок дронов 2019–2024: 5 вещей, которые нужно знать .17.04.2019 [online]. Dostupné z:Источник:[https://russiandrone.ru/news/rynok\\_dronov\\_2019\\_2024\\_5\\_veshchey\\_kotorye\\_nuzhno\\_znat/](https://russiandrone.ru/news/rynok_dronov_2019_2024_5_veshchey_kotorye_nuzhno_znat/) a také na <https://www.droneii.com/project/drone-market-report>
- 72) Prováděcí nařízení komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel
- 73) Podrobněji viz Nařízení komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a o provozovatelích bezpilotních systémů ze třetích zemí
- 74) SKYbrary [online]. 2011 See and Avoid. Dostupné z:[http://www.skybrary.aero/index.php/See\\_and\\_Avoid](http://www.skybrary.aero/index.php/See_and_Avoid).
- 75) Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947 ze dne 24. května 2019 o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=CS>
- 76) POHL, O. *NASA dokončuje systém řízení letové kontroly pro drony*. 22.02.2019. [online]. Dostupné z:<https://fzone.cz/clanky/nasa-dokoncuje-system-rizeni-letove-kontroly-pro-drony-528>
- 77) *Amazon chce rozdělit vzdušný prostor. Drony s balíky budou létat ve dvou rychlostních "pruzích"*. 2015. [online]. Dostupné z: <https://byznys.ihned.cz/c1-64391640-amazon-chce-rozdelit-vzduzny-prostor-drony-s-baliky-budou-letat-ve-dvou-rychlostnich-pruzich>
- 78) Úřad pro civilní letectví. *Jaký je rozdíl mezi automatizovaným a autonomním dronem*. [online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/ufaqs/jaky-je-rozdil-mezi-autonomnim-a-automatickym-dronem/>
- 79) Smyczyński, P, Starzec, L., Granosik, G. *Autonomous drone control system for object tracking*. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8046919>; Bruce T. Clough *Metrics, Schmetrics! How The Heck Do You Determine A UAV's Autonomy Anyway*. Dostupné z: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA515926>; Sung-Chan Choi, Nak-Myung Sung, Jong-Hong Park, Il-Yeop Ahn and Jaeho Kim. *Enabling Drone as a Service: oneM2M-based UAV/Drone Management System*. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7993739>
- 80) BERNTZEN, L., MOLDER, C., FLOREA, A., BOUHMALA, N.A. *Strategy for Drone Traffic Planning. Dynamic Flight-paths for Drones in Smart Cities*. 2019. [online] Dostupné z: <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/2648806>.
- 81) JEONGHOON KWAK and YUNSICK SUNG. *Autonomous UAV Flight Control for GPS-Based Navigation*. 2018. [online]. Dostupné z:<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8409395>.
- 82) Ho, Florence, Goncalves, Artur, Salta, Ana, Cavazza, Marc , Geraldés, Ruben and Prendinger, Helmut (2019) *Multi-agent path finding for UAV traffic management: Robotics track*. In: Proceedings of the 18th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS 2019). Association for Computing Machinery (ACM), pp. 131-139. ISBN 978-1-4503-6309.
- 83) Mason Itkin, Mihiu Kim, Yonghee Park. 2016. *Development of Cloud-Based UAV Monitoring and Management System*. [online]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1424-8220/16/11/1913>.



- 84) Saeid Iranmanesh; Raad Raad; Muhammad Salman Raheel; Faisal Tubbal; Tony Jan. Novel DTN Mobility-Driven Routing in Autonomous Drone Logistics. [online]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8932497>.
- 85) Florence Ho; Rúben Geraldés; Artur Gonçalves; Bastien Rigault; Atsushi Oosedo; Marc Cavazza; Helmut Prendinger. 2019. Pre-Flight Conflict Detection and Resolution for UAV Integration in Shared Airspace Sendai 2030 Model Case. [online] Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8908777>
- 86) I. K. Nikolos, A. N. Brintaki. 2005. Coordinated UAV Path Planning Using Differential Evolution). [online]. Dostupné z: [https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1467074?casa\\_token=oLOTnZdkFjwAAAAA:qoLx6iXUEFYnKYToB5dojwHp1J26wqI6T6x5juW\\_id5lCnzjNbP4LU-dp0A2e6kQE9z77gaI\\_g](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1467074?casa_token=oLOTnZdkFjwAAAAA:qoLx6iXUEFYnKYToB5dojwHp1J26wqI6T6x5juW_id5lCnzjNbP4LU-dp0A2e6kQE9z77gaI_g)
- 87) Sesar Joint Undertaking: U-space [online]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/U-space/>
- 88) PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space
- 89) PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space
- 90) PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space
- 91) PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space
- 92) Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/665 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/373, pokud jde o požadavky na poskytovatele služeb v oblasti uspořádání letového provozu/letových navigačních služeb a jiných funkcí sítě uspořádání letového provozu ve vzdušném prostoru U-space určeném v řízeném vzdušném prostoru
- 93) Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/665 ze dne 22. dubna 2021, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2017/373, pokud jde o požadavky na poskytovatele služeb v oblasti uspořádání letového provozu/letových navigačních služeb a jiných funkcí sítě uspořádání letového provozu ve vzdušném prostoru U-space určeném v řízeném vzdušném prostoru
- 94) PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space.
- 95) Airbus UTM: Airbus UTM Deploying Unmanned Traffic Management solutions [online]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/autonomous-and-connected/unmanned-traffic-management/airbus-utm.html>
- 96) Airbus UTM: Airbus UTM Deploying Unmanned Traffic Management solutions [online]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/autonomous-and-connected/unmanned-traffic-management/airbus-utm.html>
- 97) Sdělení Komise ze dne 8. 4. 2014 Nová éra letectví: Otevření leteckého trhu pro bezpečné a udržitelné civilní využití dálkově řízených letadlových systémů
- 98) Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod. Výroční zpráva 2019. [online]. Dostupné z: <https://uzpln.cz/vyrocnizpravy>

## Seznam obrázků

Obr. 1: Bezpilotní prostředek Kettering Bug.....	18
Obr. 2: Střela RAE Larynx .....	19
Obr. 3: Bězpilotní letoun Ryan Feribee.....	21
Obr. 4: Vojenský dron Predator.....	23
Obr. 5: Příklad konceptu U-Space fungujícího v městském prostředí .....	40
Obr. 6: Třídy vzdušného prostoru se zavedením nových typů zón jako: X, Y, Z.....	44
Obr. 7: Rozdělení vzdušného prostoru USA .....	46
Obr. 8: Schéma projektu LAANC .....	47
Obr. 9: Část městské koridorové mřížky- trubkové koridory.....	70
Obr. 10: Část městské koridorové mřížky – ploché letové trasy (koridory) .....	71
Obr. 11: Ilustrativní příklad hustoty mřížky první úrovně ve hlavní městě Praha .....	72

## Seznam tabulek

Tab. 1: Rozdělení bezpilotních letadel podle Mezinárodní asociace bezpilotních letadel ..	28
Tab. 2: X Třídy C0 – C4 a jejich vymezení.....	53
Tab. 3: Třída omezení A1: pravidla letu, požadavky na pilota a zařazené drony .....	54
Tab. 4: Třída omezení A2: pravidla letu, požadavky na pilota a zařazené drony .....	55
Tab. 5: Třída omezení A3: pravidla letu, požadavky na pilota a zařazené drony .....	55

