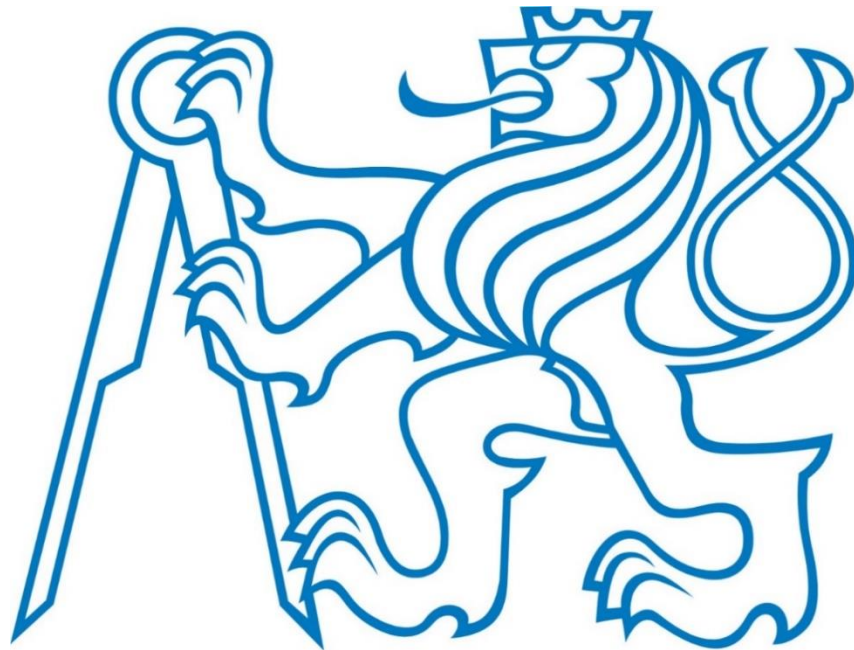


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta dopravní



Mikuláš Keller

**Osobní přeprava bezpilotními letadly a její  
integrace do vzdušného prostoru ČR**

Bakalářská práce

2019



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

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Mikuláš Keller**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Osobní přeprava bezpilotními letadly a její integrace do vzdušného prostoru ČR**

Název tématu (anglicky): Personal Transport by UAS and Its Intergation within the Czech Airspace

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Bepilotní letadla pro osobní přepravu a jejich analýza
- Legislativní požadavky pro přepravu osob na palubě
- Integrace bepilotních letadel do ATM
- Budoucí vývoj bepilotních letadel pro osobní přepravu



- 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: GLASER, April. How air traffic control could work when we have drones and flying cars.  
DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY., Řízení letového provozu ČR. Letecká Informační Služba.  
CZENTYE, János. Controlling Drones from 5G Networks.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Šárka Hulínská**

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: **2. prosince 2019**  
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.

Mikuláš Keller  
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....9. září 2019

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomohli při psaní této bakalářské práce. Zvláště děkuji mé vedoucí Ing. Šárce Hulínské a panu doc. Ing. Jakubu Krausovi Ph.D. za odborné vedení, rady, konzultace a za jejich trpělivost. Dále děkuji panu Ing. Stanislavu Absolonovi, panu Ing. Ladislavu Kellerovi a panu Mgr. Pavlu Provinskému za jejich cenné rady. Veliké poděkování patří také mým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

## 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 užití 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 1. prosince 2019



.....  
Podpis

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá analýzou technologie bezpilotních letadel určených pro přepravu osob a legislativních překážek a postupů, které bude potřeba překonat pro úspěšné spuštění této technologie. Dále pomocí dotazníku zjišťuje mínění vzorku potenciálních uživatelů této technologie. Analyzuje základní zájem a poptávku a srovnává technologii s jinými druhy přepravy.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

bezpilotní letadla pro přepravu osob, integrace UAS do vzdušného prostoru, UTM, ATM, městská vzdušná doprava, mínění potenciálních uživatelů technologie

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis analyses the technology of unmanned aircraft intended for passenger transport and legislative obstacles and procedures that will have to be solved for the successful launch of this technology. It also uses the questionnaire to determine the opinion of sample of potential users of this technology. It analyzes basic interest and demand and compares the technology with other modes of transport.

## **KEY WORDS**

driverless passenger aeral vehicle, integration of UAS to airspace, UTM, ATM, urban air mobility, opinion of potential users of technology

## Obsah

Seznam použitých zkratek .....	6
1. Úvod .....	8
2. Bezpilotní letadla pro osobní přepravu a jejich analýza .....	10
2.1 Terminologie a definice pojmů.....	10
2.2 Rozdělení bezpilotních letadel.....	11
2.2.1 Dělení bezpilotních letadel dle velikosti.....	11
2.2.2 Dělení dle hmotnosti, rychlosti a výšky.....	13
2.2.3 Dolet, maximální doba provozu.....	13
2.2.4 Dělení podle typu konstrukce a pohonné jednotky .....	14
2.2.5 Využití bezpilotních letadel.....	14
2.2.6 Rozdělení bezpilotních letadel určených pro přepravu osob .....	15
2.2.7 Míra automatizace .....	15
2.2.8 Hlavní parametry UAS pro přepravu osob.....	17
2.3 Vybrané modely bezpilotních letadel určených pro přepravu cestujících .....	18
2.3.1 EHANG 184.....	18
2.3.2 Kittyhawk Cora.....	19
2.3.3 Volocopter 2X .....	20
2.3.4 Uber Elevate .....	21
2.3.5 CityAirbus .....	22
2.3.6 Lilium Jet .....	23
2.3.7 Zuri .....	24
2.3.8 Shrnutí vývoje existujících výrobců a jejich modelů .....	24
3. Legislativní požadavky pro přepravu osob na palubě.....	25
3.1 Technické požadavky na letadla určená k přepravě osob.....	25
3.1.1 Rozdělení UAS podle EASA .....	25
3.1.2 Technické požadavky podle ICAO .....	26
3.2 Možnosti provozu UAS určených k přepravě osob za stávajících pravidel.....	27
3.3 Provoz v rámci harmonizovaného regulačního rámce .....	28

4. Integrace bezpilotních letadel do ATM .....	30
4.1 UTM .....	30
4.1.1 Rozdílné UTM platformy .....	30
4.1.2 NASA UTM .....	32
4.1.3 Koncept U-SPACE .....	33
4.2 Co UTM v budoucnu umožní? .....	35
5. Vlastní šetření .....	37
5.1 Stanovení cíle dotazníku .....	37
5.2 Tvorba dotazníku .....	37
5.2.1 Sekce 1 .....	37
5.2.2 Sekce 2 .....	38
5.2.3 Sekce 3 .....	38
5.2.4 Sekce 4 .....	39
5.2.5 Sekce 5 .....	41
5.3 Pilotáž .....	42
5.4 Dotazování a složení respondentů .....	42
5.5 Statistické vyhodnocení dotazníku .....	45
5.6 Slovní vyhodnocení dotazníku .....	47
5.7 Diskuze .....	49
5.8 Vytvoření SWOT analýzy .....	51
6. Závěr .....	56
Seznam citovaných zdrojů .....	58
Seznam obrázků .....	64
Seznam tabulek .....	65
Seznam Příloh .....	65
Příloha 1: Dotazník .....	66
Příloha 2: Kontingenční tabulky četností .....	81



## Seznam použitých zkratk

Zkratka	Anglický ekvivalent	Český ekvivalent
<b>AA</b>	Autonomous aircraft	Autonomní letadlo
<b>AAV</b>	Autonomous aerial vehicle	Autonomní letadlo
<b>AGL</b>	Above ground level	Nad úrovní země
<b>AMC</b>	Acceptable Means of Compliance	Přijatelné způsoby prokazování
<b>AMC Portal</b>	Airspace Management Cell Portal	Portál pro správu vzdušného prostoru
<b>AMSL</b>	Above mean sea level	Nad střední hladinou moře
<b>ANS</b>	Air navigation service	Letové navigační služby
<b>ATC</b>	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
<b>ATM</b>	Air traffic management	Uspořádání letového provozu
<b>BRLOS</b>	Beyond Radio Line of Sight	Provoz mimo rádiový dohled
<b>BVLOS</b>	Beyond Visual Line of Sight	Provoz mimo vizuální dohled
<b>CCAA</b>	Croatian Civil Aviation Agency	Chorvatská agentura pro civilní letectví
<b>CNS</b>	Communication navigation and surveillance	Komunikace, navigace a přehled
<b>CO<sub>2</sub></b>	Carbon dioxide	Oxid uhličitý
<b>CONOPS</b>	Concept of operations	Koncepce provozu
<b>ČR</b>	Czech Republic	Česká republika
<b>DAA</b>	Detect and Avoid	Detekovat a vyhnout se
<b>DPAV</b>	Driverless passenger aerial vehicle	Bezpilotní letadlo pro přepravu osob
<b>EASA</b>	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
<b>EC</b>	EUROCONTROL, European Organisation for the Safety of Air Navigation	Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu
<b>EU</b>	European Union	Evropská unie
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
<b>GM</b>	Guidance Material	Poradenský materiál
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System	Globální navigační satelitní systém
<b>GPS</b>	Global Positioning System	Globální polohový systém



<b>HFR</b>	High-level Flight Rules	Pravidla pro let ve vysokých hladinách
<b>ICAO</b>	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
<b>IFR</b>	Instrument Flight Rules	Pravidla pro let podle přístrojů
<b>kg</b>	Kilogram	Kilogram
<b>km</b>	Kilometer	Kilometr
<b>LFR</b>	Low-level Flight Rules	Pravidla pro let v nízkých hladinách
<b>m</b>	Meter	Metr
<b>MSL</b>	Mean sea level	Střední hladina moře
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
<b>RLOS</b>	Radio line-of-sight	Provoz v rádiovém dohledu
<b>RPA</b>	Remotely piloted aircraft	Dálkově řízené letadlo
<b>RPAS</b>	Remotely piloted aircraft system	System dálkově řízeného letadla
<b>RPV</b>	Remotely piloted vehicle	Dálkově řízené letadlo
<b>SAE</b>	Society of Automotive Engineers	Profesní sdružení odborníků z leteckého, automobilového a dopravního průmyslu
<b>SARP</b>	Standards and Recommended Practices (ICAO)	Standardy a doporučené postupy ICAO
<b>SESAR</b>	Single European Sky ATM Research	Jednotné evropské nebe
<b>UA</b>	Unmanned aircraft	Bezpilotní letadlo
<b>UAS</b>	Unmanned aircraft system	Bezpilotní systém
<b>UAV</b>	Unmanned aerial vehicle	Bezpilotní letadlo (USA)
<b>UTM</b>	Unmanned traffic management	Řízení provozu bezpilotních letadel
<b>VFR</b>	Visual Flight Rules	Pravidla pro let za viditelnosti
<b>VHF</b>	Very high frequency	Velmi vysoká frekvence
<b>VLFR</b>	Very Low-level Flight Rules	Pravidla pro let ve velmi nízkých hladinách
<b>VLOS</b>	Visual Line of Sight	Provoz ve vizuálním dohledu
<b>VTOL</b>	Vertical Take-Off and Landing	Svislý vzlet a přistání

## 1. Úvod

Hlavní motivací pro zpracování této práce byla snaha hlouběji objevit technologii, o které se zatím mluví hlavně v budoucím čase, a ne úplně v souvislosti s Českou republikou (ČR). Tato technologie již ovšem nemusí být viděna pouze ve sci-fi snímcích. Záměrem práce je tedy opřít se o fakta a existující prototypy letadel a systémů a ukázat, že tyto technologie nebudeme v budoucnu pozorovat pouze v novém díle StarWars, ale že nám umožní cestovat s nimi do práce nebo do školy.

O technologii bezpilotních letadel určených pro přepravu osob je v posledních letech slyšet stále více. Dostáváme se do období, kdy tato technologie přestává představovat pouze velmi vzdálený sen vizionářů v oblasti bezpilotních letadel, ale kdy začíná mít své vlastní místo v plánování poměrně blízké budoucnosti městské vzdušné dopravy. Parametry, na které sami výrobci lákají, jako jsou vysoké cestovní rychlosti, ekologická šetrnost, pohodlí, vysoká bezpečnost a další, by měly umožnit novou, velmi kvalitní alternativu druhu přepravy pro cestující. Přestože bude ještě nějakou dobu trvat, než bude technologie plně v provozu na území ČR, je možné začít promýšlet a připravovat určité podklady, které jsou nutné pro její bezpečnou integraci do každodenních životů.

Jedním z těchto podkladů má být právě tato práce. Ta má za cíl analyzovat technologii jako takovou, rozebrat její silné a slabé stránky a popsat určité problémy, které zatím omezují její provoz. Konkrétně rozebere pokrok jednotlivých výrobců a srovná je se stávajícími legislativními požadavky v oblasti ATM (Air traffic management; uspořádání letového provozu) pro bezpilotní letadla-neboli UTM (Unmanned traffic management; Řízení provozu bezpilotních letadel). Právě různé koncepty UTM a jejich vlastnosti jsou v práci rozebrány ve snaze najít možná řešení pro zajištění bezpečné integrace.

Dalším důležitým cílem této práce je odhalení mínění potenciálních uživatelů této technologie. Pomocí dotazníku a jeho následné statistické analýzy se snaží zjistit, za jakých podmínek by lidé chtěli využívat technologii DPAV (Driverless passenger aerial vehicle; Bepilotní letadlo pro přepravu osob), co by je k tomu vedlo a na jakých úsecích je pro ně tento druh přepravy nejatraktivnější. Pomocí těchto výsledků je možné odhadnout zájem a poptávku určitého vzorku obyvatel ČR o tuto technologii.

Práce se také pokouší o srovnání s jinými druhy přepravy. Nejen co se týče vnímání účastníků dopravy v podobě respondentů dotazníku, ale také co se týče technických parametrů bezpilotních letadel pro přepravu osob či výpočty vyprodukovaných emisí  $CO_2$  (Carbon dioxide; Oxid uhličitý) během provozu pro jednotlivé dopravní prostředky.

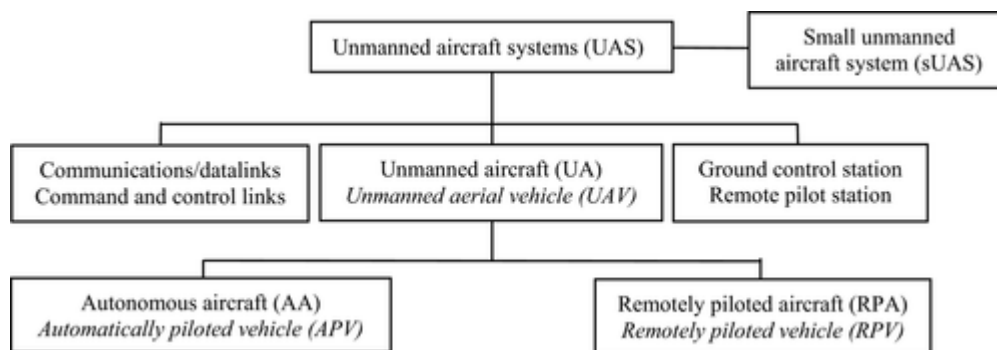
Hlavním cílem celé práce je tedy stanovit možnosti technologií DPAV a pohled veřejnosti na tento nový způsob dopravy.

Technologický a vědecký pokrok je nezastavitelný a rozvoj technologií v oblasti dopravy roste každým dnem. Inovace, které mohou ovlivnit pohodlnost našich životů, a také globální změny způsobené dopravou, jsou důležitou součástí pokroku a vývoje lidstva. Proto je zapotřebí věnovat dostatečnou pozornost všem potenciálním technologiím, které mohou zásadně změnit přepravu osob.

## 2. Bezpilotní letadla pro osobní přepravu a jejich analýza

V této kapitole jsou definovány hlavní pojmy spojené s provozem bezpilotních letadel, je uvedeno hlavní dělení UAS (Unmanned aircraft system; Bezpilotní systém) obecně a konkrétně UAS pro přepravu osob. Následně jsou popsány určité vznikající modely bezpilotních letadel pro přepravu osob.

### 2.1 Terminologie a definice pojmů



Obrázek 1: Terminologie bezpilotních letadel; [1]

Problematika zabývající se bezpilotními letadly používá mnoho různých názvů, vyjádření a zkratk. Grafické znázornění (obrázek 1) objasňuje některé z hlavních a nejčastěji používaných pojmů. UA (Bezpilotní letadlo), UAS, UAV (Bezpilotní letadlo), RPV (Dálkově řízené letadlo), AA (Autonomní letadlo).

Následující definice pojmů vyplývají z evropských nařízení z roku 2018 a 2019 [58], [59].

#### **Bezpilotní letadlo (UA):**

je jakékoli letadlo provozované nebo projektované pro autonomní provoz nebo pro pilotování na dálku bez pilota na palubě.

#### **Bezpilotní systém (UAS):**

je bezpilotní letadlo a vybavení pro jeho řízení na dálku.

#### **Dálkově řídicí pilot:**

je fyzická osoba odpovědná za bezpečné provádění letu bezpilotního letadla ovládním jeho letových ovládacích prvků, a to buď manuálně, nebo v případě, že bezpilotní letadlo létá automaticky, tím, že monitoruje jeho letovou dráhu a je neustále schopna kdykoli zasáhnout a letovou dráhu změnit.

### **Provozovatel bezpilotních systémů:**

je jakákoli právnická nebo fyzická osoba provozující nebo zamýšlející provozovat jeden nebo více bezpilotních systémů.

### **Vybavení pro řízení bezpilotních letadel na dálku:**

je jakýkoliv přístroj, vybavení, mechanismus, aparatura, příslušenství, software nebo doplněk, které jsou potřebné pro bezpečný provoz bezpilotního letadla, nejsou letadlovou částí a nejsou přepravovány na palubě daného bezpilotního letadla.

Vyjádření „dron“ je historicky ustálený výraz pro bezpilotní letadlo a používá se jako synonymum pro více konkrétně specifikovaných výrazů. Nejedná se ovšem o oficiální výraz, proto nebude v této práci používán.

Bezpilotní letadlo určené pro přepravu osob spadá do kategorie UAS, proto je tento výraz v práci uváděn nejčastěji. Také bude pro tato letadla používána zkratka DPAV (driverless passenger aerial vehicle).

## **2.2 Rozdělení bezpilotních letadel**

Bezpilotní letadla se většinou rozdělují podle následujících parametrů: velikost, hmotnost, dolet, maximální doba provozu, rychlost, maximální letová výška, konstrukce, typ pohonné jednotky, využití.

V následující části budou rozebrány jednotlivé dělicí parametry bezpilotních letadel a podrobně shrnuty parametry typické pro osobní přepravu.

### **2.2.1 Dělení bezpilotních letadel dle velikosti**

UAS jsou v závislosti na velikosti podle článku Classification of the Unmanned Aerial Systems [3] rozděleny do 4 kategorií. Velmi malé (mikro), malé, střední a velké. Mikro UAS dosahují maximální velikosti 50 cm. U malých UAS se bavíme o velikosti mezi 50 cm a 200 cm. Střední velikost bezpilotních letadel je v rozmezí 2 až 10 metrů. Velké UAS jsou většinou větší než 10 metrů a jsou využívány pouze v armádě. Typické UAS zastupující jednotlivé kategorie jsou uvedeny na následujících obrázcích.



Obrázek 2: DJI Phantom; mikro UAS; [4]



Obrázek 3: RQ-11 Raven; malý UAS; [5]



Obrázek 4: Ehang 184; střední UAS; [6]



Obrázek 5; General Atomics MQ-1 Predator; velký UAS; [7]

### 2.2.2 Dělení dle hmotnosti, rychlosti a výšky

Podle těchto parametrů dělíme UAS do 4 skupin. Údaje v následující tabulce téměř odpovídají rozdělení UAS podle US Department of Defense [8] (strana 25). Ve vztahu k velikosti skupina 1 zhruba odpovídá micro UAS, 1 a 2 malým, 2 a 3 středním a 3 a 4 velkým UAS.

Tabulka 1: Rozdělení do skupin podle daných parametrů; [8]

Skupina	Maximální váha při vzletu [kg]	Provozní nadmořská výška [stopy]	Rychlost letu [uzly]
1	0-10	<1200 AGL	<100
2	11-25	<3500 AGL	<250
3	<600	<18000 MSL	<250
4	>600	>18000 MSL	>250 (jakákoliv)

### 2.2.3 Dolet, maximální doba provozu

Dolet je vzdálenost od pilota, řídicího, či místa řízení, do které se může UAS dostat. Tato vzdálenost je především ovlivněna kvalitou a typem zařízení sloužícím k přenosu signálu. Také záleží na využitelné energii, které závisí na druhu paliva, kapacitě akumulátorů a dalších. Maximální doba provozu vystihuje čas, po který je zařízení schopno fungovat ve vzduchu od momentu, kdy vzlétlo. Americká armáda rozdělila UAS podle dosahu do pěti skupin [8] (strana 14). Následující tabulka zahrnuje pro tyto skupiny jak parametr dosahu, tak i doby provozu.

Tabulka 2: Rozdělení do skupin podle daných parametrů; [8]

Skupina	Dolet [km]	Doba provozu	Příklad
UAS s velmi krátkým doletem	<5	5-45 min	DJI Spark
UAS s krátkým doletem	<50	1-6 hod	Mavic 2 Pro
UAS se středním doletem	<150	8-12 hod	Edge UAS
UAS s velkým doletem	<650	-	Tiburón Junior
Vytrvalostní UAS	<300	36 hod	Airbus Zephyr S



## 2.2.4 Dělení podle typu konstrukce a pohonné jednotky

Podle typu konstrukce se bezpilotní letadla dělí na letadla s pevným křídlem (obrázek 3 a 5) a multikoptéry (obrázek 2 a 4). Multikoptéry se pak dělí podle počtu vrtulí nejčastěji na:

- Kvadroptéry (4 vrtule)
- Hexakoptéry (6 vrtulí)
- Oktokoptéry (8 vrtulí)

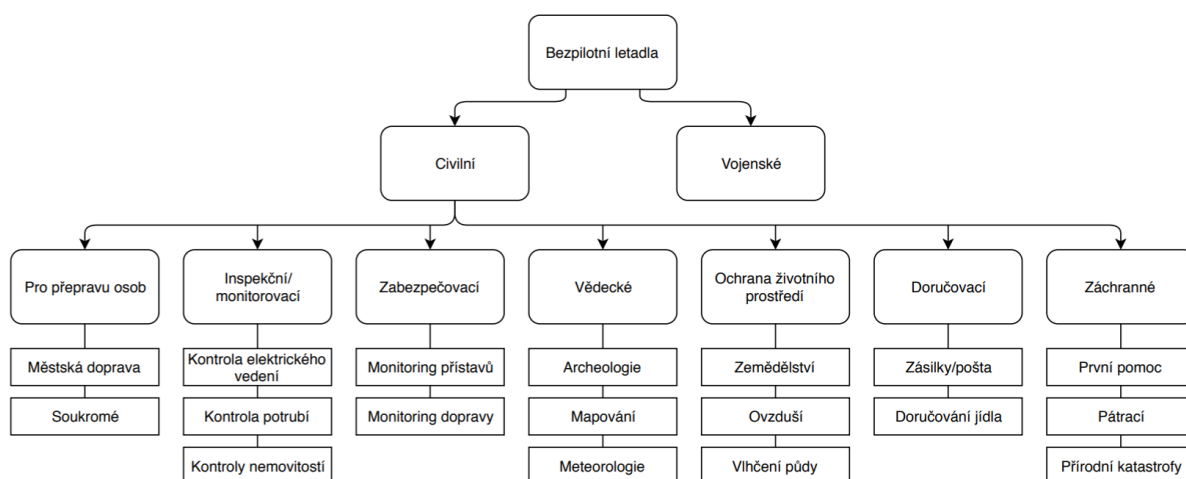
Dalším typem konstrukce může být například samokřídlo, drak, vzducholod', balón, vrtulník.

Podle pohonné jednotky dělíme bezpilotní letadla na:

- Bezmotorové (například drak, balón a větroň)
- Motorové s elektromotorem (například multikoptéry, letadla s pevným křídlem, vzducholodě a vrtulníky)
- Motorové se spalovacím motorem (například vzducholodě, vrtulníky a rogaló)

## 2.2.5 Využití bezpilotních letadel

Využití UAS je v dnešní době velmi rozmanité. Bepilotní letadla se začínají uplatňovat stále v nových oblastech. Pro potřeby této práce bylo vytvořeno nové, graficky názorné rozdělení. Jeho rozsah a podrobnost je určena dle potřeby k odlišení nově zahrnutého typu UAS-bezpilotní letadla pro přepravu osob.



Obrázek 6: Diagram rozdělení bezpilotních letadel; vlastní úprava

## 2.2.6 Rozdělení bezpilotních letadel určených pro přepravu osob

Toto rozdělení je vytvořené v závislosti na již vzniklých či vznikajících letadlech, u kterých je možné zjistit technické parametry. Vzhledem k tomu, že žádné z těchto létajících bezpilotních letadel ještě není oficiálně nasazené v provozu, je toto rozdělení spíše orientační a založené na základě parametrů, které známe nyní. Hlavními parametry rozdělení jsou: typ pohonné jednotky příp. počet vrtulí, dolet, rychlost provozu, výška provozu, počet míst pro pasažéry a úroveň automatizace (viz Obrázek 7). Pro přehlednější porovnání bylo vybráno několik následujících existujících letadel.

Tabulka 3: Rozdělení bezpilotních letadel určených k přepravě osob; [18], [21], [25], [27]

	Ehang 184	CityAirbus	Volocopter	Zuri	Uber VTOL
Typ pohonné jednotky/počet vrtulí	Vrtulový motor/8	Elektrický motor/8	Elektrický motor/18	Vrtulový motor/8	Vrtulový motor/6
Dolet	25 min	15 min	27 km	700 km	80-160 km
Rychlost [km/h]	100	120	70	-	240-370
Výška [m]	<500 AGL	-	<2000 AMSL	-	<600-2000
Nosnost [kg]	100	-	160	-	1,3-1,7 x váha pasažérů
Počet míst	1	4	2	1	2-6
Úroveň automatizace	5	5	5 (3)	5	3 (4)

## 2.2.7 Míra automatizace

Podle Guy Boy (2005) [9] technologická automatizace roste v souvislosti se snahou zvýšit bezpečnost systémů, které jsou nyní ovládány člověkem. Samotná definice automatizace podle Merriam-webster [10] zní: „automatické řízení přístrojů, procesů nebo systémů pomocí mechanických nebo elektrických zařízení, které nahrazují lidskou práci.“ Míra automatizace tedy poukazuje na poměr provedené práce mezi člověkem a systémem.

Evropské nařízení [59] uvádí, že *autonomní provoz* je provoz, při kterém je bezpilotní letadlo provozováno bez možnosti zásahu dálkově řídicího pilota.

Rozdíl mezi automatizovaným a autonomním systémem vysvětluje prof. Dr hab. Inž. Iwona Grabarek z varšavské Politechniki na příkladu automobilů takto: „Automatizovaný automobil nemá takovou míru inteligence a nezávislosti jako autonomní automobil. Bepilotní (driverless) a autonomní jsou téměř synonymy, stejně tak jako samořídící (self-driving) a automatizovaný. Skutečně autonomní automobil by sám určil cílovou destinaci a trasu a stejně tak udržoval kontrolu nad samotným řízením. Automatizovaný automobil by následoval příkazy ohledně cílové destinace a trasy a možná pouze přijal některá nařízení o vedení vozidla.“

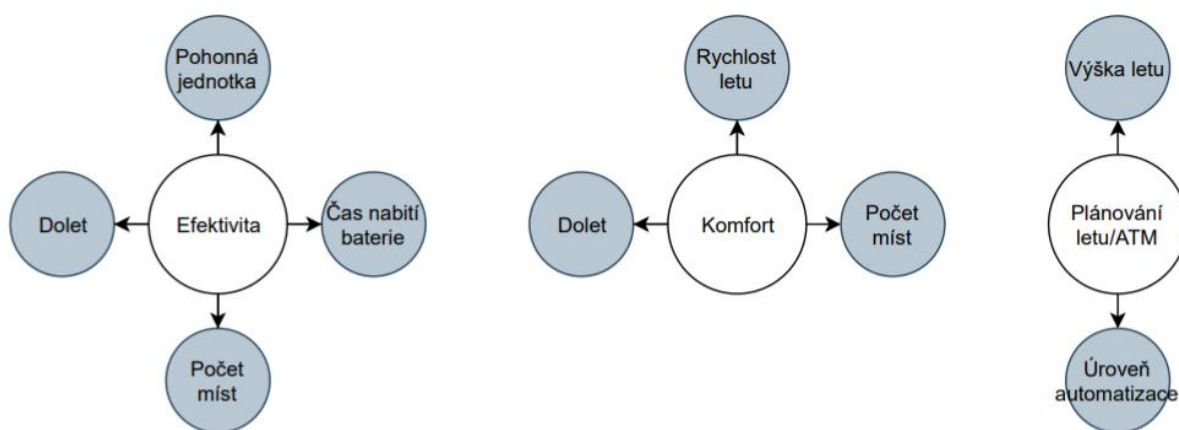
Society of Automotive Engineers (SAE; Profesní sdružení odborníků z leteckého, automobilového a dopravního průmyslu) [11] rozdělilo míru automatizace na 6 úrovní.

Tabulka 4: Úrovně automatizace dle SAE; [11]; vlastní překlad

SAE level	Název	Definice	Provádění řízení a akcelerace/ decelerace	Monitoring prostředí	Nouzové provedení dynamického řízení	Schopnost systému (módy řízení)
Člověk/řidič monitoruje prostředí						
0	Žádná automatizace	Neustálé řízení člověkem/řidičem všech aspektů dynamického řízení, i když je systém vybaven varovnými nebo intervenčními systémy.	Řidič	Řidič	Řidič	N/A
1	Asistent řidiče	Specifický řídicí mód pomocí řídicího asistenčního systému provádí řízení nebo akceleraci/deceleraci. Využívá k tomu informace o prostředí a předpokládá řízení člověkem všech aspektů dynamického řízení.	Řidič i systém	Řidič	Řidič	Některé módy řízení
2	Částečná automatizace	Specifický řídicí mód pomocí řídicího asistenčního systému provádí jak samotné řízení, tak i akceleraci/deceleraci. Využívá k tomu informace o prostředí a předpokládá řízení člověkem všech aspektů dynamického řízení.	Systém	Řidič	Řidič	Některé módy řízení
Automatický řídicí systém („systém“) monitoruje prostředí						
3	Podmíněná automatizace	Specifický řídicí mód pomocí automatického řídicího systému provádí veškeré aspekty dynamického řízení a předpokládá, že řidič bude odpovídajícím způsobem reagovat na žádost o zásah do řízení.	Systém	Systém	Řidič	Některé módy řízení
4	Vysoká automatizace	Specifický řídicí mód pomocí automatického řídicího systému provádí veškeré aspekty dynamického řízení, i když řidič nebude odpovídajícím způsobem reagovat na žádost o zásah do řízení.	Systém	Systém	Systém	Některé módy řízení
5	Plná automatizace	Neustálé řízení pomocí automatického řídicího systému všech aspektů dynamického řízení na všech komunikacích a ve všech podmínkách, které mohou být zvládnuty řidičem.	Systém	Systém	Systém	Všechny módy řízení

## 2.2.8 Hlavní parametry UAS pro přepravu osob

Obečně tedy bezpilotní letadla určená pro osobní přepravu můžeme dělit podle několika parametrů. Zaměříme-li se na efektivitu jednotlivých letů, bude hrát klíčovou roli pohonná jednotka, čas nabíjení baterie, dolet na jedno nabití či doplňování paliva. Počet míst a jejich případné plné využití je další faktor ovlivňující efektivitu letu. Z pohledu komfortu cestujícího nás budou zajímat především parametry jako je rychlost letu, počet míst k sezení a dolet. Provozní výška letu nebo maximální výška budou důležité výhradně při plánování letu a samotné práci na ATM.



Obrázek 7: Rozdělení jednotlivých parametrů v závislosti na provozních vlastnostech; vlastní úprava

## 2.3 Vybrané modely bezpilotních letadel určených pro přepravu cestujících

V této kapitole jsou podrobněji rozebráni jednotliví výrobci zabývající se vývojem bezpilotních letadel určených pro přepravu osob a jejich stávající modely a jejich pokrok. Podrobnost popisu u jednotlivých podkapitol se liší kvůli rozdílům ve množství zveřejněných informací od výrobců a také jejich rozdílnosti v pokroku vývoje. Popisovány budou: Ehang 184, Kittyhawk Cora, Volocopter 2x, Uber Elevate, CityAirbus, Lilium Jet, Zuri. Důvod výběru právě těchto modelů souvisí s množstvím dostupných informací jednotlivých výrobců v době psaní této kapitoly. V dnešní době je ve vývoji spousta dalších technologií. Těchto sedm níže popisovaných výrobců by ovšem mělo stačit k získání dostatečného rozhledu v této problematice v rozsahu této práce.

### 2.3.1 EHANG 184

EHANG je čínská společnost specializující se přímo na autonomní vzdušné létající prostředky. Chlubí se oceněním jako jedna z „Nejvíce inovativních společností“ a je umístěna jako jedna ze 3 nejlepších společností na světě v UAS průmyslu. Jejím hlavním cílem je přinést revoluci do vzdušného prostoru-chytře nakládat s časem, prostorem a metodami užívání UAS, aby kdokoli a kdekoli mohl využívat bezpilotní letadla a zjednodušit si tím život. [16]

Jejich AAV (Autonomous aerial vehicle; Autonomní letadlo) Ehang 184 má být nejchytřejším, nejbezpečnějším a ekologicky šetrným bezpilotním letadlem, které bude využíváno pro přepravu osob na kratší vzdálenosti. Bezpečnost je společností zdůrazňována obecně a u Ehang 184 tomu není výjimkou. Výrobce uvádí, že i v případě nesprávného chování kteréhokoliv z komponentů bude přístroj schopen bezpečně přistát na nejbližším možném místě.



Obrázek 8: Ehang 184; [15]

Ehang 184 je koncipován pro jednoho pasažéra. Ten není pilotem a k užití nemusí být žádným speciálním způsobem vzdělán. Jednoduchá aplikace na obrazovce přítomná na palubě umožní pasažérovi jedním kliknutím vybrat destinaci a zahájit vzlet. AAV bude neustále

spojeno s řídicím střediskem, které může, v případě například špatného počasí, zakázat vzlet. [17] Kvadroptéra Ehang 184 by měla unést 100 kilogramů a v rychlosti 100 km/h letět okolo 25 minut ve výšce až 3000 metrů nad mořem. Disponuje 8 vrtulemi na 4 ramenou. [18] EHANG pokračuje v rozsáhlém testování (proběhly už i testy s osobami na palubě) a plánuje začít své stroje využívat v Dubaji jako vzdušné taxi. [19]

### 2.3.2 Kittyhawk Cora

Cora společnosti Kitty Hawk je nazývána vzdušným taxi, které kombinuje elektrickou energii, software autonomního řízení a vertikální vzlet, díky čemuž se stane průkopníkem zcela nového způsobu létání. Kitty Hawk uvádí, že účelem vzniku tohoto letadla je především eliminace zbytečně stráveného času v dopravních zácpách, a tedy ušetření času, který se dá využít lépe.

Velikou výhodou, kterou společnost uvádí, je možnost kolmého vzletu a přistání (VTOL; Vertical Take-Off and Landing). Cora by měla být schopná přistát a vzlétnout z parkovišť nebo střech vysokých budov bez potřeby využití runway. Kombinace softwaru autopilota a lidského dohledu umožní stroji létat i bez potřeby speciálního výcviku pasažérů. Další výhodou je elektrický pohon, který významně ovlivňuje životní prostředí svojí ekologickou šetrností.

Mezi bezpečnostní technologie DPAV Cora jsou uváděny: nezávislost rotorů; tři redundantní letové počítače fungující nezávisle na sobě; padák pro nouzové přistání.



Obrázek 9: Cora Kittyhawk; [20]

Multikoptéra Cora je navržena pro 2 pasažéry, aby provozovala lety ve výšce 500-3000 stop nad zemským povrchem rychlostí 180 km/h. Je k tomu vybavena dvanácti rotory a jednou vrtulí, která jí umožní dolet okolo 100 kilometrů.

Kitty Hawk uzavřela dohodu s Air New Zealand a společně se podílejí na uvedení tohoto stroje do provozu. Proběhlo již několik set testů ve vzdušném prostoru nad Novým Zélandem a jejich

vývoj pokračuje. Kitty Hawk je jedna z mála společností, která nezveřejňuje plánované spuštění provozu Cory. [20]

### 2.3.3 Volocopter 2X

Společnost Volocopter, podobně jako další společnosti zabývající se rozebíranou problematikou, upozorňuje na problém naplňování kapacity měst. Vidí problém v dopravních kongescích, ekologické stránce dopravy a v bezpečnosti. Přišla tedy s VTOL letadlem, které je zkonstruováno tak, aby mohlo převážet dva pasažéry jako aero taxi ve městech.

Bezpečnostní technologie se velmi podobají dalším výrobcům. Volocopter 2X je vybaven padákovým systémem, záložními komponenty všech kritických součástí – motory, vrtule, zdroj energie, elektronika, displeje a další.

Tato multikoptéra má šest vzpěr ve tvaru Y vycházející z její nápravy. Průsečík každého Y má vertikální vrtuli a dalších 12 je na koncích vzpěr, které jsou vyztuženy obvodovým prstencem. Těchto 18 vrtulí a 3 elektromotory jsou poháněny devíti nezávislými bateriemi, které umožní až 27minutový let s maximálním nákladem o hmotnosti 450 kg. Průměrná rychlost letu se předpokládá kolem 100 km/h a dolet tedy bude okolo 27 kilometrů. [77]

Volocopter již v roce 2017 testoval svůj prototyp v Dubaji, kde provedl řízený let a stal se jedním z prvních, kdo testoval své vzdušné taxi ve městě. V roce 2019 byla technologie testována v Singapuru.

Co se týče řízení, systém se zdá být velmi flexibilní a umožňuje řízené i plně autonomní lety. Stejně tak je připraven se přizpůsobit různým variantám nastávajícího ATM nebo UTM systému. [21]



Obrázek 10: Volocopter 2X; [21]



### 2.3.4 Uber Elevate

Uber Elevate je projekt světoznámé společnosti Uber. Ta se obecně zabývá dopravou a umožňuje kvalitní pohyb lidí ve městech a mezi nimi. Snaží se lidem poskytnout přepravu automatizovanými a velmi vyspělými technologiemi a jednou z těchto technologií je právě přeprava vzduchem s Uber Elevate. [23]

Uber Elevate je představována jako budoucnost městské mobility, která umožní lidem cestovat vzduchem sdílenými VTOL letadly. Plánované spuštění komerčního provozu Uber datuje do roku 2023 a mluví o městech Dallas a Los Angeles. Zde chce už od roku 2020 svůj VTOL testovat. [24]

V roce 2016 zakládající tým Uber Elevate publikoval „Whitepaper“ [25], který popisuje první návrhy řešení jednotlivých problémů. Je zde uvedeno několik hlavních aspektů ovlivňující bezpečný a kvalitní provoz. Všechny z nich jsou rozebrány a je diskutováno jejich potenciální řešení. Stejně tak ukazuje jednotlivé návrhy designu probíraného VTOL, jenž, oproti některým ostatním výrobcům, zdaleka není finální. Je zde mnoho různých variant, u kterých je popisována důležitost jednotlivých parametrů. Některé by se daly řadit mezi vrtulníky, některé spíše mezi multikoptéry.

Jeden z dalších zajímavých rozdílů oproti jiným výrobcům je postoj k automatizaci. Uber Elevate si uvědomuje, že automatizace bude v budoucnu velmi rozšířena a že umožní větší bezpečnost provozu. Zatím ale předpokládá spuštění provozu s certifikovanými piloty, kteří budou nahrazeni až ve chvíli, kdy bude autonomní řízení na vysoké úrovni. [25] (strana 41).



Obrázek 11: Uber Elevate; [22]

### 2.3.5 CityAirbus

CityAirbus je koncept světoznámé společnosti Airbus. Jejich prvotní myšlenka byla přetvořit klasické letadlo za účelem snížení vyprodukovaných emisí během letu. Hlavním cílem tedy pro Airbus je pohyb vzduchem za šetrnějších podmínek k životnímu prostředí. Jako čtyři hlavní výhody uvádí: autonomní řízení, nízký hluk oproti jiným helikoptérům, ušetření až 3krát více času než při cestování automobily a ekologicky šetrný provoz.

Tento čtyřmístný VTOL je tvořen především pro krátké lety ve městech. Airbus uvádí maximálně 15 minut autonomního řízení v rychlosti okolo 120 km/h. [27]

Podobně jako Uber i Airbus předpokládá začátek provozu s certifikovanými piloty. Také si uvědomuje, že než vyjde v platnost regulační rámec pro velká bezpilotní letadla, bude poptávka po CityAirbus již aktuální.

Zatím je plánován provoz pouze na předem stanovených trasách, a to především mezi centrem města a letištěm nebo přístavem. [28]

Airbus pojímá celou oblast městské dopravy vzduchem velmi komplexně. Zároveň se samotnými VTOL letadly vytváří koncept UTM (dále rozebírán v kapitole 3), který umožní lety bezpilotních prostředků nejen společnosti Airbus, ale i dalších DPAV. [29] Vytváří také platformu pro jednoduché a rychlé rezervování helikoptér v nejméně dopravně vytížených městech. Tato platforma se nazývá Voom a umožňuje objednat helikoptéru pomocí aplikace během několika vteřin a následně umožní velmi rychlý přesun napříč městem. [30]

Vrtulník CityAirbus vlastní osm vrtulí, které jsou poháněny osmi speciálně navrženými jednotkami Siemens SP200D s přímým pohonem o výkonu 100 kW, které se spoléhají na čtyři baterie 140 kW vyvinuté společností Airbus. Konfigurace koaxiální vrtule se čtyřmi uhlíkovými vlákny by měla přispět ke snížení vyprodukovaného hluku. [76]



Obrázek 12: CityAirbus; [26]

### 2.3.6 Lilium Jet

Dalším VTOL letadlem je Lilium Jet společnosti Lilium. Je plně elektrický, s 36 motory a se čtyřmi pasažéry a pilotem může letět až do vzdálenosti okolo 300 kilometrů v rychlosti dosahující až 300 km/h. Tento dolet je poměrně dlouhý s porovnáním s dalšími letadly od jiných společností. Lilium uvádí, že tento fakt umožní rozšířit rádius našich životů. [32]

Lilium vytváří komplexně veškeré služby pro uživatele jejich Lilium Jet-od prvního otevření aplikace a objednání letu. Po jediném kliknutí aplikace vyhledá nejbližší startovací plochy a vyhledá cestu k nim. Poté také cestu z přistávací plochy do cílové destinace. [31]

Společnost uvádí, že bezpečnost je pro ně na prvním i druhém místě. Podobně jako konkurenční letadla je Lilium Jet vybaven třemi redundantními počítači a všech 36 elektrických motorů je na sobě navzájem nezávislých. [32]

Další neméně důležitý cíl společnosti je umožnit využívání jejich technologií za rozumné ceny. Nechtějí, aby jejich Lilium Jet byl pouze pro nejbohatší. Jako příklad uvádí, že při přepravě z bodu A do bodu B dosáhnou čtyřikrát rychlejšího času než taxi, přitom za konkurenční cenu. Jejich celková vize je tedy usnadnit cestování všem, odkudkoliv a kdykoliv a šetřit přitom naši planetu. [33]

Tento letoun má kabinu ve tvaru vejce posazenou na podvozku. Nemá žádné ocasní plochy, výškové kormidlo, vrtule ani převodovku. Pro let mu stačí dvě rovnoběžná křídla, která jsou vybavena 36 elektrickými tryskovými motory, které se naklápějí pro vertikální vzlet a poté posouvají dopředu pro let horizontální. [75]



Obrázek 13: Lilium Jet; [31]

### 2.3.7 Zuri

Nejdelší dolet ze všech v úvodu zmíněných letadel má Zuri. Tento VTOL společnosti Zuri může doletět bezmála 700 kilometrů. Toto letadlo v budoucnu umožní létat mezi městy napříč kontinentem. Na oficiálních stránkách [34] společnost nabízí porovnání různých druhů dopravy na zvoleném úseku z hlediska času stráveného na cestě. [35]

Zuri upozorňuje na důležitost a výhody využití kombinace vrtulí a křídel. Ta umožní vertikální vzlet a následně rychlý a tichý let horizontální. Pohonný systém této multikoptéry se skládá ze speciálně konstruovaných vrtulí poháněných elektrickými pohonnými jednotkami. Během vodorovného letu jsou vrtule v poloze nejnižšího tažení a dále je využívána pouze hlavní vrtule v kombinaci s křídly. Zuri je také plně autonomní a nebude tedy zapotřebí pilota. [36]



Obrázek 14: Zuri; [34]

### 2.3.8 Shrnutí vývoje existujících výrobců a jejich modelů

Přes určité rozdíly ve výše zmiňovaných modelech mají jejich výrobci společný cíl. Umožnit cestování vzduchem na kratší vzdálenosti za lepších podmínek než nyní. Bezpečně, ekologicky, pokud možno levně, rychle a pohodlně. Přesto, že se výrobci také liší zveřejňovaným datem začátku komerčního využití, můžeme za pár let čekat velmi silné konkurenční systémy a technologie.

## 3. Legislativní požadavky pro přepravu osob na palubě

V této kapitole jsou rozebrány hlavní nařízení, legislativní požadavky a překážky spojené s přepravou osob na palubě.

### 3.1 Technické požadavky na letadla určená k přepravě osob

Veškeré lety UAS prováděné ve vzdušném prostoru musí podléhat jasným pravidlům určeným pro dané území. Tato pravidla jsou většinou zodpovědností daného státu nebo mezinárodních organizací. Česká republika například spadá pod pravidla Evropské Unie, konkrétně pod Evropskou agenturu pro bezpečnost letectví – EASA (European Aviation Safety Agency), což je letecký úřad s regulačními a výkonnými úkoly v oblasti civilního letectví.

24. května 2019 bylo Evropskou komisí vydáno nové prováděcí nařízení o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. [59] Toto nařízení upravuje nebo definuje určitá pravidla a nařízení týkající se bezpilotních letadel. Jsou zde například popsány požadavky pro samotné letadlo, provozovatele a samotné provozování.

#### 3.1.1 Rozdělení UAS podle EASA

EASA rozděluje provoz UAS do tří kategorií podle jeho vlastností [12]:

- **„Otevřená“** kategorie provozu UAS, která i vzhledem k možným rizikům nevyžaduje autorizaci kompetentního orgánu ani prohlášení samotného provozovatele UAS.
- **„Specifická“** kategorie provozu UAS, která vzhledem k možným rizikům vyžaduje autorizaci kompetentního orgánu. Výjimkou mohou být standardní scénáře, kde prohlášení provozovatele je dostatečné nebo kde provozovatel vlastní UAS certifikaci (LUC) s náležitými výsadami.
- **„Certifikovaná“** kategorie provozu UAS, která vzhledem k možným rizikům vyžaduje certifikaci UAS, licencovaného a schváleného provozovatele náležitými orgány, aby bylo dosaženo náležité bezpečnosti.

Regulační rámec se soustředí především na první dvě kategorie, otevřenou a specifickou. DPAV se řadí mezi kategorii třetí, tedy certifikovanou. Důvodem je zvýšený důraz na bezpečnost v přepravě osob. Veškeré UAS určené pro přepravu osob a stejně tak jejich provozovatelé budou tedy muset vlastnit licenci a podléhat předem daným striktním pravidlům.

Po zveřejnění regulačního rámce EASA vytvořila GM (Guidance Material; Poradenský materiál) a popis prostředků nutných k dosažení souladu s tímto nařízením – AMC (Acceptable

Means of Compliance; Přijatelné způsoby prokazování) [14]. V těchto dokumentech jsou popsány veškeré požadavky a postupy pro zřízení dané licence.

Samotní výrobci UAS určených pro přepravu osob ve svých oficiálních dokumentech uvádí určité technické parametry či systémy, které budou jejich DPAV využívat za cílem dosažení co nejvyšší bezpečnosti. Někteří z nich popisují systémy nouzového přistání, využívání záložních energetických zdrojů, implementaci padákových záchranných systémů a další. Je možné, že budoucí nařízení technických požadavků bude zčásti inspirováno právě technickým vybavením již vznikajících DPAV a jejichmi výrobci.

### 3.1.2 Technické požadavky podle ICAO

Jeden ze zdrojů, který uvádí některé z technických požadavků, je dokument CONOPS (Concept of operations; Koncepce provozu) [37], který vydala Mezinárodní organizace pro civilní letectví ICAO (International Civil Aviation Organization). Zabývá se RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) tedy dálkově řízenými letadlovými systémy. Fakt, že pilot není přítomen na palubě, otevírá mnoho nových možností při návrhu letadla. Unikátní řešení draků, pohonných jednotek a materiálů může mít také za následek odlišné letové vlastnosti oproti konvenčním letadlům. Zejména dolet, možnost letu ve velmi vysokých nadmořských výškách nebo možnost pomalého letu.

Kromě součástí RPAS nutných k samotnému letu existují také bezpečnostní systémy potřebné ke splnění provozních požadavků a snížení pravděpodobnosti poruch. Rozsah a sofistikovanost operačních bezpečnostních systémů se bude lišit v závislosti na zamýšleném použití a složitosti provozního prostředí. Příkladem jsou systémy pro detekci jiných letadel a nebezpečí, poskytování hlasové a datové komunikace s ATC (Air Traffic Control; Řízení letového provozu) nebo poskytování informací o sledování ATC.

- Schopnost *detekce a vyhýbání se* (DAA; Detect and Avoid) pro RPAS je obdobou požadavku na řízený provoz na *pozorování a vyhýbání se* za účelem vyhýbání se potenciálním kolizím. Mezi schopnosti DAA patří schopnost detekovat a vyhnout se možným konfliktům s letadly a dalším nebezpečím (např. překážkám, terénu a nepříznivému počasí), určit efektivní manévry pro vyhnutí, provést manévry a bezpečně se vrátit k původní letové trajektorii.
- RPAS bude muset udržovat nepřetržitě sledování hlasové komunikace na příslušném komunikačním kanálu a podle potřeby navázat obousměrnou komunikaci s příslušným stanovištěm řízení letového provozu. Způsoby komunikace mohou být realizovány prostřednictvím tradičního vysokofrekvenčního (VHF; Very high frequency) rádia nebo

jinými prostředky, jako jsou satelitní nebo pozemní přenosy, datová komunikace, internetové systémy atd.

CONOPS [37] dále popisuje letovou způsobilost. Letová způsobilost je podle předpisu L8 [38] stav letadla, motoru, vrtule nebo letadlové části, která vyhovuje svému schválenému návrhu a je ve stavu pro bezpečný provoz. Osvědčení letové způsobilosti pro RPAS zohledňuje konfiguraci systému, použití, prostředí a hardware a software celého systému. Zohledňuje také konstrukční charakteristiky, výrobní procesy, spolehlivost a postupy údržby v provozu, které snižují bezpečnostní rizika. K certifikaci určitých součástí RPAS lze použít technické normy. CONOPS poté uvádí, že schválení letové způsobilosti RPAS bude náročné kvůli rychle se vyvíjejícím změnám v technologii. Pro usnadnění schvalování a dohledu budou orgány a výrobci pomáhat stanovením technických norem, bezpečnostních metrik a metodik testování.

RPAS také bude muset vyhovět požadavkům třídy vzdušného prostoru, ve kterém působí. Tento požadavek zahrnuje jak parametry vybavení, tak i provozní parametry (např. transpondér, obousměrná komunikace s ATC atd.).

### 3.2 Možnosti provozu UAS určených k přepravě osob za stávajících pravidel

Stávající pravidla pro provoz UAS jsou velmi omezující pro provoz DPAV. Ať už se jedná o letovou způsobilost definovanou v předpise L8 [38], regulační rámec EASA (pouze pro kategorii otevřenou a specifickou) [14] nebo samotné technické požadavky uváděné v dokumentu CONOPS [37] a popisované v předešlé podkapitole. Právě tento dokument se okrajově zabývá i provozem za stávajících pravidel. Říká, že rozsah působnosti popisovaných operací RPAS, metod řízení a kontrol a rozhraní s řízeným letovým provozem je v současné době omezen pouze na certifikované RPAS provozované mezinárodně a v řízeném vzdušném prostoru podle IFR (Instrument Flight Rules; Pravidla pro let podle přístrojů) pravidel. Uvádí, že celý dokument se nevztahuje na plně autonomní letadla a jejich provoz, provoz ve vzdušném prostoru s velmi nízkou nadmořskou výškou, provoz ve velmi vysokých nadmořských výškách (např. nad FL600) nebo na přepravu osob.



Podle CONOPS [37] musí totiž nyní RPAS splňovat následující požadavky definované v Úmluvě o mezinárodním civilním letectví [39]:

- Provozovatel RPAS musí obdržet zvláštní povolení od všech zúčastněných států.
- RPAS musí být kontrolován tak, aby nedošlo k ohrožení žádných civilních letadel.
- Operátoři musí být držitelé osvědčení „Operátor RPAS“.
- RPAS musí být držitelem platného osvědčení letové způsobilosti.
- RPAS musí splňovat požadavky na komunikaci, navigaci a sledování pro vzdušný prostor, ve kterém letí.
- RPAS musí splňovat požadavky na schopnost DAA pro vzdušný prostor, ve kterém letí, a pro operace, které mají být provedeny.

Všechna letadla létající v územním vzdušném prostoru státu se musí řídit předpisy a postupy tohoto státu. Státy obecně vytvářejí své předpisy a postupy v souladu s ICAO SARP (Standards and Recommended Practices; Standardy a doporučené postupy ICAO) [40], přičemž si zachovávají právo zaznamenávat rozdíly a uplatňovat svá vlastní pravidla a postupy ve svém územním vzdušném prostoru. Na rozdíl od letadel s posádkou musí provozovatelé RPAS před provozováním v územním vzdušném prostoru státu získat zvláštní povolení. Tato autorizace může zahrnovat konkrétní oprávnění nebo omezení, která musí být dodržena.

### 3.3 Provoz v rámci harmonizovaného regulačního rámce

Výše zmiňovaný dokument CONOPS [37] říká, že jednotlivé elementy dnešního leteckého provozu (infrastruktura, postupy, politika a další) bude zapotřebí modifikovat za účelem podpoření širokého rozptylu nových možností, které RPAS přinášejí. Úkolem tedy nyní je integrovat všechny jejich rozmanité možnosti bez toho, aby došlo k nepřiměřené zátěži současných uživatelů vzdušného prostoru, a k ohrožení bezpečnosti. Kvůli absenci pilota na palubě RPAS byla vyvinuta technická řešení pro kontrolu letadla pomocí datového spojení ze vzdáleného místa. Dálkový řídicí bude muset komunikovat s řízením letového provozu a dalšími uživateli vzdušného provozu. Zásadním úkolem tedy bude vyřešit technické aspekty, které se týkají téměř všech sektorů leteckého provozu. Například posouzení novely komunikace s ATC, postupy ATM, schvalování technické letecké způsobilosti, možné využití jiných poskytovatelů komunikačních služeb a změny regulačních schválení a režimů dohledu.

Jako datové spojení mezi dálkově pilotovaným letadlem a vzdálenou pilotní stanicí by mělo fungovat příkazové a řídicí spojení (C2 – Command and control). Při navrhování, zabezpečení a správě datového spojení C2 existuje celá řada možných architektur a úvah. C2 lze udržovat v rádiového dohledu (RLOS; Radio line-of-sight) nebo mimo rádiový dohled (BRLOS; Beyond Radio Line of Sight).

RPAS by měl také zajistit, aby operační systém a všechny přidružené komponenty braly ohled na lidskou výkonnost. Personál pověřený správou, údržbou a provozováním RPAS musí mít dostatečné informace, aby mohl činit bezpečná, přesná a včasná rozhodnutí. Musí mít vhodnou kvalifikaci a zkušenosti s plněním svých povinností. Provozovatelé RPAS budou odpovědní za zajištění:

- Letové způsobilosti RPAS.
- Datových služeb C2 používaných během provozu a splnění příslušných požadavků na jejich výkon.
- Kvalifikace a způsobilosti členů letové posádky.
- Ujednání se smluvními subjekty (např. poskytovateli služeb) zapojenými do provádění letových úkonů.
- Vytváření, správy a náležitého uložení požadovaných záznamů.
- Shody se všemi požadavky stanovenými státem provozovatele.
- Shody se všemi mezinárodními normami a pokyny ATM.

Dalším tématem ovlivňujícím provoz v rámci harmonizovaného rámce diskutovaným v CONOPS [37] jsou trajektorie letů. Provozní letové trajektorie RPAS budou záviset na účelu letu, limitech pokrytí C2, omezeních IFR a schopnostech a vybavení RPAS. Předpokládá se, že provozní trajektorie RPAS nebudou vyžadovat segregaci od ostatních uživatelů vzdušného prostoru. Převážná většina mezinárodních operací prováděných letadly s posádkou jsou lety z bodu A do bodu B, obvykle létané na a z letišť, RPAS nabízejí potenciál pro zvýšené operace z bodu A do bodu A, například let do vzdálených oblastí a následný návrat na místo vzletu. Trajektorií definované lety jsou typické pro monitoring nebo jiné mise, na které se vztahuje konkrétní pevná geografická oblast. RPAS také může létat tzv. dynamickými provozními trajektoriemi, ve kterých by jejich letová dráha, nadmořská výška nebo doba letu mohla vyžadovat blokování vzdušného prostoru a bylo by těžké tyto komplikace předem předpovědět. Příklady dynamických trajektorií zahrnují sledování volně žijících živočichů nebo sledování oblasti zájmu, jako je požár.

## 4. Integrace bezpilotních letadel do ATM

Tato kapitola se zabývá různými koncepty řízení letového provozu pro bezpilotní letadla a spojení provozu ve vzdušném prostoru.

### 4.1 UTM

K tomu, aby DPAV a další UAS mohly bezpečně vzlétnout do vzdušného prostoru, je zapotřebí bezpečná a efektivní integrace. Obecně je tedy zapotřebí začlenit veškeré UAS do nynějšího systému ATM. K tomu bude sloužit koncept UTM. Tento koncept má za cíl zajistit bezpečný provoz jak řízených, tak bezpilotních systémů v celém vzdušném prostoru. Systém by měl zahrnout i řízení třídy G do 300 m AGL (Above ground level; Nad úrovní země), kde je současně prováděn i provoz VFR (Visual Flight Rules; Pravidla pro let za viditelnosti). ICAO zároveň definovalo několik vedlejších cílů tohoto systému:

- Integrace by neměla mít znatelný dopad na současné uživatele vzdušného prostoru.
- UAS by měly být schopné dodržovat stávající i budoucí předpisy a postupy stanovené pro řízený provoz.
- Integrace by neměla snížit stávající úroveň bezpečnosti.

Dosavadní počet letových pravidel (IFR/VFR) bude zavedením UTM zvýšen o minimálně další tři. LFR (Low-level Flight Rules; Pravidla pro let v nízkých hladinách), VLFR (Very Low-level Flight rules; Pravidla pro let ve velmi nízkých hladin) a HFR (High-level Flight Rules; Pravidla pro let ve vysokých hladinách). UTM systém bude tedy zpracováván na několika rozdílných úrovních. Změny se ovšem budou týkat i dosavadních VFR. Bepilotní systémy totiž nemohou fungovat na vizuální bázi, proto bude zapotřebí zavést systém DAA (Detect and Avoid).

Podle EC (EUROCONTROL; Evropská organizace pro bezpečnost leteckého provozu) začne UTM alespoň částečně fungovat v řízeném vzdušném prostoru po roce 2025. V neřízeném poté až okolo roku 2030. Trochu dřívější nástup je očekáván v prostoru LFR, kdy spuštění konceptu U-space (rozebíráno v následující kapitole) je datováno do roku 2021.

EUROCONTROL v dokumentu [42] uvádí: „UTM je soubor specifických postupů a nových služeb vedoucích k bezpečné integraci bezpilotních systémů do vzdušného prostoru.“ V dnešní době je UTM ve fázi vývoje a pracuje na jeho vytvoření řada poskytovatelů.

#### 4.1.1 Rozdílné UTM platformy

Na budování systému UTM se podílí celá řada zainteresovaných stran, ať už společností, výzkumných organizací či regulátorů. Je tedy jisté, že ani do budoucna se nebude jednat o jeden komplexní systém UTM pro celou zemi či dokonce kontinent. Očekává se, že zde bude několik poskytovatelů UTM služby či celého systému, jejichž produkty budou v různých

oblastech interoperabilní, budou spolu vzájemně komunikovat a předávat si data i informace. Vzhledem k rozmanitosti kontinentálních oblastí by bylo příliš náročné vytvořit jeden komplexní systém pro celý svět. Navíc by tak nebylo zajištěno konkurenční prostředí napříč státy.

NASA (National Aeronautics and Space Administration; Národní úřad pro letectví a kosmonautiku) byla pověřena FAA (Federal Aviation Administration; Federální letecká správa), aby vytvořila co nejkompaktnější a nejkompaktnější systém, kterým bude možno pokrýt co největší část vzdušného prostoru. Firmy Google, Amazon, Boeing a GE se společně s NASA dohodly, že se společnou spoluprací pokusí vytvořit co nejkvalitnější UTM. Každá z těchto firem má svůj vlastní koncept, který má v plánu použít v určitých územích. Sdílení svých strategií mezi těmito firmami je ovšem nezbytné pro funkčnost budoucích systémů, které spolu budou muset kvalitně a bezchybně komunikovat.

I v Evropě existuje řada řešení pro UTM. Jedním z hlavních je koncept U-space, který je podrobněji rozebírán v další podkapitole. Pod U-space potom spadají některé další národní řešení.

UrbanATM a City-ATM je německý koncept, který kromě řešení klasických výše popsaných problémů má také za cíl spojit dohromady všechny relevantní strany (výrobce UAS, poskytovatele UTM systémů, letecké úřady a uživatele), aby vyvinuli bezpečné a efektivní řešení U-Space. [43] V letošním roce byl v Hamburgu testován provoz dvou bezpilotních letadel a jejich vzájemná interakce. Tento test zahrnoval plánování letu, detekci, identifikaci, monitorování letu a detekci konfliktů a vyhýbání se jim. [46]

Chorvatský AMC Portal (Airspace Management Cell Portal; Portál pro správu vzdušného prostoru) je webový nástroj pro rezervaci vzdušného prostoru a zároveň UTM koncept, který spojuje civilní a vojenský provoz a je odpovědný za každodenní správu vzdušného prostoru Chorvatské republiky. [44] V květnu 2018 CCAA (Croatian Civil Aviation Agency; Chorvatská agentura pro civilní letectví) oznámila několik změn pravidel týkajících se provozu bezpilotních letadel, které mají za cíl zmírnit omezení operací UAS v zemi. Byly upraveny především technické požadavky, aby mohly UAS legálně provádět noční lety a aby také snížily minimální bezpečnostní vzdálenost od lidí nebo budov. [45]

AirMap je mezinárodní společnost, která rozvíjí globální UTM platformu pro UAS operace. Tento systém byl v roce 2018 spuštěn i na území České republiky. Rozhodlo tak Řízení letového provozu České republiky, s. p. [47]. Provozuje také aplikaci AirMap for Drones, která

poskytuje veškeré důležité informace uživatelům. Má funkce jako drone mapping, geo-fencing nebo registrování letů. [49]

Každý z těchto konceptů se zaměřuje na trochu jiný způsob řešení integrace, přesto mají velmi podobný cíl. Rozmanitost pokroků a rozdílů v řešení bude mít za následek i rozdílné časové rozmezí spuštění jednotlivých systémů v jednotlivých oblastech.

#### 4.1.2 NASA UTM

Hlavní myšlenkou tohoto projektu je zařadit provoz bezpilotních letadel do stávajícího vzdušného prostoru a nezvýšit přitom riziko kolizí všech dopravních prostředků užívajících tento prostor. Z oficiálního zdroje NASA [41] bylo lehce nastíněno technické řešení tohoto UTM systému.

Cílem NASA je vytvořit systém, který bude použitelný pro všechna různá využití bezpilotních letadel. Jinak řečeno, kterýkoliv UAS uzpůsobený používat tento UTM rámec bude moci bezpečně vletět do vzdušného prostoru. Ve většině zdrojích se ale uvádí, že systém je vytvořen pro sUAS (Small UAS; Malé UAS), tedy bezpilotní systémy do 25 kilogramů. Systém by měl být vytvořen tak, aby do budoucna bylo možné zahrnout do provozu i větší UAS, tedy třeba i letadla určená pro přepravu osob.

Pro plynulý provoz budou třeba následující: letový plán a trajektorie UAS, předpověď počasí (především větru) v reálném čase, řešení problematických a citlivých oblastí (letiště, armádní oblasti, obydlené oblasti, požáry), 3D mapy zahrnující veškerou strukturu a reálný terén, CNS (Communication navigation and surveillance; Komunikace, navigace a přehled) pokrytí (radary, satelity...). UTM dále musí zajistit: plán vzdušného prostoru, vzdušné koridory, management provozu (predikce vytíženosti), management nepředvídatelných událostí a další.

Celý systém bude mít autonomní vlastnosti. Nejedná se tedy o řízení každého UAS lidmi. Člověk bude pouze řídit celý systém a určovat samotné menší cíle systému. Bude také dělat konečná rozhodnutí za účelem návratu k normálnímu chodu systému. Systém tedy sám zajistí svou konfiguraci, optimalizaci, ochranu a případnou opravu.

V tomto projektu je stále spousta nevyřešených aspektů, které dokument [41] také shrnuje. Jedním z nich je velikost a hmotnost komunikačního zařízení, které bude muset být přítomno na bezpilotním letadle. Snaha je toto zařízení udělat co nejmenší a nejlehčí, aby i menší UAS mohly toto zařízení unést. To by u bezpilotních letadel pro přepravu osob neměl být problém.

### 4.1.3 Koncept U-SPACE

Violeta Bulc, evropská komisařka pro dopravu, uvádí: „U-Space je sada nových služeb a specifických postupů určených k podpoře efektivního a bezpečného vstupu velkého množství bezpilotních letadel do vzdušného prostoru. Tyto služby se spoléhají na vysokou úroveň digitalizace a automatizace funkcí samotného UAS a také pozemního prostředí. U-Space dále poskytuje rámec pro podporu rutinního provozu UAS i jasné a efektivní rozhraní s řízeným provozem, poskytovateli služeb ATM / ANS (Air navigation service; Letové navigační služby) a jejich úřady. U-Space proto nelze považovat za definovanou část vzdušného prostoru, která je oddělena a určena pouze pro použití UAS. U-Space je schopen zajistit hladký provoz bezpilotních letadel ve všech prostředích a ve všech typech vzdušného prostoru. Chce tedy podporovat všechny typy využití UAS a měl by se týkat všech uživatelů a všech kategorií UAS.“ [54]

SESAR (Single European Sky ATM Research; Jednotné evropské nebe), mechanismus, který koordinuje a soustřeďuje veškeré výzkumné a vývojové činnosti EU (European union; Evropská unie) v oblasti ATM [55], zveřejnil modrotisk U-Space [56], který shrnuje zásadní informace o tomto konceptu. Uvádí například klíčové principy samotného fungování U-Space:

- Zajistit bezpečnost všech uživatelů vzdušného prostoru a také lidí na zemi.
- Poskytnout flexibilní a přizpůsobitelný systém, který je schopen reagovat na změny požadavků, objemu, technologií, obchodních modelů a aplikací.
- Umožnit operace s vysokým počtem automatizovaných UAS pod dohledem provozovatelů.
- Zaručit spravedlivý přístup do vzdušného prostoru všem uživatelům.
- Umožnit konkurenceschopné a efektivní poskytování služeb za všech okolností a podpořit obchodní modely UAS provozovatelů.
- Minimalizovat náklady na nasazení UAS a jejich provoz co největším využíváním stávajících leteckých služeb a infrastruktur, včetně GNSS (Global Navigation Satellite System; Globální navigační satelitní systém) nebo mobilních komunikačních služeb.
- Dodržovat přístup založený na riziku.

Dále Modrotisk [56] popisuje, jak by měl U-Space fungovat a jaké služby bude poskytovat. Jak již bylo psáno výše, U-Space dovolí provoz všem různým druhům využití UAS a také jak soukromým, tak veřejným uživatelům. Některé služby poskytované U-Space budou muset plnit požadavky na soukromí a bezpečnost jiných relevantních orgánů. Rámec U-Space zahrnuje rozsáhlou škálu služeb založených na dohodnutých standardech EU a poskytovatelích těchto služeb. Ty jsou především klíčové pro organizaci bezpečného a efektivního provozu

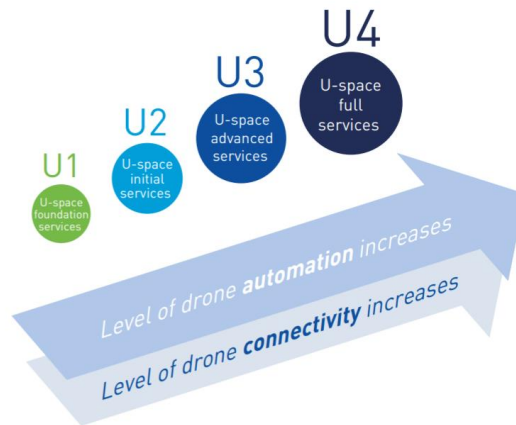
bezpilotních letadel a pro zajištění řádného rozhraní s řízeným provozem, ATC a příslušnými orgány. Mohou zahrnovat poskytování údajů, podpůrné služby pro provozovatele bezpilotních letadel, jako je pomoc při plánování, tracking nebo řízení kapacity. Tři služby již byly definovány jako „podpůrné služby“:

- Elektronická registrace (e-registrace)
- Elektronická identifikace (e-identifikace)
- Geofencing

E-registrace je povinná pro všechny provozovatele UAS (s výjimkou bezpilotních letadel s hmotností nižší než 250 gramů), pro některé UAS v otevřené kategorii (viz kapitola 2.1.1) a všechna bezpilotní letadla v kategorii specifické. E-identifikace poté umožní příslušným orgánům identifikovat létající UAS a propojit je s informacemi uloženými v registru.

Výše popisované služby jsou náplní první úrovně U-Space. Modrotisk [56] totiž rozděluje poskytování služeb do 4 úrovní. Vyšší úrovně bude dosaženo přímo úměrně se zvýšením automatizace jednotlivých UAS systémů.

- U1 Základní služby U-Space** poskytují e-registraci, e-identifikaci a geofencing.
- U2 Počáteční služby U-Space** podporují řízení UAS operací, které mohou zahrnovat plánování letu, schvalování letu, tracking, dynamické informace o vzdušném prostoru a procedurální rozhraní řízení letového provozu.
- U3 Pokročilé služby U-Space** podporují složitější operace ve vytíženějších oblastech a mohou zahrnovat řízení kapacity a asistenci ve formě detekce potenciálních konfliktů.
- U4 Kompletní služby U-Space**, zejména služby nabízející integrovaná rozhraní s řízeným vzdušným provozem, podporují plné provozní schopnosti U-Space a budou spoléhat na velmi vysokou úroveň automatizace a digitalizace jak samotných UAS, tak i celého systému U-Space.



Obrázek 15: 4 úrovně U-Space [56]

SESAR dále zveřejnil dokument Initial view on Principles for the U-Space architecture [57], který se kromě popisu jednotlivých služeb také zabývá hlavními aktéry, principy architektury a jednotlivými příklady demonstrací této architektury. Tento dokument tedy podrobněji shrnuje jednotlivé aspekty nutné ke spuštění provozu.

#### 4.2 Co UTM v budoucnu umožní?

Vytvoření UTM systému je jednoznačně první nezbytný krok pro spuštění provozu UAS určených pro přepravu osob. Současný pokrok se týká především malých UAS. Tedy i po samotném spuštění nově vytvořeného UTM bude třeba několika změn a aktualizací, aby do vzduchu mohly vzlétnout i první DPAV. Spuštění UTM také teprve umožní začít zdokonalovat systémy DPAV. Samotné testování všech stávajících modelů DPAV je v této chvíli velmi obtížné. [51]

Provoz bezpilotních systémů je v současné době realizován pouze za trvalého dohledu pilota, tzv. VLOS (Visual Line of Sight; Provoz ve vizuálním dohledu). UTM rámec předpokládá v budoucnu umožnění provozu BVLOS (Beyond Visual Line of Sight; Provoz mimo vizuální dohled), který by otevřel možnosti dalším průmyslovým odvětvím. Tento druh létání, jak napovídá samotná zkratka, umožňuje řízení bezpilotního letadla v místě, ve kterém pilot nemá přímý dohled. Pokud má pilot povoleno létat pouze ve vizuálním dohledu, je jeho pole působnosti velmi omezené. Umožnění BVLOS letů otevírá dveře velkému množství nových technologií. Jedná se téměř o všechny technologie, které vyžadují lety na větší vzdálenosti, například doručovací UAS, záchranné, monitorovací nebo DPAV. Ať už již budou tyto bezpilotní systémy plně autonomní, či bude zapotřebí nějakého řídicího střediska, bude nutná legalizace provozu BVLOS. Evropské nařízení [59] uvádí přesné postupy pro získání



speciálního oprávnění pro let mimo vizuální dohled. Konkrétně v článku 5 a příloze A. Stejně tak je třeba speciálního oprávnění, pokud je vzletová hmotnost vyšší než 25 kg, pokud má být let prováděn nad shromážděními osob nebo pokud bezpilotní letadlo přepravuje nebezpečné zboží či shazuje nějaký materiál. I tyto restriktce v tuto chvíli představují problém pro zavedení provozu UAS pro přepravu osob a bude třeba s nimi pracovat a vymyslet koncept, který tyto lety umožní [50]. To by právě měl být koncept UTM společně s vytvořením konceptu chytrých měst (Smart city; je koncept, který využívá digitální, informační a komunikační technologie pro zvýšení kvality života ve městech [78]). Právě na tento koncept bude mít integrace UAS do vzdušného prostoru obrovský vliv. Koncept chytrých měst totiž zahrnuje několik nových technologií, které dávají příležitost rozvoji širokého užití UAS. Nejedná se pouze o umožnění provozu bezpilotních letadel ve městě, ale i jejich využití v různých částech samotného konceptu chytrých měst. Například využití UAS pro monitoring přírodních katastrof, kontrolu nebezpečných oblastí, správu a monitoring dopravní vytíženosti a další. [52]

Dalším nezbytným krokem pro fungující UTM systém bude užití geofencingu. Jedná se o systém, který zaručuje bezpečnost určitých oblastí (například okolí letišť, vojenských cvičišť a dalších), kde by vlétnutí UAS do tohoto území mohlo zvýšit riziko kolizí s tamním provozem. Geofencing pomocí GPS (Global Positioning Systém; Globální polohový systém) a radio-frekvenčního identifikátoru ohraničí dané území. Tyto virtuální ploty poté dokáží detekovat UAS, které se do bezletové zóny dostaly, a zamezit jim vstup. [53]

## 5. Vlastní šetření

Pro splnění cíle stanoveného v úvodu této práce byl zrealizován pilotní průzkum mínění potenciálních uživatelů městské vzdušné dopravy. Na základě dotazování bylo cílem zjistit, jak na technologii reaguje širší veřejnost bez hlubších znalostí tohoto problému.

Hlavním výzkumným cílem tedy bylo zjišťování poptávky a zájmu potenciálních uživatelů městské hromadné dopravy, jejich pohledu a názoru na tuto technologii.

### 5.1 Stanovení cíle dotazníku

Hlavním záměrem bylo zjistit od určitého vzorku respondentů, zda spuštění provozu bezpilotních letadel pro přepravu osob na území ČR bude mít za následek zvýšení spokojenosti uživatelů městské hromadné dopravy v podobě nabídnutí kvalitní alternativy jejich stávající dopravy. Vzhledem k náročnosti získat kvalitní vzorek odpovědí, který by byl dán dostatečnou rozmanitostí dotazovaných, a pracovat tak s neovlivněnými daty, byl průzkum stanoven jako pilotní. Jeho výsledky by tedy měly ukázat, jakým způsobem by dávalo smysl zjišťovat poptávku. Cílem dotazníku je také poukázat na určité faktory, které budou ovlivňovat rozhodování lidí, zda začnou tuto technologii využívat.

### 5.2 Tvorba dotazníku

Pro dosažení cíle byl sestaven dotazník, který by měl díky odpovědím určitého počtu dotazovaných odpovědět na dílčí otázky, které při vyhodnocování pomohou dosáhnout stanoveného cíle. Dotazník byl vytvářen pomocí aplikace Googlu, která slouží k vytváření dotazníků a k následnému získávání a zaznamenávání odpovědí. Dotazník je plně podobě v Příloze 1. Je rozdělen do 5 sekcí, z nichž každá bude rozebrána v následujících podkapitolách.

#### 5.2.1 Sekce 1

První sekce obsahuje 12 otázek. Ty mají především za cíl charakterizovat respondenta – věk, pohlaví, povolání a místo pobytu. Dále zjišťují respondentovu nejfrekventovanější cestu, její charakteristiky a druh přepravy, který během této cesty využívá. Dále jsou respondenti v této sekci tázáni, zda jsou spokojeni s časem, který jim tato cesta zabere, a zda by byli ochotni zaplatit více, pokud by se jejich podmínky při cestování zkvalitnily. Konkrétně se nabízí snížená doba přepravy, zvýšení komfortu při přepravě a snížení vyprodukovaných emisí.

### 5.2.2 Sekce 2

Druhá sekce se již zabývá přímo městskou vzdušnou dopravou. V úvodu je krátký text, který má za cíl stručně přiblížit rozebíranou technologii. Tuto část bylo zapotřebí napsat co nejvíce neutrálně, aby nějakým způsobem neovlivnila dotazovaného, ať už pozitivně, nebo negativně. Je totiž pravděpodobné, že pokud by tento text uváděl nepravdivé informace nebo by přehnaně technologii prosazoval, byly by následné odpovědi respondentů nereálné.

Otázka obecného pohledu na dopravu vzduchem byla zařazena, protože přímo ovlivňuje pohled na přepravu bezpilotními letadly. Respondent, který obecně odsuzuje leteckou dopravu, bude pravděpodobně skeptičtější i k této nové technologii. Pravdivost tohoto vztahu je řešena v podkapitole 5.5.

Další otázkou je, zda se respondent již s touto technologií setkal a kde. Níže je opět vyzkoušeno dokázat relevanci mezi touto otázkou a odpověďmi z dalších sekcí dotazníku.

Faktory, podle kterých by se respondenti rozhodovali, zda začnou používat DPAV mohou nastínit, co je pro respondenty nejdůležitější.

### 5.2.3 Sekce 3

V této sekci jsou respondentům předloženy 4 reálné příklady cesty určitých vzdáleností. Pro tuto cestu mají na výběr z více různých dopravních prostředků. Jediné informace, které mají k dispozici, jsou čas přepravy a cena. Čas přepravy je vypočítán na základě aplikací Mapy.cz, Google Maps a IDOS a u DPAV je vypočítán na základě vzdálenosti vzdušnou čarou zjištěnou z výše vypsanych aplikací a provozní rychlostí uváděnou jednotlivými výrobci. Cena je u MHD zjištěna z ceníku PID [60], u automobilové dopravy byla počítána cena 4 Kč na 1 Km. Cena u taxi služby je zprůměrovaná cena více různých reálných pražských taxislužeb. Jízda vlakem odpovídá ceně národního dopravce ČD a cena u přepravy DPAV je odhadnuta.

Odhadnutí ceny u DPAV bylo zvoleno kvůli nedostatku dostupných informací. Ceny byly stanoveny různě u každé otázky, aby bylo možné zjistit, zda různá cenová dostupnost DPAV ovlivní odpovědi respondentů. Je možné, že ceny této technologie budou reálně jiné a že dotazovaní by se díky tomu rozhodovali jinak.

U jednotlivých úseků záměrně nebyly uvedeny reálné počáteční a cílové destinace. Každý respondent si tedy mohl pod otázkou představit jinou trasu, kterou i třeba on někdy využívá.

1. úsek: Koleje Chodov – Národní technická knihovna
2. úsek: Horní Čermná – Žampach (Pardubický kraj)
3. úsek: Slaný – Praha centrum

#### 4. úsek: Lanškroun – Praha

Záměrně byly vybrány rozdílné typy tras: 1 – doprava ve městě; 2 – doprava mimo město mezi malými obcemi; 3 – příměstská doprava; 4 – dálková doprava.

#### 5.2.4 Sekce 4

Čtvrtá sekce obsahovala naprosto totožné otázky jako sekce 3. Rozdílné byly informace uvedené u každé otázky. Místo času a ceny přepravy byly v této sekci uváděny: vzdálenost, množství vyprodukovaných emisí  $CO_2$  a cena přepravy.

V úvodu celé sekce byl odstavec upřesňující tyto informace, především co se týče vyprodukovaných emisí. Verzálkami bylo zvýrazněno, že se jedná o emise vyprodukované pouze během provozu, tedy ne během výroby dopravního prostředku. Pokud by měl být do výpočtů zahrnut i tento fakt, byl by výpočet emisí daleko rozsáhlejší a náročnější. Dále byla verzálkami zvýrazněna věta, že výsledné množství  $CO_2$  je vypočítáno pro jednotlivé dopravní prostředky, ne pro jednoho cestujícího. Tato informace byla velmi důležitá a jak se později ukázalo při odpovědích, ne všichni respondenti tuto informaci řádně zaregistrovali. Je pravděpodobné, že pokud by byly emise  $CO_2$  vypočítané na osobu, byla by otázka pro většinu respondentů srozumitelnější. Tato možnost byla ovšem vyloučena z důvodu nemožnosti stanovit přesný počet cestujících u dopravních prostředků MHD – tramvaje, metra, autobusu, vlaku.

Výpočet vyprodukovaných emisí pro jednotlivé dopravní prostředky:

##### **Autobus a automobil**

Pro autobus a automobil byly emise vypočítány podle dokumentu [61], který uvádí emisní faktory podle ČHMÚ. Pro automobil je uvedeno 0.195 kg  $CO_2$ /vozokm a pro autobus 0.774 kg  $CO_2$ /vozokm.

Tyto údaje byly srovnány s dalšími zdroji ([62], [63], [64]). Rozdíly jsou vzhledem k důležitosti přesnosti tohoto údaje zanedbatelné, proto bylo k výpočtu využito 0.195 a 0.774 kg  $CO_2$ /vozokm. Pro výsledný výpočet stačí tento faktor vynásobit počtem kilometrů a je získáno výsledné množství vyprodukovaných emisí na této trase.

##### **Vlak**

Emisní faktor vlaku je v dokumentu [61] vypočítán na 1.5 kg  $CO_2$ /vozokm. Ten počítá s průměrnou obsazeností 54,3 osoby.

Dokument [65] uvádí 28g  $CO_2$ /osobkm. Pokud bychom počítali s podobnou průměrnou obsazeností, dostaneme velmi podobný výsledek – 1520.4 g  $CO_2$ /vozokm.

Internetová stránka [66] slouží k porovnání cestování autem, vlakem a letadlem. Zde se dostáváme také k velmi podobným hodnotám.

Průměrné množství vyprodukovaných emisí  $CO_2$  pro vlak bylo tedy určeno na 1.5 kg  $CO_2$ /vozokm.

### **Tramvaj**

Pro prostředky poháněné elektřinou bylo nejprve potřeba zjistit množství vyprodukovaných emisí během výroby elektřiny a následně převést na počet kWh na jeden ujetý kilometr.

Několikadenním pozorováním internetové aplikace ElectricityMap [67] byla zaznamenána hodnota aktuální uhlíkové intenzity vyrobené elektřiny na území ČR mezi 380 a 500 g  $CO_2$ /kWh. Podle [68] je průměrné množství vyprodukovaných emisí v ČR pro výrobu jedné kWh 610 g. Podle [69] je to 513 g  $CO_2$ /kWh.

Dále bylo třeba zjistit, kolik elektrické energie spotřebuje tramvaj na jeden ujetý kilometr.

Podle výzkumu z Technické univerzity v Liberci [70] spotřebuje tramvaj průměrně 2,7 kWh/km.

Dále dokumenty [71] a [72] uvádějí tuto spotřebu obdobně mezi 2.7 a 2.85 kWh/vozokm.

Pro výpočet vyprodukovaných emisí v dotazníku byl použit následující vztah:

[Množství  $CO_2$  vyprodukovaných při výrobě jedné kWh] x [Spotřeba elektrické energie na jeden ujetý kilometr] x [Počet kilometrů] = [Množství vyprodukovaných emisí  $CO_2$  na uvedené trase]

$$450 \times 2,7 = 1215 \cong 1200$$

$$1200 \times 22 = 26\ 400$$

Výsledný počet vyprodukovaných  $CO_2$  tramvají na cestě dlouhé 22 kilometrů je 26 400 gramů.

### **DPAV**

[73] Společnost McFly uvádí, že jejich bezpilotní letadlo bude spotřebovávat energii 0.3 kWh/km.

Dokument [74] uvádí mezi 100 až 200 gramy  $CO_2$  na kilometr, což při výrobě elektrické energie v ČR odpovídá 0.2-0.4 kWh/km.

Pro výpočet byla stanovena hodnota mezi 0,21 a 0,26 kWh/km. Při použití stejného vztahu jako u tramvají bude výpočet následující:

Otázka 4.1

$$450 \times 0,22 = 99$$

$$99 \times 12 = 1\,188 \cong 1\,200$$

Výsledný počet vyprodukovaných emisí  $CO_2$  na cestě dlouhé 12 kilometrů je 1 200 gramů.

Otázka 4.2

$$450 \times 0,21 = 94,5$$

$$94,5 \times 14 = 1\,323 \cong 1\,300$$

Výsledný počet vyprodukovaných emisí  $CO_2$  na cestě dlouhé 14 kilometrů je 1 300 gramů.

Otázka 4.3

$$450 \times 0,24 = 108$$

$$108 \times 30 = 3\,240 \cong 3\,300$$

Výsledný počet vyprodukovaných emisí  $CO_2$  na cestě dlouhé 30 kilometrů je 3 300 gramů.

Otázka 4.4

$$450 \times 0,26 = 117$$

$$117 \times 150 = 17\,550 \cong 18\,000$$

Výsledný počet vyprodukovaných emisí  $CO_2$  na cestě dlouhé 150 kilometrů je 18 000 gramů.

Výsledky vyprodukovaných emisí v této sekci otázek nejsou naprosto přesné, především u přepravy DPAV, a to kvůli nedostatku informací. Tento fakt by ovšem ve výzkumu neměl hrát zásadní roli. Cílem těchto otázek bylo zjistit, zda respondenti přemýšlí jinak, pokud jsou jim uvedeny jiné informace, než v otázkách předešlých a za jakých podmínek by byli ochotni začít využívat městskou vzdušnou dopravu. Nebylo tedy zapotřebí uvádět naprosto přesné údaje. Důležité bylo pohybovat se rámcově ve správných hodnotách a neuvádět naprosto mylné nebo matoucí informace. Zda bylo tohoto cíle dosaženo, bude dále rozebíráno v diskuzi a v závěru.

### 5.2.5 Sekce 5

Poslední sekce dotazníku byla věnována doplňujícím dotazům ohledně srozumitelnosti otázek a zajímavosti tématu. Na konci byla možnost vložit komentář týkající se čehokoli, co souviselo

s dotazníkem. Tato část se později ukázala jako poměrně důležitá i k samotnému vyhodnocování.

### 5.3 Pilotáž

Po sestavení dotazníku byla provedena pilotáž s počtem okolo 10 respondentů. Jejich jednotlivé komentáře vedly k určitým úpravám dotazníku.

Změny byly následující:

- Opravení chybného formátu odpovědi u otázky na bydliště.
- Oprava názvu možnosti u přepravy vlakem. V původní verzi byla nazvána „MHD“ i přes to, že se jednalo o trasu dlouhou přes 150 km. V nové verzi je tedy uvedena „přeprava vlakem“.
- Úprava úvodního odstavce u 4. sekce a zvýraznění nejdůležitějších částí.
- Opravení dvou gramatických chyb.
- Opravení chybného čísla u vzdálenosti v přepravě DPAV.

### 5.4 Dotazování a složení respondentů

Při výzkumech, ve kterých figurují odpovědi určitých dotazovaných lidí, vždy velmi záleží na jejich složení. V případě, že výběr respondentů není naprosto nezávislý a není dostatečně rozmanitý a veliký, nelze výsledek výzkumu považovat za reálný. K tomu, aby bylo možné veškeré výsledky výzkumu bezpochybně potvrdit, bylo by zapotřebí obrovského množství dotazovaných, kteří by zahrnovali veškeré typy lidí s rozdílnými charakteristikami a kteří by byli vybráni naprosto náhodně.

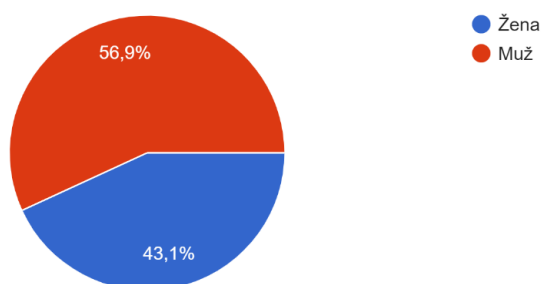
Přestože dotazník sestavený pro účely této práce nemá za cíl jednoznačně definovat mínění potenciálních uživatelů a jejich poptávku, byla snaha získat co nejpestřejší a co nejmíň závislý vzorek respondentů. Tento vzorek by měl sloužit jako pilotní a nastínit tedy, jak by bylo možné zkoumat poptávku po této technologii v budoucnu.

Dotazníky byly šířeny především pomocí sdílení odkazu na sociálních sítích. Snaha o nezávislost vzorku byla projevena při sdílení v různých facebookových skupinách, které měly obsahovat různé typy lidí.

Na dotazník odpovědělo 412 lidí, z toho 408 seriózně. Určité základní charakteristiky respondentů jsou zobrazeny v grafech níže:

## 1.1 Pohlaví

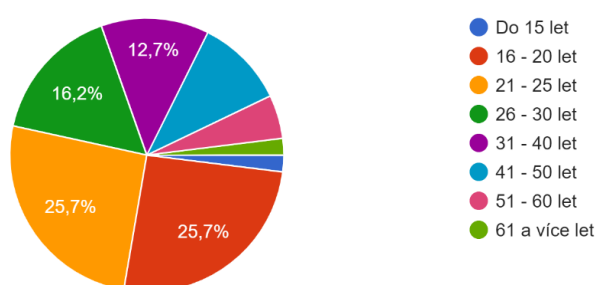
408 odpovědí



Obrázek 16: Graf odpovědí na otázku 1.1

## 1.2 Věk

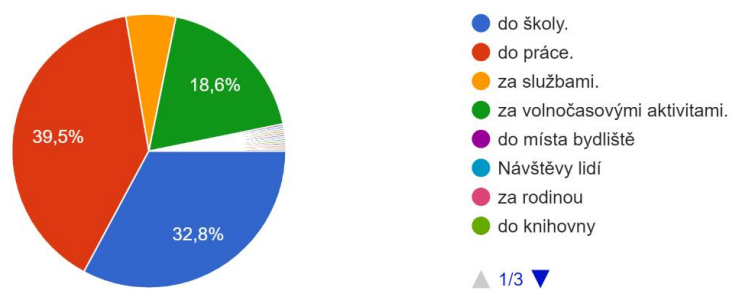
408 odpovědí



Obrázek 17: Graf odpovědí na otázku 1.2

## 1.6 Nejvíce času strávím při cestách

408 odpovědí

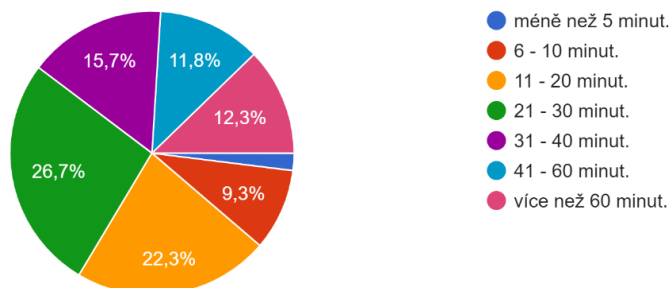


Obrázek 18: Graf odpovědí na otázku 1.6



### 1.9 Tato cesta mi zabere přibližně

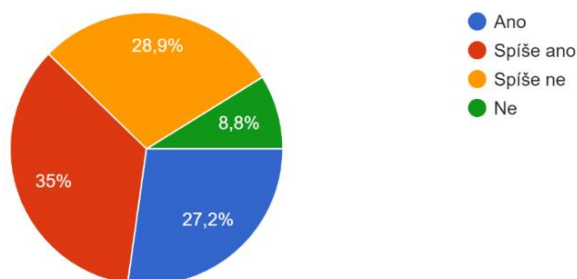
408 odpovědí



Obrázek 19: Graf odpovědí na otázku 1.9

### 1.10 Jsem spokojen(a) s časem, který mi má cesta zabere.

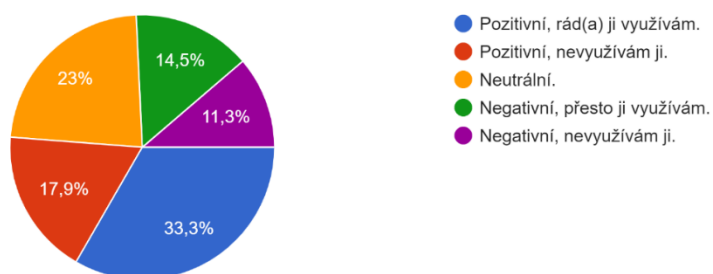
408 odpovědí



Obrázek 20: Graf odpovědí na otázku 1.10

### 2.1 Jaký je váš pohled na přepravu vzduchem obecně?

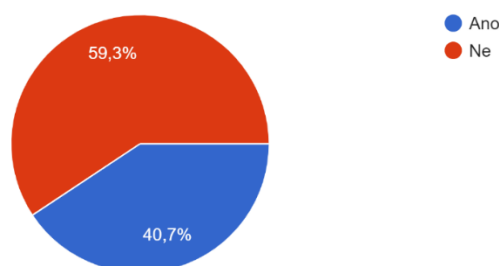
408 odpovědí



Obrázek 21: Graf odpovědí na otázku 2.1

2.4 Již jsem se setkal s pojmem "Bezpilotní letadlo určené pro přepravu osob" nebo "Vzdušné taxi" (Passenger drones; DPAV; Air taxi...).

408 odpovědí



Obrázek 22: Graf odpovědí na otázku 2.4

## 5.5 Statistické vyhodnocení dotazníku

Pro vyhodnocení dotazníku byly stanoveny dílčí hypotézy, které jsou ověřeny.

- $H_1$ : Respondenti, kteří se již setkali s pojmem DPAV (otázka 2.4), by spíše tuto technologii využívali.
- $H_2$ : Respondenti, kteří jsou spíše nespokojeni s časem, který jim zabere jejich nejfrekventovanější cesta (otázka 1.10), by spíše využívali technologii DPAV.
- $H_3$ : Respondenti, kteří by byli ochotni zaplatit více za zkvalitnění služeb (otázka 1.12), by spíše využívali technologii DPAV.
- $H_4$ : Názory žen a mužů se v otázce využívání technologie DPAV liší.
- $H_5$ : Názory respondentů z různých věkových kategorií se v otázce využívání technologie DPAV liší.
- $H_6$ : Respondenti, kteří odpověděli, že by se jim nelíbilo výrazné zvýšení provozu v nízkých letových hladinách (otázka 2.7), by spíše nevyužívali technologii DPAV než ti, kteří odpověděli, že by se jim to líbilo.
- $H_7$ : Respondenti, kteří negativně pohlížejí na leteckou dopravu obecně (otázka 2.1), by spíše nevyužívali technologii DPAV.

Dále je vypočítán podíl respondentů, kteří odpovídali jinak v sekci 3 a v sekci 4, vůči respondentům, kteří v obou sekcích odpověděli stejně.

Po převedení dat do tabulky Excel a jejich následné úpravě byly zkoumány jednotlivé hypotézy za pomoci využití  $\chi^2$  testu nezávislosti určeného pro diskrétní veličiny. Byla tedy vytvořena kontingenční tabulka četností podle jednotlivých odpovědí a na ní byl proveden tento statistický test. Jeho výsledky jsou v tabulce níže. Všechny kontingenční tabulky a výsledky testů jsou uvedeny v Příloze 2. Pravdivost hypotéz byla zkoumána na hladině významnosti 5 % (0,05). Jako respondenti, kteří by možná využívali technologii DPAV, byli stanoveni všichni, kteří tento druh přepravy zvolili alespoň v jedné otázce.

Tabulka 5: Výsledky statistických testů

Hypotéza	P hodnota	Potvrzení/zamítnutí
$H_1$	0,09537	Zamítnutí
$H_2$	0,025254	Potvrzení
$H_3$		
$H_{3a}$	0,00778	Potvrzení
$H_{3b}$	0,000792	Potvrzení
$H_{3c}$	0,211004	Zamítnutí
$H_4$	0,865272	Zamítnutí
$H_5$	0,598388	Zamítnutí
$H_6$	0,000000047	Potvrzení
$H_7$	0,000157	Potvrzení
$H_8$	0,323503	Zamítnutí

**Hypotéza  $H_1$ :** Na hladině významnosti 5 % nebylo nalezeno dostatek důkazů, abychom mohli potvrdit hypotézu. Tu tedy zamítáme. Platí: Mezi odpověďmi respondentů, kteří se již setkali s pojmem DPAV (otázka 2.4), a těmi, kteří se s ním nesetkali, není nalezena závislost, zda by spíše tuto technologii využívali.

**Hypotéza  $H_2$ :** Na hladině významnosti 5 % byla potvrzena hypotéza, že respondenti, kteří jsou spíše nespokojeni s časem, který jim zabere jejich nejméně využívanější cesta (otázka 1.10), by spíše využívali technologii DPAV.

**Hypotéza  $H_3$ :** Zkvalitnění služeb bylo rozděleno do 3 podotázek. Na hladině významnosti 5 % byly dvě dílčí hypotézy potvrzeny, jedna vyvrácena.

- Platí: Respondenti, kteří by byli ochotni zaplatit více za zvýšení komfortu během přepravy (otázka 1.12), by spíše využívali technologii DPAV.
- Platí: Respondenti, kteří by byli ochotni zaplatit více za snížení doby přepravy (otázka 1.12), by spíše využívali technologii DPAV.
- Platí: Mezi respondenty, kteří odpověděli, že by byli ochotní zaplatit více za snížení ekologické stopy zanechané dopravním prostředkem, a těmi, kteří by spíše využívali technologii DPAV, nebyla nalezena závislost.

**Hypotéza  $H_4$ :** Na hladině významnosti 5 % nebylo nalezeno dostatek důkazů, abychom mohli potvrdit hypotézu. Tu tedy zamítáme. Platí: Mezi odpověďmi mužů a žen není nalezena závislost, zda by spíše tuto technologii využívali.

**Hypotéza  $H_5$ :** Na hladině významnosti 5 % nebylo nalezeno dostatek důkazů, abychom mohli potvrdit hypotézu. Tu tedy zamítáme. Platí: Mezi odpověďmi respondentů různých věkových kategorií není nalezena závislost, zda by spíše tuto technologii využívali.

**Hypotéza  $H_6$ :** Na hladině významnosti 5 % byla potvrzena hypotéza, že respondenti, kteří odpověděli, že by se jim nelíbilo výrazné zvýšení provozu v nízkých letových hladinách (otázka 2.7), by spíše nevyužívali technologii DPAV než ti, kteří odpověděli, že by se jim to líbilo.

**Hypotéza  $H_7$ :** Na hladině významnosti 5 % byla potvrzena hypotéza, že respondenti, kteří negativně pohlížejí na leteckou dopravu obecně (otázka 2.1), by spíše nevyužívali technologii DPAV.

**Hypotéza  $H_8$ :** Na hladině významnosti 5 % nebylo nalezeno dostatek důkazů, abychom mohli potvrdit hypotézu. Tu tedy zamítáme. Platí: Mezi odpověďmi respondentů s různými délkami jejich nejfrekventovanější cesty není nalezena závislost, zda by spíše tuto technologii využívali.

Podíl respondentů, kteří se na základě rozdílnosti poskytnutých informací v sekci 3 a 4 dotazníku rozhodovali jinak:

V otázce 4.1 oproti otázce 3.1 odpovědělo jinak 41,7 % respondentů. V otázce 4.2 odpovědělo 42 % jinak než v otázce 3.2. V otázce 4.3 oproti 3.3 odpovědělo jinak 36,3 % a v otázce 4.4 odpovědělo 20,5 % respondentů jinak než v 3.4. Průměrně odpovědělo jinak v sekci 4 oproti sekci 3 35,1 % respondentů.

## 5.6 Slovní vyhodnocení dotazníku

Vyhodnocení jednotlivých hypotéz v předešlé podkapitole částečně naplňuje záměry a cíle dotazníku. Přesto je třeba jej komplexně shrnout. Dotazník byl úspěšně sestaven, doručen jednotlivým respondentům a ti na něj odpovídali. Díky 412 odpovědím bylo možné provést statistické vyhodnocení. To bylo prováděno v programu Excel a následně kontrolováno v programu Matlab.

Díky zjištění poměrně dostatečného množství charakteristik jednotlivých respondentů bylo možné jejich odpovědi srovnávat v poměrně podrobném rozdělení. Bylo možné zkoumat rozdíly ve věku, pohlaví, povolání a dalších, již zmíněných charakteristikách. Tento fakt vedl

k přesnějším výsledkům díky větší rozsáhlosti kontingenčních tabulek jednotlivých četností. Jednotlivé hypotézy a jejich potvrzení nebo vyvrácení ukázaly, které vlastnosti nebo názory dotazovaných jsou ve vztahu s využíváním či nevyužíváním technologie DPAV. Nebyl potvrzen žádný zásadní vztah mezi charakteristikami tázaného a jeho potenciálním zájmem o využívání této technologie. Názory jednotlivých respondentů, jejich zkušenosti, či styl stávajícího dopravování, které jsou zjišťovány v několika otázkách, ovšem jsou ve vztahu s jejich potřebou, ochotou nebo touhou tuto technologii využívat.

Na tomto vzorku respondentů není možné jasně určit typového uživatele, tedy určit základní rysy respondenta, který by z nabízených možností v dotazníku alespoň jednou DPAV využil. Přestože určité odpovědi na otázky by to umožňovaly, není jich dostatek na to, aby se dal typový uživatel konkrétně definovat.

I přes poměrně malý počet odpovědí je možné z nich vyčíst několik zajímavých věcí ohledně názorů a pohledů na tuto technologii:

- 51,6 % dotazovaných pohlíží na přepravu vzduchem obecně pozitivně. 71,9 % z těch, kteří na ní nahlízejí negativně, trápí především její vliv na znečištění ovzduší.
- Faktory, podle kterých by se respondenti rozhodovali, zda začít využívat DPAV, byly seřazeny od nejdůležitějšího následně: Bezpečnost – Doba přepravy – Cena – Znečištění ovzduší – Komfort
- 45 % dotazovaných by vadilo zvýšení provozu v nízkých letových hladinách, a to především kvůli hluku, vizuálnímu znečištění a bezpečnosti. 37,3 % by zvýšení provozu nevadilo.

Z dotazníku lze také soudit, že znečišťování životního prostředí dopravou je pro většinu respondentů velké téma. Nejenže je to pro ně důležitý faktor při rozhodování, jaký dopravní prostředek využít (24,2 % z nich se podle tohoto faktoru rozhoduje), ale také se přes 35 % rozhodovalo jinak při výběru druhu přepravy po uvedení vyprodukovaných emisí během jejich cesty. To znamená, že nabídnutí alternativního druhu přepravy, který je šetrnější, má veliký smysl nejen kvůli životnímu prostředí samotnému, ale i kvůli vyšší spokojenosti dopravovaných.

Nedá se úplně přesně určit, na jakých konkrétních úsecích by lidé spíše DPAV využívali. Podle odpovědí v sekci 3 a 4 by ovšem nejvíce lidí DPAV využilo na úseku v otázce 3.4 a 4.4 (27,4 - 2,5 %) a nejméně v úseku v otázce 3.2 a 4.2 (3,9 - 10,6 %). Tyto úseky se dají srovnat. Úsek 4 je podstatně delší (~150 km vs ~17 km); cena v úseku 4 je 2,5krát vyšší, ale ve srovnání s ostatními prostředky je poměrově nižší; množství vyprodukovaných emisí je poměrově velmi podobné; poměr doby přepravy vůči ostatním prostředkům je na úseku 4 výraznější než na úseku 2.

Celkově se ze sekce 3 a 4 dá odhadnout, že by tento druh přepravy byl atraktivnější spíše na delších úsecích, kde není možné využívat cyklistickou přepravu a kde je rozdíl v době přepravy oproti MHD markantní. Vzhledem k odhadnutí ceny u přepravy DPAV při tvorbě dotazníku se dá opět pouze odhadnout, že přesto, že je cena při rozhodování, jaký dopravní prostředek využít, důležitým faktorem (pro 35,1 % respondentů), jsou lidé ochotní zaplatit více za zkvalitnění jejich přepravy a velkému procentu z nich tedy není vyšší cena překážkou.

217 dotazovaných během vyplňování ani jednou nevybralo možnost přepravy DPAV. Mezi těmi jsou ti, kteří v tuto chvíli ani nezvažují začít technologii využívat, a ti, pro které DPAV nebylo dostatečně atraktivní oproti ostatním druhům přepravy. 193 lidí by využilo DPAV alespoň jednou. 51 z nich právě jednou, 65 z nich dvakrát, 48 z nich třikrát nebo čtyřikrát a 29 z nich pětkrát až osmkrát. Z těchto čísel je patrné, že téměř polovina respondentů určitě nezavrhuje možnost začít cestovat s DPAV a že pokud jim budou nabídnuty kvalitní podmínky, dá se předpokládat, že by tato technologie u nich našla své uplatnění.

## 5.7 Diskuze

Pro úplnost vyhodnocení výzkumu je třeba vzít v potaz veškeré faktory, které mohly ovlivnit výsledky výzkumu. V dotazníku a v dotazování samotném bylo takových faktorů několik.

Složení respondentů a jeho nereprezentativnost, jak je již psáno výše, vedlo ke změně dotazníku na dotazník pilotní. Způsob získávání respondentů, tedy především rozesílání známým a sdílení na různých stránkách sociálních sítí, mohlo zásadně ovlivnit výsledky výzkumu. Tento vzorek lidí se totiž nedá považovat za neovlivněný. Cítil pouze na lidi, kteří vlastní sociální sítě a kteří jsou na nich nějakým způsobem aktivní. Veliké množství dotazovaných bylo získáno pomocí rozesílání odkazu známým. To zásadně určuje jistou sociální skupinu, ve které se autor pohybuje. Je tedy zřejmé, že pokud by bylo cílem dosáhnout reálnějších a pravdivějších výsledků, bylo by zapotřebí získávat odpovědi více rozmanitějšími cestami a ideálně vůbec neovlivňovat složení respondentů. Tato cesta je ovšem o mnoho složitější a je u výzkumů podobného typu často velmi problematická. Získání nezávislého a bohatého vzorku respondentů vyžaduje daleko více energie a pro účely této práce nebylo nezbytné.

Bylo získáno 412 odpovědí, což je počet, který již může ověřit určité statistické hodnoty, ale vyšší počet by jednoznačně vedl k reálnějším výsledkům. Počet odpovědí tedy také mohl ovlivnit výsledky výzkumu.

Dotazník samotný, jeho koncepce, jednotlivé otázky a možnosti odpovědí jednoznačně zásadně ovlivňují data, která z dotazníku lze dostat. Příkladem negativního ovlivnění může být nedostatek možností odpovědí. Respondent tedy není schopen odpovědět pravdivě podle

svých reálných potřeb, ale musí zvolit odpověď, která se s jeho názory neslučuje. Tento faktor sice nebyl přímo odhalen v dotazníku figurujícím v této práci, ale je možné, že hrál určitou roli, a tedy ovlivnil výsledná data. Faktor, který se i v zanechaných komentářích dotazníku několikrát vyskytl a pravděpodobně tedy ovlivnil výsledky výzkumu, byla délka dotazníku. Dotazník vytvořený v této práci byl spíše delšího charakteru a určití respondenti ztratili zájem během vyplňování vyplňovat poctivě. To vedlo k ne úplně přesným odpovědím především v druhé půlce dotazníku.

Jednoznačným pochybením při tvorbě dotazníku byl podle velikého množství komentářů výpočet vyprodukovaných emisí v sekci 4. Přestože v úvodu této sekce bylo verzádkami napsáno, že množství vyprodukovaných emisí  $CO_2$  bylo kvůli přesnosti počítané na celý prostředek a ne na osobu, hodně respondentů tento fakt přehlédlo nebo nepochopilo. Většina komentářů uváděla, že hodnoty jsou matoucí, poněvadž například v autobuse jede více lidí než v automobilu. Pro respondenta, který si tuto poznámku v úvodu pozorně přečetl, ovšem nemohl být problém s těmito hodnotami při rozhodování pracovat. Ukázalo se ale, že příliš dlouhé úvodní vysvětlení nebylo nejlepší variantou, protože hodně lidí buď tyto úvody nečetlo vůbec nebo nepozorně. Na druhou stranu pravděpodobně většina respondentů, kteří zanechali komentář s touto poznámkou, si tohoto problému všimla a neodpovídala tedy chybně nebo ovlivněně. Je ale pravděpodobné, že pokud by byly uvedeny emise na jednoho cestujícího a ne na prostředek, nebyly by sice hodnoty tak přesné, ale pro respondenty by byly více představitelné a méně by tedy ovlivnily výsledky.

Dalšími faktory, které mohly ovlivnit správnost dat, byly třeba odhadnuté ceny u přepravy DPAV, nedostatečně přesné výpočty vyprodukovaných emisí  $CO_2$  u DPAV kvůli nedostatku dostupných informací o kapacitách baterií nebo třeba obrázky u jednotlivých možnostech v sekci 3 a 4. Přestože byly uvedeny jako ilustrativní, je možné, že některé respondenty ovlivnily při výběru odpovědi.

Kladným faktem mohou být odpovědi na dvě předposlední otázky, kde 95,1 % odpovědělo, že otázky byly srozumitelné, a 86,5 % přišlo téma dotazníku zajímavé.

Přes všechny faktory, které mohly ovlivnit data získané z dotazníku, není známa žádná zásadní chyba, kvůli které by bylo potřeba znehodnotit celý výzkum. Výzkum splnil svůj cíl a snaha o získání co nejobjektivnějších výsledků se tedy povedla.

## 5.8 Vytvoření SWOT analýzy

SWOT analýza slouží k charakteristice silných a slabých stránek technologie ve vztahu k jejich příležitostem a hrozbám. Na základě této práce byly definovány určité faktory ovlivňující jednotlivé části matice SWOT pro technologii, která je v této práci popisována. Každý z nich je popsán níže. Veškeré popisy a umístění jednotlivých faktorů jsou podloženy především celou touto prací, která na většinu důvodů zařazení odpovídá.

### **Ekologicky šetrná energie**

patří mezi silné stránky z důvodu aktuálních změn klimatu. Doprava obecně je velkým činitelem znečišťování ovzduší. Je tedy zapotřebí přijít s novými, šetrnějšími technologiemi. Jak je také patrné z výsledků dotazníku, velké množství respondentů se při výběru dopravního prostředku rozhoduje podle množství vyprodukovaných emisí  $CO_2$  a technologie DPAV je pro některé z nich atraktivní právě z důvodu nižší ekologické stopy zanechané dopravním prostředkem během provozu.

### **Atraktivní technologie**

je dalším faktorem silných stránek. Inovativní a nové technologie přitahují pozornost spousty lidí. Veškeré technické parametry, které zkvalitňují způsob přepravy, jsou velice atraktivní. Především pro lidi, kteří mají rádi přepravu vzduchem a rádi by tento druh přepravy využívali více. Těch je ve vzorku dotazovaných poměrně velké množství.

### **Vyšší bezpečnost v rámci automatizace**

Automatizace je velkým trendem dnešní doby, zvláště pak v oblasti dopravy. Je téměř jisté, že automatické systémy budou v budoucnu mnohem bezpečnější než systémy řízené lidmi. Lidský faktor v letectví, stejně jako v jiných odvětvích přepravy způsobí ročně velké množství nehod. Některé z nich mohou být eliminovány právě kvalitním autonomním systémem.

### **Vysoké cestovní rychlosti**

Jak je uváděno v kapitole 2, předpokládané cestovní rychlosti DPAV jsou velmi vysoké ve srovnání s dalšími druhy dopravy (především se silničními a kolejovými). To bude mít za následek výrazné snížení doby přepravy, což je podle většiny respondentů faktor, který je při výběru dopravního prostředku velmi ovlivňuje. Je to tedy silná stránka této technologie, protože vysoké cestovní rychlosti pravděpodobně způsobí větší zájem o cestování s DPAV.

### **Vysoká konkurence ve vývoji**

patří jednoznačně k silným stránkám této technologie. Jak je vidět v kapitole 2, kde je popsán určitý výběr několika existujících modelů, existuje velké množství společností, kteří se výrobou a provozem DPAV zabývají. To povede k vysoké konkurenci, a tedy snaze přinést na trh co



nejkvalitnější produkt oproti ostatním výrobcům. Dá se tedy předpokládat rychlý vývoj a kvalitní soutěž mezi jednotlivými výrobci a provozovateli.

### **Cenová (ne)dostupnost**

Cenová dostupnost se zdá být jednou ze slabých stránek této technologie. Některé zdroje začaly uvádět odhadované ceny přepravy DPAV. Přestože uvádí, že bude neustávající snaha srazit ceny na srovnatelné hodnoty s jinými druhy dopravy, jako je automobil nebo vlak, zdá se, že při začátku bude provozní cena poměrně vysoká. Oproti ostatním parametrům, které DPAV nabízí, bude tedy cenová dostupnost spíše překážkou pro většinu potenciálních uživatelů. S postupem času by se ale podle některých zdrojů mohla cena velice snížit a být dokonce nižší než jiné druhy přepravy. Potom by se stala z této prozatím slabé stránky technologie stránka silná.

### **Odpor společnosti k přepravě vzduchem**

I z dotazníku zpracovaném v této práci vyplývá, že veliké procento lidí (25,6 % respondentů) má negativní pohled na přepravu vzduchem. Je to velmi rozsáhlý názor lidí, kteří vidí leteckou dopravu jako hlučnou, ekologicky nešetrnou, mají strach z létání nebo jim tato doprava přijde drahá. Jejich odpor, ať je založen na jakýchkoliv zkušenostech, je často oprávněný, ale často také ne. Přestože někteří mají zkreslené představy o přepravě vzduchem, je třeba brát tento názor vážně; patří tedy ke slabým stránkám této technologie, která je založená na pohybu vzduchem. Pokud by provozovatelé všechny aspekty, které lidem vadí, zkvalitnili a mylné představy vyvrátili, mohl by tento faktor ze slabých stránek zmizet.

### **Závislost na počasí**

Stejně jako u jiných druhů přepravy je počasí faktor, který nepředvídatelně ovlivňuje provoz nebo jeho možnosti. U DPAV bude provoz na počasí závislý podobně jako u další letecké dopravy, ale vzhledem k podstatně menším velikostem letadel bude pravděpodobně ještě náchylnější. Létání za bouřky na rozdíl od přepravy automobilem nebude patrně možné. Stejně tak silné povětrnostní podmínky pravděpodobně velmi omezí možnosti létání. O to důležitější bude tento faktor na územích více náchylných na náhlé změny počasí.

### **Rozsáhlá infrastruktura**

Pro úspěšné spuštění provozu nebude zapotřebí pouze letadel samotných, ale také rozsáhlé infrastruktury související s provozem nebo s řízením provozu. Nutnost zřízení odletových a přistávacích ploch bude narážet na problém velkého zastavění městských oblastí. Bude také zapotřebí zbudovat určitá řídicí střediska. Letadlo samotné tedy není schopné provozu bez dalších důležitých součástí celého systému.

## **Ztráta soukromí/vizuální znečištění**

Zásadní zvýšení provozu v nízkých letových hladinách povede v určitých případech ke ztrátě soukromí a k vizuálnímu znečištění. Objekty a soukromé pozemky, které majitel z nějakých důvodů chrání od kontaktu jiných lidí, budou nyní odkryty a jednoduše zhlédnuty ze vzduchu. Všechny zahrady, balkony, střechy by přestaly být naprosto soukromým místem. Pro některé lidi může být zvýšení vzdušného provozu vizuálně nepříjemné. Vizuální znečištění by tedy také bylo, alespoň pro někoho, slabou stránkou technologie.

## **Nenaplněné potřeby potenciálních zákazníků**

Jak dokazují odpovědi v dotazníku, 38 % respondentů není spokojeno s časem, který jim zabere jejich nejfrekventovanější cesta. Cestující se ovšem rozhodují podle více faktorů než jen podle doby přepravy, například komfortu, ceny, ekologické stopy zanechané dopravním prostředkem a dalšími. Pokud technologie DPAV nabídne kvalitní služby, co se týče těchto faktorů, je pravděpodobné, že bude vysoká poptávka právě kvůli nenaplněným potřebám cestujících při přepravě jinými druhy dopravy.

## **Nová technologie**

Téměř každá nová technologie, jakýkoliv nový inovativní přístup má spoustu nových možností a příležitostí. Příležitost uplatnění na trhu, příležitost budování dobré pověsti, příležitost zaujmout lidi. To, že nemá žádné předchůdce ani velikou konkurenci, je velká příležitost udělat technologii úspěšnou a kvalitní od samého začátku.

## **Využití v mnoha odvětvích dopravy**

Tato technologie nabízí velké množství několika různých využití. Může se jednat o sdílenou dopravu v rámci městské vzdušné dopravy, soukromá letadla pro vlastní využití, meziměstskou přepravu a další. Nová technologie otevírá nové možnosti a příležitosti využití.

## **Rozvoj ekonomiky státu**

Technologický vývoj v jakémkoliv odvětví se podepisuje na vývoji státu a fungování společnosti. Vývoj dopravy přímo ovlivňuje obrovské množství fungování dalších částí systému. Nový a kvalitní druh přepravy tedy umožňuje rozvíjet ekonomickou sílu na daném území, tedy například státu. V případě vývoje samotných letadel či systému umožňujícího provoz DPAV státními společnostmi nebo firmami bude stát postaven do silné pozice i v rámci mezinárodního obchodu. To je příležitost k ekonomickému růstu.

## Regulační opatření

Zásadní hrozbou jsou regulační opatření. Obecně může nastat problém, že metody využití této technologie se budou rozcházet s legislativními nařízeními a opatřeními. Může se stát, že některé zákony nebo předpisy budou přímou překážkou pro hladké provozování. Pro předejití této hrozby bude třeba legislativní součástí této technologie dostatečně připravit pro následné spuštění provozu.

## Nedostatek zkušeností

Přestože existuje kvalitní doprava vzduchem a existují systémy pro přepravu osob, je tato technologie ve spoustě aspektech úplně nová. Tento fakt zahrnuje několik zásadních hrozeb. Nová a nevyzkoušená technologie se nemůže opřít o žádné zkušenosti a je tedy snadné dopustit si při ní zásadních chyb. Tyto chyby mohou být v případě DPAV nedostatečně připravená infrastruktura, chybně nebo neúplně fungující systém, špatné zjištění poptávky, neatraktivní technické parametry a další.

## Bezpečnost

Ohrožení bezpečnosti cestujících, ale i nezúčastněných se může stát v jakékoli fázi provozu. Tato hrozba může nastat špatným využíváním systému, nedostatečnou opatrností, nedostatkem bezpečnostních systémů apod. Pochybení v zajištění bezpečnosti všech účastníků i neúčastníků provozu může mít veliký dopad na následný vývoj technologie. Zvláště u přepravy vzduchem, kde podle dotazníku hodně dotazovaných nevyužívá leteckou dopravu kvůli strachu z létání, by jakákoliv nehoda nebo ohrožení bezpečnosti mělo okamžitý dopad na vnímání technologie všemi uživateli.

## Zneužití technologie

Stejně jako další nové technologie i tato se může stát náchylnou k různému zneužití. Může se jednat o zneužití samotnými uživateli, provozovateli nebo jinými stranami. Způsobů zneužití takovéto technologie může být spousta. Jako příklad je možné uvést teroristické útoky, špionáž nebo jiné nelegální využívání.

Tabulka 6: SWOT analýza probírané technologie; vlastní úprava

	Silné stránky	Slabé stránky
Interní faktory	<p>Ekologicky šetrná technologie</p> <p>Atraktivní technologie</p> <p>Vyšší bezpečnost v rámci automatizace</p> <p>Vysoké cestovní rychlosti</p> <p>Vysoká konkurence ve vývoji</p>	<p>Cenová (ne)dostupnost</p> <p>Odpor společnosti k přepravě vzduchem</p> <p>Závislost na počasí</p> <p>Rozsáhlá infrastruktura</p> <p>Ztráta soukromí/Vizuální znečištění</p>
	Příležitosti	Hrozby
Externí faktory	<p>Nenaplněné potřeby potenciálních zákazníků</p> <p>Nová technologie</p> <p>Využití v mnoha odvětvích dopravy</p> <p>Rozvoj ekonomiky státu</p>	<p>Regulační opatření</p> <p>Nedostatek zkušeností</p> <p>Bezpečnost</p> <p>Zneužití technologie</p>

## 6. Závěr

Bezpilotní letadla pro přepravu osob jsou velkým tématem a jak je vidět z celé práce, je čím se zabývat. Hlavním cílem této bakalářské práce bylo stanovit možnosti technologií DPAV a pohled veřejnosti na tento nový způsob dopravy. Podrobná analýza je důležitou součástí každé nové technologie. V této práci byla analýze podrobena letadla určená pro přepravu osob a některé další součásti celého systému této technologie, které s přepravou osob pomocí UAS souvisí. Dalším cílem práce bylo zjistit, jak na tuto technologii pohlíží určitý vzorek lidí bez hlubších znalostí problematiky.

V práci bylo uvedeno důležité rozdělení a základní analýza bezpilotních letadel. To, včetně základního definování pojmů a terminologií, bylo důležité pro další pochopení celé práce. Následné určení nejdůležitějších parametrů, podle kterých lze dělit bezpilotní letadla určená pro přepravu osob, bylo nezbytné pro stanovení základních principů a problematik, které byly v práci dále rozebírány. Bylo na ně odkazováno i v samotném popisu již existujících modelů, prototypů těchto letadel a jejich výrobců. I popsání pokrok jednotlivých výrobců pomohl určit stádium vývoje této technologie v dnešní době. Vzhledem k tomu, že je tento druh přepravy velmi nový, je třeba si v práci uvědomit, v jaké fázi se nacházíme a kolik práce a času ještě zbývá, než budeme moci sami do těchto letadel nasednout. Objevení technických parametrů, jejich srovnání mezi různými letadly navzájem, ale i srovnání s jinými druhy dopravy pomohlo jasně stanovit, s čím je možné pracovat v praktické části této práce.

Legislativní požadavky, které přímo souvisí s plným fungováním této technologie, bylo třeba vzít dostatečně podrobně v potaz. Byly tedy rozebrány hlavní legislativní překážky, které jsou v tuto chvíli zásadní pro bezproblémové spuštění provozu. Tato část práce se opírá o několik různých předpisů a zákonů, které jsou rozebrány a u některých z nich jsou nastíněny nezbytné postupy, které bude třeba vykonat. Legislativní stránka celé problematiky rozebírané v práci je mnohem hlubší a pro detailní popis a řešení by bylo třeba této části práce věnovat mnohem větší pozornost. Pro účely této práce ovšem stačilo popsat hlavní z těchto problémů a vytvořit tak určitý soubor informací, který sloužil k dostatečnému pochopení problematiky.

Integrace bezpilotních letadel do vzdušného prostoru, kterou se zabývá 4. kapitola, je velmi důležitou součástí každé technologie, která pracuje s bezpilotními letadly. Bylo tedy zapotřebí popsat různé koncepce bezpečné integrace bezpilotních letadel. Koncepce, které by se přímo mohly týkat České republiky nebo jsou jí alespoň nejbližší, byly rozebrány podrobněji. Tato kapitola byla nezbytná k dostatečnému pochopení celé práce a záměrů DPAV.

Praktická část celé práce měla za cíl odhalit určité názory a pohledy lidí na probíranou technologii. Tento cíl byl v dostatečné míře splněn, neboť byl získán určitý vzorek respondentů, který, přestože se nedal považovat za nezávislý, dokázal prezentovat určité mínění

potenciálních uživatelů. Stanovení dílčích hypotéz pomohlo při splnění cíle této části. Hypotézy byly matematicky správně vyhodnoceny a odpověděly na jednotlivé kladené otázky. Byly provedeny veškeré náležité postupy vyhodnocení sesbíraných dat a na jejich základě byly popsány výsledky a diskuze nad nimi. Určité názory lidí, podmínky, při kterých by technologii využívali a jejich obecný pohled na ni byly odkryty a byl tak splněn cíl praktické části.

Na závěr práce byla provedena analýza SWOT, která celou práci shrnuje a definuje příležitosti, hrozby, silné a slabé stránky technologie. Díky této analýze je možné nahlídnout na probíranou problematiku celé práce. Cíl práce tak byl splněn.

Dá se tedy říci, že práce i přes malé odchylky splnila záměr a komplexně shrnula technologii DPAV, u které se dá předpokládat rychlý rozvoj v blízké budoucnosti. Práce ovšem nabízí veliké množství příležitostí pro detailnější zkoumání. Většina z jednotlivých částí této práce by mohla být podkladem pro mnohem hlubší zpracování, které může být součástí další diplomové práce, například v navazujícím studiu.

## Seznam citovaných zdrojů

- [1] GRANSHAW, Stuart I. The Photogrammetric record: RPV, UAV, UAS, RPAS... or just drone? [online]. 2018 [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/phor.12244>
- [2] Letecké předpisy. Doplněk X – Bezpilotní prostředky. Letecká informační služba. Úřad pro civilní letectví, 2012. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- [3] QASSIM A. Abdullah, Ph.d. CP, PLS, Instructor, MGIS program, The Pennsylvania State; University Classification of the Unmanned Aerial Systems [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/5>
- [4] DJI [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.dji.com/cz/phantom>
- [5] AeroVironment [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.avinc.com/uas/view/raven>
- [6] EHANG: gallery [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.ehang.com/ehang184/gallery/>
- [7] PRATT, Lt. Col. Leslie. An MQ-1 Predator, armed with AGM-114. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Atomics\\_MQ-1\\_Predator#/media/File:MQ-1\\_Predator,\\_armed\\_with\\_AGM-114\\_Hellfire\\_missiles.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator#/media/File:MQ-1_Predator,_armed_with_AGM-114_Hellfire_missiles.jpg)
- [8] US Army UAS RoadMap 2010-2035 [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.rucker.army.mil/usaace/uas/US%20Army%20UAS%20RoadMap%202010%20035.pdf>
- [9] BOY, Guy. Human-Center Automation of Transportation Systems [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [http://my.fit.edu/~gboy/GAB/Conferences\\_files/AAET\\_Paper\\_Boy\\_v1.pdf](http://my.fit.edu/~gboy/GAB/Conferences_files/AAET_Paper_Boy_v1.pdf)
- [10] Definition of automation [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/automation>
- [11] SAE International [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.sae.org/>
- [12] EASA. Civil drones (Unmanned aircraft) [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas>

- [13] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. Příprava společných evropských pravidel [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/letadla-bez-pilota-na-palube/priprava-spolecnych-evropskych-pravidel>
- [14] EASA. Acceptable Means of Compliance (AMC) and Alternative Means of Compliance (AltMoC) [online]. [cit. 2019-11-28]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/document-library/acceptable-means-compliance-amcs-and-alternative-means-compliance-altmocs>
- [15] EHANG: Gallery [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.ehang.com/ehang184/gallery/>
- [16] EHANG: About [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.ehang.com/about/>
- [17] EHANG: Ehang 184 [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.ehang.com/ehang184/>
- [18] EHANG: Ehang 184 Process [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.ehang.com/ehang184/process/>
- [19] MARGARITOFF, MARCO. Watch the Ehang 184 Passenger Drone Successfully Taxi Someone Around [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.thedrive.com/aerial/18261/watch-the-ehang-184-passenger-drone-successfully-taxi-someone-around>
- [20] Cora: Press [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://cora.aero/press/>
- [21] Volocopter: Product [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.volocopter.com/en/product/>
- [22] Uber Elevate: Vision [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.uber.com/us/en/elevate/vision/>
- [23] Uber Elevate: About [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.uber.com/pl/en/about/>
- [24] Uber Elevate [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.uber.com/us/en/elevate/>
- [25] Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation: Uber elevate Whitepaper [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.uber.com/elevate.pdf/>
- [26] Photos for CityAirbus [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/search.image.html?q=cityairbus&lang=en&newsroom=true>
- [27] Airbus: vehicle demonstrators [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/urban-air-mobility/vehicle-demonstrators/cityairbus.html>



- [28] Airbus CityAirbus [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://evtol.news/aircraft/airbus-helicopters/>
- [29] Airbus: Airbus UTM [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/urban-air-mobility/airbus-utm.html>
- [30] AIRBUS. Voom [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.airbus.com/innovation/urban-air-mobility/voom.html>
- [31] LILIAM [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://lilium.com/>
- [32] LILIAM. The Jet [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://lilium.com/the-jet>
- [33] LILIAM. Our beliefs [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://lilium.com/our-beliefs>
- [34] ZURI. Personal flight [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://zuri.com>
- [35] ZURI. Use [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://zuri.com/use>
- [36] ZURI. Technology [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://zuri.com/technology>
- [37] ICAO. Remotely piloted aircraft system (RPAS) concept of operations (CONOPS) for international IFR operations [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.icao.int/safety/ua/documents/rpas%20conops.pdf>
- [38] ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ. Letecký předpis: Letová způsobilost letadel L8 [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8/data/print/L\\_8-cely.pdf](https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-8/data/print/L_8-cely.pdf)
- [39] Dohoda č. 147/1947 Sb.: Úmluva o mezinárodním civilním letectví [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1947-147>
- [40] ICAO. The safety management manual [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.icao.int/safety/safetymanagement/pages/sarps.aspx>
- [41] NASA. Unmanned Aerial System (UAS) Traffic Management (UTM) [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20140013436.pdf>
- [42] EASA. UAS ATM Integration [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/uas-atm-integration-operational-concept-v1.0-release%2020181128.pdf>
- [43] German Aerospace Centre City-ATM project will trial urban ATM concepts [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.unmannedairspace.info/uncategorized/german-aerospace-centre-city-atm-project-will-trial-urban-atm-concepts/>

- [44] AMC Portal [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://amc-en.crocontrol.hr/>
- [45] International UTM Implementation [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://gutma.org/map/Croatia>
- [46] SAMPSON, Ben. German researchers demonstrate urban drone cooperation [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.aerospacetestinginternational.com/news/drones-air-taxis/german-researchers-demonstrate-urban-drone-cooperation.html>
- [47] AIRMAP. AirMap UTM System Deployed in the Czech Republic [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.airmap.com/czech-republic-ans-cr-prague-vaclav-havel-airport-airmap-utm-upvision-drone-uas-education/>
- [48] AIRMAP. Opening the Airspace [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.airmap.com/platform/>
- [49] SIMS, Rowan. 10 Best Drone Photography Apps [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://expertphotography.com/best-drone-apps/>
- [50] PERLMAN, Alan. UAV Coach: Inside BVLOS, the Drone Industry's Next Game-Changer [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://uavcoach.com/inside-bvlos/>
- [51] DUKOWITZ, Zacc. UAV Coach: What Is UTM, and Why Should You Care About It? [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://uavcoach.com/utm-drones/>
- [52] FARHAN, Mohammed, Ahmed IDRIES a Mohamed NADER. UAVs for smart cities: Opportunities and challenges [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/269299864\\_UAVs\\_for\\_smart\\_cities\\_Opportunities\\_and\\_challenges](https://www.researchgate.net/publication/269299864_UAVs_for_smart_cities_Opportunities_and_challenges)
- [53] JIANG, Tao, Jared GELLER a Daiheng NI. Unmanned Aircraft System traffic management: Concept of operation and system architecture [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2046043016300260>
- [54] U-Space [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://uspace.pl/>
- [55] SESAR. About Discover SESAR [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/discover-sesar>
- [56] U-Space: Blueprint [online]. [cit. 2019-11-16]. ISBN 978-92-9216-087-6. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF>
- [57] SESAR. Initial view on principles for the U-Space architecture [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.sesarju.eu/node/3402>

- [58] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1139: Document 32018R1139 [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1139>
- [59] Prováděcí nařízení Komise (EU) 2019/947: Document 32019R0947 [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32019R0947>
- [60] PID. Jízdné a tarif [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://pid.cz/primestske-cestovani/>
- [61] Kalkulace ekologické stopy věcí/aktivit [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://www.hraozemi.cz/swf/pdf/kapitola1.pdf>
- [62] Ecoscore: How to calculate the CO2 emission from the fuel consumption? [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://ecoscore.be/en/info/ecoscore/co2>
- [63] Kilograms of CO2 per passenger kilometre for different modes of transport within the UK [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [http://www.aef.org.uk/downloads/Grams\\_CO2\\_transportmodesUK.pdf](http://www.aef.org.uk/downloads/Grams_CO2_transportmodesUK.pdf)
- [64] European Parliament: CO2 emissions from cars: facts and figures (infographics) [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [http://www.aef.org.uk/downloads/Grams\\_CO2\\_transportmodesUK.pdf](http://www.aef.org.uk/downloads/Grams_CO2_transportmodesUK.pdf)
- [65] Delijn: CO2-emissions of vehicles [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.delijn.be/en/overdelijn/organisatie/zorgzaam-ondernemen/milieu/co2-uitstoot-voertuigen.html>
- [66] Eco Passenger [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [http://ecopassenger.hafas.de/bin/query.exe/en?L=vs\\_uic&](http://ecopassenger.hafas.de/bin/query.exe/en?L=vs_uic&)
- [67] Electricity map: Dopad na klima podle oblasti Hodnocené podle uhlíkové intenzity spotřebované elektřiny (gCO2eq/kWh) [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.electricitymap.org/?page=map&solar=false&remote=true&wind=false>
- [68] ŠURKALA, Milan. Emise CO2 u elektromobilů: Tesla horší než BMW? [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.svetmobilne.cz/emise-co2-u-elektromobilu-tesla-horsi-nez-bmw/4645-2>
- [69] RenSMART: Carbon Emissions Calculator [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.rensmart.com/Calculators/KWH-to-CO2>

- [70] KOČÁRKOVÁ, Jaroslava. T-UNI: TUL měří spotřebu elektrické energie tramvají [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <http://tuni.tul.cz/rubriky/univerzita/fakulta-mechatroniky-informatiky-a-meziodorovovych-studii/id:19580/tul-meri-spotrebu-elektricke-energie-tramvaji>
- [71] TECHNICKÝ TÝDENÍK. Dopravní podnik hl. města Prahy šetří energii za miliony [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/dopravni-podnik-hl-mesta-prahy-setri-energii-za-miliony\\_17413.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/dopravni-podnik-hl-mesta-prahy-setri-energii-za-miliony_17413.html)
- [72] FINGERMANNOVÁ, Jana. Vyhodnocení spotřeby energie v osobní dopravě [online]. [cit. 2019-11-16]. Diplomová práce. ČVUT fakulta dopravní.
- [73] MCFLY. Bartini: The flying car [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://bartini.aero/>
- [74] KASLIWAL, Akshat a Noah J. FURBUSH. Role of flying cars in sustainable mobility [online]. 09.04.2019 [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-09426-0>
- [75] HAWKINS, Andrew J. Lillium's electric air taxi is finally actually flying in new video [online]. [cit. 2019-11-29]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2019/10/22/20925606/lilium-electric-air-taxi-flying-new-test-video>
- [76] Electric VTOL news. Airbus CityAirbusHome | eVTOL Aircraft Directory | Airbus CityAirbus [online]. [cit. 2019-11-29]. Dostupné z: <https://evtol.news/aircraft/airbus-helicopters/>
- [77] Electric VTOL news. Volocopter 2X [online]. [cit. 2019-11-29]. Dostupné z: <https://evtol.news/aircraft/volocopter-2x/>
- [78] Chytré město. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-11-29]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Chytr%C3%A9\\_m%C4%9Bsto](https://cs.wikipedia.org/wiki/Chytr%C3%A9_m%C4%9Bsto)

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Terminologie bezpilotních letadel; [1].....	10
Obrázek 2: DJI Phantom; mikro UAS; [4].....	12
Obrázek 3: RQ-11 Raven; malý UAS; [5].....	12
Obrázek 4: Ehang 184; střední UAS; [6].....	12
Obrázek 5; General Atomics MQ-1 Predator; velký UAS; [7].....	13
Obrázek 6: Diagram rozdělení bezpilotních letadel; vlastní úprava .....	14
Obrázek 7: Rozdělení jednotlivých parametrů v závislosti na provozních vlastnostech; vlastní úprava .....	17
Obrázek 8: Ehang 184; [15] .....	18
Obrázek 9: Cora Kittyhawk; [20] .....	19
Obrázek 10: Volocopter 2X; [21] .....	20
Obrázek 11: Uber Elevate; [22].....	21
Obrázek 12: CityAirbus; [26] .....	22
Obrázek 13: Lilium Jet; [31] .....	23
Obrázek 14: Zuri; [34] .....	24
Obrázek 15: 4 úrovně U-Space [56].....	35
Obrázek 16: Graf odpovědí na otázku 1.1.....	43
Obrázek 17: Graf odpovědí na otázku 1.2.....	43
Obrázek 18: Graf odpovědí na otázku 1.6.....	43
Obrázek 19: Graf odpovědí na otázku 1.9.....	44
Obrázek 20: Graf odpovědí na otázku 1.10.....	44
Obrázek 21: Graf odpovědí na otázku 2.1.....	44
Obrázek 22: Graf odpovědí na otázku 2.4.....	45

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení do skupin podle daných parametrů; [8] .....	13
Tabulka 2: Rozdělení do skupin podle daných parametrů; [8] .....	13
Tabulka 3: Rozdělení bezpilotních letadel určených k přepravě osob; [18], [21], [25], [27]...	15
Tabulka 4: Úrovně automatizace dle SAE; [11]; vlastní překlad .....	16
Tabulka 5: Výsledky statistických testů .....	46
Tabulka 6: SWOT analýza probírané technologie; vlastní úprava .....	55
Tabulka 7: Kontingenční tabulka četností hypotézy 1.....	81
Tabulka 8: Kontingenční tabulka četností hypotézy 2.....	81
Tabulka 9: Kontingenční tabulka četností hypotézy 3a.....	82
Tabulka 10: Kontingenční tabulka četností hypotézy 3b.....	82
Tabulka 11: Kontingenční tabulka četností hypotézy 3c.....	83
Tabulka 12: Kontingenční tabulka četností hypotézy 4.....	83
Tabulka 13: Kontingenční tabulka četností hypotézy 5.....	84
Tabulka 14: Kontingenční tabulka četností hypotézy 6.....	85
Tabulka 15: Kontingenční tabulka četností hypotézy 7.....	85
Tabulka 16: Kontingenční tabulka četností hypotézy 8.....	86

## Seznam Příloh

Příloha 1: Dotazník .....	66
Příloha 2: Kontingenční tabulky četností .....	81

# Příloha 1: Dotazník

Příloha 1: Dotazník



## Průzkum mínění potenciálních uživatelů městské vzdušné dopravy

\*Povinné pole

### 1.1 Pohlaví \*

- Žena
- Muž
- Jiné: \_\_\_\_\_

### 1.2 Věk \*

- Do 15 let
- 16 - 20 let
- 21 - 25 let
- 26 - 30 let
- 31 - 40 let
- 41 - 50 let
- 51 - 60 let
- 61 a více let

### 1.3 Povolání \*

Vaše odpověď \_\_\_\_\_

#### 1.4 Bydlím (obvykle se zdržuji) \*

Vaše odpověď \_\_\_\_\_

#### 1.5 Nejčastěji se dopravuji za účelem \*

- cesty do školy.
- cesty do práce.
- cesty za službami (nákup, návštěvy lékaře, kadeřnictví).
- cesty za volnočasovými aktivitami.
- Jiné: \_\_\_\_\_

#### 1.6 Nejvíce času strávím při cestách \*

- do školy.
- do práce.
- za službami.
- za volnočasovými aktivitami.
- Jiné: \_\_\_\_\_

#### 1.7 Při mé nejfrekventovanější cestě (odpověď z předešlé otázky) se dopravuji většinou \*

- pěšky.
- na kole.
- hromadnou dopravou.
- autem.
- službami taxi.
- Jiné: \_\_\_\_\_



1.8 Tato cesta je dlouhá přibližně \*

- méně než 1 kilometr.
- 2 - 4 kilometry.
- 5 - 7 kilometrů.
- 8 - 11 kilometrů.
- 12 - 15 kilometrů.
- 16 - 20 kilometrů.
- 21 - 30 kilometrů.
- 30 - 45 kilometrů.
- 46 - 60 kilometrů.
- více než 60 kilometrů.

1.9 Tato cesta mi zabere přibližně \*

- méně než 5 minut.
- 6 - 10 minut.
- 11 - 20 minut.
- 21 - 30 minut.
- 31 - 40 minut.
- 41 - 60 minut.
- více než 60 minut.

1.10 Jsem spokojen(a) s časem, který mi má cesta zabere. \*

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

1.11 Při rozhodování, jaký dopravní prostředek využít, se rozhodují podle \*

- ceny.
- komfortu.
- doby přepravy.
- ekologické stopy zanechané dopravním prostředkem.
- Jiné: \_\_\_\_\_

1.12 Reagujte na následující tvrzení. \*

	Určitě ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Určitě ne
Pokud by se zvýšil komfort během přepravy, byl(a) bych ochoten/ochotna zaplatit více	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pokud by se snížila doba přepravy, byl(a) bych ochoten/ochotna zaplatit více	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pokud by se snížila ekologická stopa zanechaná využívaným dopravním prostředkem, byl(a) bych ochoten/ochotna zaplatit více	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Městská vzdušná doprava

Bezpilotní letadla (drony) určené pro přepravu osob, známé také jako létající/vzdušné taxi, jsou typ bezpilotních letadel, které jsou schopné unést jednoho či více pasažérů. V tomto dotazníku jsou nazývány zkratkou DPAV (Driveless Passenger Aerial Vehicle).

Jejich vývoj a také integrace do vzdušného prostoru je nyní velmi populární. Existuje mnoho výrobců a provozovatelů, kteří se tuto technologii snaží zdokonalovat a připravovat podmínky nutné ke spuštění jejího provozu. Jejich hlavní uváděné využití je provoz v městské vzdušné dopravě. Počet pasažérů jednoho DPAV se pohybuje od 1 do 8-12 lidí.

Výrobci nyní lákají především na vysoké cestovní rychlosti, vysoký komfort, velmi nízké až nulové provozní znečišťování ovzduší, vysokou bezpečnost a další. Je velmi pravděpodobné, že v dohledné době bude provoz těchto technologií spuštěn ve vyspělých státech a oblastech a postupně bude implementován i v oblastech méně vyspělých. Pro více informací je možné se podívat na krátké video, případně navštívit stránky jednotlivých výrobců.

<http://www.ehang.com/ehang184/>

<https://cora.aero/press/>

<https://www.volocopter.com/en/product/>

<https://www.uber.com/us/en/elevate/>

<https://lilium.com/>

<https://zuri.com>

### EHANG 184



### 2.1 Jaký je váš pohled na přepravu vzduchem obecně? \*

- Pozitivní, rád(a) ji využívám.
- Pozitivní, nevyžívám ji.
- Neutrální.
- Negativní, přesto ji využívám.
- Negativní, nevyžívám ji.

## 2.2 Pokud negativní, z jakého důvodu?

- Hluk.
- Emise.
- Cena.
- Strach z létání.
- Jiné: \_\_\_\_\_

## 2.3 Pokud negativní, který z faktorů vám vadí nejvíce?

- Hluk.
- Emise.
- Cena.
- Strach z létání.
- Jiné: \_\_\_\_\_

2.4 Již jsem se setkal s pojmem "Bezpilotní letadlo určené pro přepravu osob" nebo "Vzdušné taxi" (Passenger drones; DPAV; Air taxi...). \*

- Ano
- Ne

## 2.5 Pokud ano, kde jste se s tímto pojmem setkal(a)?

Vaše odpověď \_\_\_\_\_

## 2.6 Seřadte faktory, podle kterých byste se rozhodovali, zda začít využívat DPAV. \*

	1 (Nejdůležitější)	2	3	4	5 (Nejméně důležité)
Doba přepravy z bodu A do bodu B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bezpečnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Znečištění ovzduší	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komfort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 2.7 Jaká by byla vaše reakce na výrazné zvýšení provozu v nízkých letových hladinách? \*

- Moc by se mi to líbilo.
- Asi by se mi to líbilo.
- Nevadilo by mi to.
- Asi by se mi to nelíbilo/Necítil(a) bych se dobře.
- Vůbec by se mi to nelíbilo.

## 2.8 Pokud by se vám to nelíbilo, z jakého důvodu?

- Ztráta soukromí.
- Hluk.
- Bezpečnost.
- Vizuelní znečištění.
- Jiné: \_\_\_\_\_

V následující části budou nabídnuty různé druhy přepravy na určitých reálných úsecích. Cena u automobilové dopravy je počítána za předpokladu cestování pouze řidiče bez dalších cestujících. Cena a čas u přepravy DPAV jsou orientační a odhadnuté na základě dostupných informací jednotlivých výrobců. Obrázky jsou pouze ilustrační.

### 3.1 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



- Cyklistická přeprava; Čas přepravy: 70 minut; Cena přepravy: zdarma



- MHD; Čas přepravy: 45 minut; Cena přepravy: 32,-



- Přeprava osobním automobilem; Čas přepravy: 30 minut; Cena přepravy: 80,-



- Přeprava pomocí taxi služeb; Čas přepravy: 30 minut; Cena přepravy: 350,-



- Přeprava DPAV; Čas přepravy: 10 minut; Cena přepravy: 300,-



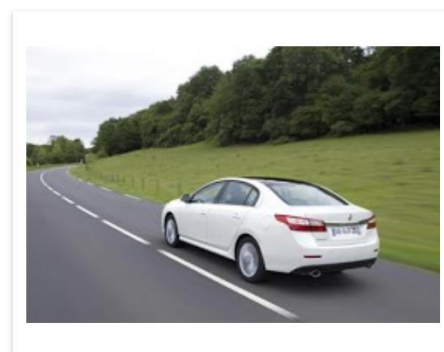
3.2 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



Cyklistická přeprava; Čas přepravy: 80 minut; Cena přepravy: zdarma



MHD; Čas přepravy: 55 minut; Cena přepravy: 30,-



Přeprava osobním automobilem; Čas přepravy: 25 minut; Cena přepravy: 80,-



Přeprava DPAV; Čas přepravy: 10 minut; Cena dopravy: 400,-

3.3 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



MHD; Čas přepravy: 70 minut; Cena přepravy: 70,-



Přeprava osobním automobilem; Čas přepravy: 45 minut; Cena přepravy: 200,-

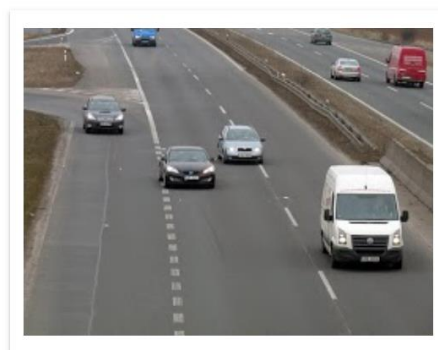


- Přepava DPAV; Čas přepravy:  
20 minut; Cena dopravy: 500,-

3.4 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



- Přeprava vlakem; Čas přepravy: 2 hodiny 15 minut;  
Cena přepravy: 265,-



- Přeprava osobním automobilem; Čas přepravy: 2 hodiny 47 minut; Cena přepravy: 800,-



- Přepava DPAV; Čas přepravy:  
40 minut; Cena dopravy:  
1000,-



V následující části budou nabídnuty různé druhy přepravy na určitých reálných úsecích. Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub> je orientačně počítáno podle dostupných zdrojů a jedná se o emise vyprodukované pouze BĚHEM PROVOZU. U elektricky poháněných prostředků je počítáno množství CO<sub>2</sub> vyprodukované během výroby elektřiny. Výsledné množství CO<sub>2</sub> je vypočítáno PRO JEDNOTLIVÉ DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY, NE PRO JEDNOHO CESTUJÍCÍHO. Cena u automobilové dopravy je počítána za předpokladu cestování pouze řidiče bez dalších cestujících. Čas a cena u přepravy DPAV je orientační a odhadnuta na základě dostupných informací jednotlivých výrobců. Obrázky jsou pouze ilustrační.

#### 4.1 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



- Cyklistická přeprava;  
Vzdálenost: 15 km; Množství  
vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>:  
0g; Cena přepravy: zdarma



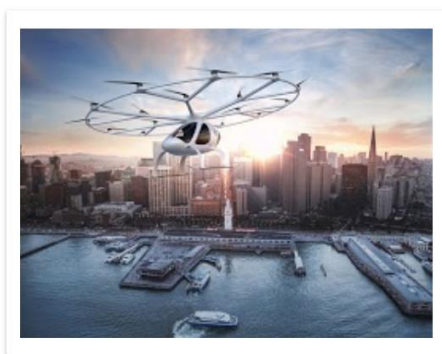
- MHD; Čas přepravy:  
Vzdálenost: 22 km; Množství  
vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>:  
26 400g; Cena přepravy: 32,-



- Přeprava osobním  
automobilem; Vzdálenost: 20  
km; Množství  
vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>:  
3900g; Cena přepravy: 80,-



- Přeprava pomocí taxi služeb;  
vzdálenost: 20 km; Množství  
vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>:  
3900g; Cena přepravy: 350,-



- Přeprava DPAV; Vzdálenost: 12 km; Množství vyprodukovaných emisí CO2: 1200g; Cena přepravy: 300,-

#### 4.2 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



- Cyklistická přeprava; Vzdálenost 19 km; Množství vyprodukovaných emisí CO2: 0g; Cena přepravy: zdarma



- Přeprava MHD; Vzdálenost 25 km; Množství vyprodukovaných emisí CO2: 19 350g; Cena přepravy: 30,-



- Přeprava osobním automobilem; Vzdálenost 20 km; Množství vyprodukovaných emisí CO2: 3900g; Cena přepravy: 80,-



- Přeprava DPAV; Vzdálenost 14 km; Množství vyprodukovaných emisí CO2: 1300g; Cena dopravy: 400,-

4.3 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



Přeprava MHD; Vzdálenost 45 km; Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>: 34 830g; Cena přepravy: 70,-



Přeprava osobním automobilem; Vzdálenost 40 km; Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>: 7800g; Cena přepravy: 150,-



Přeprava DPAV; Vzdálenost 30 km; Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>: 3300g; Cena dopravy: 500,-



4.4 Vyberte druh přepravy při cestě do práce/školy, který byste za daných podmínek zvolili. \*



Přeprava vlakem; Vzdálenost 150 km; Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>: 255 000g; Cena přepravy: 265,-



Přeprava osobním automobilem; Vzdálenost 200 km; Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>: 39 000g; Cena přepravy: 800,-



Přeprava DPAV; Vzdálenost 150 km; Množství vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub>: 18 000g; Cena dopravy: 1000,-

## Závěr

Nepovinný

Byly otázky srozumitelné?

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Přišlo vám téma dotazníku zajímavé?

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Máte jakékoliv poznámky nebo připomínky ať už k samotnému dotazníku či k problematice v dotazníku probírané? Prosím, napište je zde:

Vaše odpověď

---

## Příloha 2: Kontingenční tabulky četností

Tato příloha obsahuje kontingenční tabulky četností při ověřování jednotlivých hypotéz.

Příloha 2: Kontingenční tabulky četností

$H_1$ :

Tabulka 7: Kontingenční tabulka četností hypotézy 1

		Setkali se s pojmem			Procentuálně
		Ano	Ne	Total	
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	87	106	193	0,468447
	Ne	81	138	219	0,531553
	Total	168	244	412	

Předpokládané hodnoty	
78,69903	114,301
89,30097	129,699

P hodnota:	0,09537
------------	---------

$H_2$ :

Tabulka 8: Kontingenční tabulka četností hypotézy 2

		Spokojenost s časem tráveným na cestě				Součet	Procentuálně
		Ano	Spíše ano	Spíše ne	Ne		
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	40	71	64	18	193	0,470732
	Ne	73	73	53	18	217	0,529268
	Součet	113	144	117	36	410	

Předpokládané hodnoty			
53,19268	67,78537	55,075 61	16,946 34
59,80732	76,21463	61,924 39	19,053 66

P hodnota:	0,025254
------------	----------

$H_{3a}$ :

Tabulka 9: Kontingenční tabulka četností hypotézy 3a

		Byli by ochotni zaplatit více za komfort					Total	Procentuálně
		Určitě ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Určitě ne		
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	21	87	25	55	5	193	0,470732
	Ne	16	73	31	77	20	217	0,529268
	Total	37	160	56	132	25	410	

Předpokládané hodnoty				
17,41707	75,31707	26,36098	62,13659	11,76829
19,58293	84,68293	29,63902	69,86341	13,23171

P hodnota:	0,00778
------------	---------

$H_{3b}$ :

Tabulka 10: Kontingenční tabulka četností hypotézy 3b

		Byli by ochotni zaplatit více za snížení doby přepravy					Total	Procentuálně
		Určitě ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Určitě ne		
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	59	97	16	19	2	193	0,470732
	Ne	34	113	28	31	11	217	0,529268
	Total	93	210	44	50	13	410	

Předpokládané hodnoty				
43,77805	98,85366	20,7122	23,53659	6,119512
49,22195	111,1463	23,2878	26,46341	6,880488

P hodnota:	0,000792
------------	----------

$H_{3c}$ :

Tabulka 11: Kontingenční tabulka četností hypotézy 3c

		Byli by ochotni zaplatit více za snížení ekologické stopy					Total	Procentuálně
		Určitě ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Určitě ne		
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	50	77	30	22	14	193	0,470732
	Ne	44	82	42	21	28	217	0,529268
	Total	94	159	72	43	42	410	

Předpokládané hodnoty				
44,248	74,846	33,8926	20,241	19,770
78	34	8	46	73
49,751	84,153	38,1073	22,758	22,229
22	66	2	54	27

P hodnota:	0,211004
------------	----------

$H_4$ :

Tabulka 12: Kontingenční tabulka četností hypotézy 4

		Pohlaví			Procentuálně
		Muž	Žena	Total	
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	111	82	193	0,470732
	Ne	123	94	217	0,529268
	Total	234	176	410	

Předpokládané hodnoty	
110,1512	82,84878
123,8488	93,15122

P hodnota:	0,865272
------------	----------



$H_5$ :

Tabulka 13: Kontingenční tabulka četností hypotézy 5

		Věk						Total	Procentuálně
		0-20 let	21-25 let	26-30 let	31-40 let	41-50 let	51 a více let		
Kolikrát by využili DPAV	0x	48	60	41	31	22	15	217	0,527981
	1x	15	12	12	7	5	3	54	0,131387
	2x	17	20	7	8	7	6	65	0,158151
	3x	11	4	3	2	3	0	23	0,055961
	4x	11	4	2	3	3	2	25	0,060827
	5-8x	11	5	5	1	3	2	27	0,065693
	Total	113	105	70	52	43	28	411	

Předpokládané hodnoty					
59,6618	55,43796	36,95864	27,45499	22,70316	14,78345
14,846715	13,79562	9,19708	6,832117	5,649635	3,678832
17,871046	16,60584	11,07056	8,223844	6,800487	4,428224
6,323601	5,875912	3,917275	2,909976	2,406326	1,56691
6,8734793	6,386861	4,257908	3,163017	2,615572	1,703163
7,4233577	6,89781	4,59854	3,416058	2,824818	1,839416

P hodnota:	0,598388
------------	----------

$H_6$ :

Tabulka 14: Kontingenční tabulka četností hypotézy 6

		Reakce na zvýšení provozu				Procentuálně
		Líbilo	Nelíbilo	Nevadilo	Total	
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	59	49	85	193	0,470732
	Ne	30	118	69	217	0,529268
	Total	89	167	154	410	

Předpokládané hodnoty		
41,89512	78,6122	72,4927
47,10488	88,3878	81,5073

P hodnota: 0,000000047

$H_7$ :

Tabulka 15: Kontingenční tabulka četností hypotézy 7

		Pohled na přepravu vzduchem			Total	Procentuálně
		Pozitivní	Negativní	Neutrální		
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	111	31	51	193	0,470732
	Ne	100	74	43	217	0,529268
	Total	211	105	94	410	

Předpokládané hodnoty		
99,32439	49,42683	44,24878
111,6756	55,57317	49,75122

P hodnota: 0,000157

$H_8$ :

Tabulka 16: Kontingenční tabulka četností hypotézy 8

		Reakce na zvýšení provozu										Total	Procentuálně
		Méně než 1 km	2-4 km	5-7 km	8-11 km	12-15 km	16-20 km	21-30 km	31-45 km	46-60 km	60 a více km		
Využili by DPAV alespoň jednou	Ano	12	45	40	31	14	19	20	12	4	20	217	0,470732
	Ne	4	28	38	33	15	27	15	13	6	14	193	0,529268
	Total	16	73	78	64	29	46	35	25	10	34	410	

Předpokládané hodnoty										
8,46829	38,6365	41,2829	33,8731	15,3487	24,3463	18,5243	13,2317	5,29268	17,9951	
7,53170	34,3634	36,7170	30,1268	13,6512	21,6536	16,4756	11,7682	4,70731	16,0048	

P hodnota:	0,323503
------------	----------