



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Jakub Krejbich

**SPOLEČNÝ PROVOZ UAS A PILOTOVANÝCH
LETADEL NA NEŘÍZENÝCH LETIŠTÍCH**

Bakalářská práce

2018



K621..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Jakub Krejbich

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Společný provoz UAS a pilotovaných letadel na neřízených letištích**

Název tématu (anglicky): Common Use of UAS and Piloted Aircraft at Uncontrolled Aerodromes

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Analýza podmínek pro provoz dálkově řízených a autonomních UAS v ATZ v ČR a referenčních zemích
- Současné vize pro využití UAS a vývoj legislativy
- Omezení a nutné změny v provozování UAS pro naplnění současných vizí
- Koncepce testovacího neřízeného letiště



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: K. Dalamagkidis, K. P. Valavanis, et. al. - Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System
E. Atkins, A. Ollero, A Tsourdos - Unmanned Aircraft Systems
Letecký předpis L2 dodatek X

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Peter Vittek, Ph.D.

Ing. Ladislav Keller

Datum zadání bakalářské práce:

28. července 2017

(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:

13. června 2018

- 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

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



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Jakub Krejbich
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....28. července 2017

Poděkování

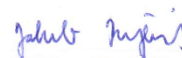
Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště bych pak rád poděkoval panu Ing. Ladislavu Kellerovi za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu její tvorby. Dále pak děkuji panu doc. Ing. Peterovi Vittekovi, Ph.D. za umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. Další poděkování patří pánům Ing. Petru Pištělákovi a Ing. Janu Fridrichovi za odborné konzultace týkající se řešené problematiky. V neposlední řadě je také mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

„Nemám závažný důvod proti užívání 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).“

„Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 13.6.2018



.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

SPOLEČNÝ PROVOZ UAS A PILOTOVANÝCH LETADEL NA NEŘÍZENÝCH
LETIŠTÍCH

Bakalářská práce
Červen 2018
Jakub Krejbich

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Společný provoz UAS a pilotovaných letadel na neřízených letištích“ je analyzovat podmínky bezpečné integrace provozu a na základě znalosti současné legislativy a provozních omezení navrhnout neřízené letiště se zaměřením na bezpilotní prostředky.

Klíčová slova

UAS, legislativní rámec, autonomní, dálkově řízené, koncept EASA, integrace, neřízené letiště

Abstract

The aim of this bachelor thesis named „Common Use of UAS and Piloted Aircraft at Uncontrolled Aerodromes“ is to analyse the conditions of safe traffic integration and, based on knowledge of current legislation and operational restrictions, to design an uncontrolled aerodrome focused on unmanned vehicles.

Keywords

UAS, legislative framework, autonomous, remotely piloted, EASA concept, integration, uncontrolled aerodrome

Obsah

1	ÚVOD	8
1.1	ZÁKLADNÍ DEFINICE	9
1.2	ROZDĚLENÍ	10
1.3	MULTIKOPTÉRY	11
1.4	HISTORIE	15
2	PODMÍNKY PRO PROVOZ UAS V ČR A REFERENČNÍCH ZEMÍCH:	18
2.1	ZÁKON 49/1997 Sb §2 BOD (2)	19
2.2	ZÁKON 49/1997 Sb §3 ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ.....	20
2.3	ZÁKON 49/1997 Sb §52 LÉTÁNÍ BEZ PILOTA NA PALUBĚ.....	20
2.4	LETECKÉ PŘEDPISY ŘADY L.....	20
2.5	ROZDÍLY MEZI AUTONOMNÍMI A DÁLKOVĚ ŘÍZENÝMI LETADLY	22
2.6	SROVNÁNÍ PODMÍNEK PRO UAS	22
2.6.1	<i>Podmínky pro UAS v ČR</i>	22
2.6.2	<i>Podmínky pro UAS v USA</i>	23
2.6.3	<i>Podmínky pro UAS na Slovensku</i>	25
2.6.4	<i>Zhodnocení srovnání</i>	25
2.7	VYUŽITÍ AUTONOMNÍCH LETADEL.....	27
3	LEGISLATIVNÍ RÁMEC UAS A JEHO VÝVOJ	29
3.1	ICAO OBĚŽNÍK Č. 328 – UAS.....	30
3.2	NÁVRH NA VYTVOŘENÍ SPOLEČNÝCH PŘEDPISŮ PRO PROVOZ UAS V EVROPĚ – KONCEPT EASA	31
3.2.1	<i>Otevřená kategorie</i>	33
3.2.2	<i>Specifická kategorie</i>	35
3.2.3	<i>Certifikovaná kategorie</i>	36
3.2.4	<i>Opinion No 01/2018</i>	37
3.2.1	<i>Bezpečný provoz dronů v Evropě</i>	39
4	OMEZENÍ A NUTNÉ ZMĚNY V PROVOZOVÁNÍ UAS	40

4.1	SROVNÁNÍ UAS S PILOTOVANÝMI LETADLY	40
4.2	POŽADAVKY NA PROVOZ UAS	42
4.3	SDÍLENÍ VZDUŠNÉHO PROSTORU	43
4.4	OCHRANA PŘED PROTIPRÁVNÍMI ČINY	44
5	KONCEPT TESTOVACÍHO NEŘÍZENÉHO LETIŠTĚ.....	46
5.1	LETIŠTNÍ LETOVÁ INFORMAČNÍ SLUŽBA AFIS	46
5.2	MOŽNOSTI VYTVOŘENÍ NEŘÍZENÉHO TESTOVACÍHO LETIŠTĚ	47
5.3	TESTOVACÍ LETIŠTĚ V BLÍZKOSTI JINÉHO LETIŠTĚ	47
5.3.1	<i>ML Sobínka</i>	<i>49</i>
5.3.2	<i>Provozní podmínky pro testovací letiště v CTR.....</i>	<i>52</i>
5.3.3	<i>ML Tuřany</i>	<i>55</i>
5.3.4	<i>Provozní podmínky pro testovací letiště v ATZ.....</i>	<i>55</i>
5.4	TESTOVACÍ LETIŠTĚ VE VZDUŠNÉM PROSTORU TŘÍDY G	57
5.4.1	<i>Eldorado Droneport</i>	<i>57</i>
5.5	SHRNUTÍ PROVOZNÍCH PODMÍNEK.....	58
5.6	ZŘÍZENÍ DRÁHOVÝCH KORIDORŮ V BLÍZKOSTI LETIŠTĚ	59
6	ZÁVĚR	61
7	POUŽITÉ ZDROJE	64
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
9	SEZNAM TABULEK A GRAFŮ.....	67
10	SEZNAM PŘÍLOH	67
11	PŘÍLOHY	68

Seznam použitých zkratek:

ACAS	Airborne collision avoidance system	Palubní protisrážkový systém
ADS-B	Automatic dependent surveillance – broadcast	Automatický závislý přehledový systém - vysílání
AFIS	Aerodrome flight information service	Letištní letová informační služba
AGL	Above Ground level	Nad úrovní země
ATZ	Aerodrome traffic zone	Letištní provozní zóna
BVLOS	Beyond visual line-of-sight	Provoz bez vizuálního kontaktu pilota
CR	Close range	Blízký dolet
CTR	Controlled traffic region	Řízený okresek letiště
ČR	Česká republika	
DC	Direct current	Stejnoseměrný proud
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
ELOS	Equivalent Level of Safety	Odpovídající úroveň bezpečnosti
ESC	Electronic Speed Controller	Regulátor
EU	European Union	Evropská Unie
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
GPS	Global Positioning System	Globální polohový systém
HALE	High altitude, long endurance	Vysoká hladina, dlouhá výdrž
HOP	Hustě osídlené prostory	
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
JARUS	Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems	Sdružení úřadů pro předpisovou činnost v oblasti bezpilotních systémů
LADP	Low altitude deep penetration	Nízká hladina, hluboký průnik
LALE	Low altitude long endurance	Nízká hladina, dlouhá výdrž
LUC	Light UAS operator certificate	Certifikát pro provozovatele lehkých UAS
MALE	Medium altitude, long endurance	Střední hladina, dlouhá výdrž
MCTR	Military controlled traffic region	Vojenský řízený okresek letiště
ML	Modelářské letiště	
MR	Medium range	Střední dolet
MRE	Medium range endurance	Střední dolet, výdrž
MTOM	Maximum Take-Off Mass	Maximální vzletová hmotnost
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
NOTAM	Notice to Airmen	Poznámka pro letce
NPA	Notice of Proposed Amendment	Oznámení o navrhované změně
QFE	The atmospheric pressure at aerodrome elevation (or at runway threshold)	Atmosférický tlak vztažený k výšce letiště nad mořem (nebo prahu dráhy)
QNH	Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on the ground	Atmosférický tlak redukovaný na střední hladinu moře
RA	Resolution Advisory	Rada k vyhnutí
RMZ	Radio Mandatory Zone	Oblast s povinným rádiovým spojením
ROC	Remote Operator Certificate	Certifikát provozovatele dálkově řízených dronů
RPA	Remotely piloted aircraft	Dálkově řízené letadlo
RPAS	Remotely piloted aircraft system	Systém dálkově řízeného letadla
RTH	Return to home	Automatický návrat na místo vzletu
ŘLP	Řízení letového provozu	
SN	Serial number	Sériové číslo
SR	Short range	Krátký dolet
SSR	Secondary Surveillance Radar	Sekundární přehledový radar

TA	Traffic Advisory	Provozní doporučení
UA	Unmanned aircraft	Bezpilotní letadlo
UAS	Unmanned Aircraft System	Bezpilotní systém
UAV	Unmanned Aircraft Vehicle	Bezpilotní letadlo
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle	Bezpilotní bojový létající prostředek
ÚCL	Úřad pro civilní letectví	
USA	United States of America	Spojené státy americké
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod	
V1	Vergeltungswaffe 1	Odvetná zbraň
VFR	Visual flight rules	Pravidla pro let za viditelnosti
VLOS	Visual line-of-sight	Provoz při vizuálním kontaktu pilota

1 Úvod

Společný provoz pilotovaných a bezpilotních letadel je i dnes v leteckém průmyslu stále velkou otázkou. Díky rychlému vývoji technologií nachází bezpilotní prostředky stále větší a větší uplatnění i v civilním sektoru. Už dávno se nejedná pouze o vojenskou záležitost. Nacházíme se v době, kdy si své bezpilotní letadlo může koupit prakticky každý, bez ohledu na zkušenosti s létáním nebo dokonce základní letecké znalosti.

I přes takový ohromný vývoj visí i po mnoha letech snažení nad procesem integrace otazník. Jakým způsobem lze bezpilotní prostředky bezpečně zařadit do provozu? S jakými technickými a legislativními problémy je potřeba se nejprve vypořádat? Co to vlastně bezpilotní prostředky jsou? Jaké mají výhody oproti tradičním pilotovaným letadlům? Měl by jejich provoz být nějakým způsobem regulován? Podobných otázek je dnes celé množství, proto jsem se rozhodl nad tímto novodobým fenoménem v rámci své bakalářské práce zamyslet a podívat se na celou problematiku podrobněji. Cílem této práce je tak na některé otázky odpovědět a nalézt řešení v podobě konceptu testovacího letiště pro bezpilotní létání. Začnu ale pěkně po pořádku.

Bezpilotní letoun, dron, nebo také UAV (z anglického Unmanned Aircraft Vehicle) je letadlo bez pilota nebo posádky, které může být řízeno na dálku, nebo létat zcela samostatně. Autonomní let lze uskutečnit díky speciálně naprogramovaným letovým plánům nebo pomocí nejrůznějších autonomních systémů. Termín UAV se již používá řadu let, nicméně v poslední době se také objevil termín UAS. Jaký je tedy mezi těmito zkratkami vlastně rozdíl?

UAS (Unmanned Aircraft System), česky bezpilotní systém, již není pouze bezpilotním letadlem, které je schopno létat bez pilota, ale obsahuje také ostatní prvky, které dohromady tvoří celý systém. Mezi tyto prvky lze zařadit například komunikační spojení nebo zařízení pro vypuštění a návrat. V této práci je užívána zkratka UAS, která je v odborné literatuře dnes daleko rozšířenější. Zkratka UAV, poukazující na bezpilotní letadla samotná, je použita pouze v případech, kdy ostatní částí systému nejsou relevantní.

Odborně nazýváme bezpilotní prostředky UAV či UAS, jelikož jsou, jak již název vypovídá, provozovány bez pilota na palubě. Nicméně velice rozšířené je také označení dron, vycházející z anglického „drone“, který má několik dalších významů – hučet, bzučet atd. [1] Pro potřeby této bakalářské práce budu používat pro označení bezpilotních prostředků jak obě výše zmíněné odborné zkratky, tak slovo dron.

Bezpilotní létání má obrovský potenciál pro celosvětovou ekonomiku. Lze očekávat, že v budoucnu může rozvoj bezpilotních prostředků vést k vytvoření nových pracovních příležitostí. Otevírá tak dveře novým společnostem, které se v tomto odvětví rozhodnou začít podnikat. Jejich výhody však nejsou pouze komerčního rázu. S pomocí dronů lze zachraňovat také lidské životy. Mohou být velice efektivně používány pro záchranné akce během přírodních katastrof, nebo například pro kontrolu elektrického vedení. Tím se minimalizuje riziko ohrožení lidského života nebo zdraví. Dalším pozitivním dopadem může být snížení emisí, které lze docílit výměnou velkých a těžkých helikoptér za malé, elektricky poháněné drony.

1.1 Základní definice

Ačkoli již zkratky UAS a UAV byly zmíněny, nejsou jediné, které se ve spojitosti s bezpilotním létáním používají. Existuje jich celá řada. Úřad civilního letectví ČR rozeznává tyto typy bezpilotních prostředků:

- Autonomní letadlo (Autonomous aircraft) - bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu.
- Bezpilotní letadlo (UA – Unmanned aircraft) - letadlo určené k provozu bez pilota na palubě
- Dálkově řízené letadlo (RPA – Remotely piloted aircraft) - bezpilotní letadlo, které pilot může řídit dálkově. Může obsahovat automatické systémy řízení letu.
- Bezpilotní systém (UAS – Unmanned aircraft system) – systém, který se skládá z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného pro umožnění letu, jako například zařízení pro vypuštění a návrat nebo komunikační spojení. Bezpilotních letadel, řídicích stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního systému více.
- Systém dálkově řízeného letadla (RPAS – Remotely piloted aircraft system) – Dálkově řízené letadlo, příslušná dálkově řídicí stanice, nezbytné řídicí a kontrolní spoje a jakékoliv další součásti uvedené v typovém návrhu.
- Model letadla (Model aircraft) - letadlo, které není schopné nést člověka na palubě, je používáno pro soutěžní, sportovní nebo rekreační účely, není vybaveno žádným zařízením umožňujícím automatický let na zvolené místo, a které v případě volného modelu není dálkově řízeno jinak, než za účelem ukončení letu nebo v případě dálkově řízeného modelu, které je po celou dobu letu pomocí vysílače přímo řízené pilotem v jeho vizuálním dohledu. [2]

Zároveň byly také pro potřeby UAS definovány následující pojmy:

- Dálkově řídicí pilot (Remote pilot) – Osoba pověřená provozovatelem povinnostmi nezbytnými pro provoz dálkově řízeného letadla, která ovládá systémy řízení během doby letu.
- Dálkově řídicí stanice (Remote pilot station) – Součást systému dálkově řízeného letadla obsahující vybavení k řízení dálkově řízeného letadla. [1]

1.2 Rozdělení

Bezpilotní prostředky se mohou velikostně lišit od velmi malých letadel (drony vážící pouze několik desítek gramů) až po ohromná letadla jako je například 15 t vážící model Global Hawk, používaný americkou vládní agenturou NASA pro vědecké účely. Hmotnost však není jediným parametrem, podle kterého lze UAS dělit. Existuje jich celá řada, mimo jiné například použití, velikost, pohonné jednotky, stupeň autonomie apod. Nutno podotknout, že některé z těchto parametrů zcela nereflktují základní bezpečnostní charakteristiky, které jsou pro integraci bezpilotních prostředků klíčové. Rozdělení UAS, které tyto požadavky rozlišuje, nalezneme v tabulce níže. Kromě hmotnosti obsahuje také informace o dosahu, letové výšce či výdrž. [3]

Tabulka 1. Kategorizace UAS [3]

Zkratka	Anglicky	Česky	Hmotnost (kg)	Dosah (km)	Výška (m)	Výdrž (h)
Micro	Micro	Mikro	<5	<10	250	1
Mini	Mini	Mini	20-150	<10	150-300	<2
CR	Close range	Blízký dolet	25-150	10-30	3000	2-4
SR	Short range	Krátký dolet	50-250	30-70	3000	3-6
MR	Medium range	Střední dolet	150-500	70-200	5000	6-10
MRE	Medium Range Endurance	Střední dolet, výdrž	500-1500	>500	8000	10-18
LADP	Low Alt. Deep Penetration	Nízká hladina, hluboký průnik	250-2500	>250	50-9000	0,5-1
LALE	Low Alt. Long Endurance	Nízká hladina, dlouhá výdrž	15-25	>500	3000	>24
MALE	Medium Altitude Long Endurance	Střední hladina, dlouhá výdrž	1000- 1500	>500	3000	24-48
HALE	High altitude Long Endurance	Vysoká hladina, dlouhá výdrž	2500- 5000	>2000	20000	24-48
Strat.	Stratospheric	Stratosférický	>2500	>2000	20000	24-48
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle	Bezpilotní bojový létající prostředek	>1000	1500	12000	2
Lethal	Lethal	Smrtící	TBD	300	4000	3-4
Decoys	Decoys	Návnada	150-250	0-500	50-5000	<4

Hlavním parametrem používaným obecně pro klasifikaci letadel je MTOM. Problémem je ale to, že hmotnosti bezpilotních letounů bývají mnohem nižší než ty, které nalezneme u těch pilotovaných. Bepilotní prostředky tedy nelze pro legislativní účely zařadit do již existujících kategorií. Naskytla se tudíž potřeba vytvořit nové hmotnostní kategorie. MTOM je dobrým parametrem pro určení třídy letadel vzhledem k tomu, že dobře odpovídá jeho očekávané kinetické energii, což je považováno za hlavní faktor pravděpodobnosti vzniku nehod.

Uvedené rozdělení je důležité z důvodu rozdílů bezpečnostních rizik, která letadla v různých kategoriích představují. Například třída Mikro a Mini, jak je definováno v tabulce, jsou tak lehké, že je téměř nemožné, aby srážkou se zemí způsobily vážnější zranění. Zároveň se nepředpokládá, že by způsobovaly problémy v leteckém provozu, pokud se budou držet ve vyhrazených prostorách.

Dalším způsobem, jak lze UAS rozdělit, a který je zároveň vhodný pro proces certifikace letadel, je na základě jejich úrovně autonomie. Několik takových kategorií již v minulosti vzniklo, nicméně ne všechny mohly být pro potřeby bezpilotního létání použity. Rozdělení, které odlišnosti bezpilotních prostředků bere do úvahy, je uvedeno níže.

- Dálkově ovládaný: Certifikovaný pilot dálkově ovládá systém buď v dohlednosti letadla (VLOS) nebo díky údajům ze senzorů UA.
- Dálkově řízený (poloautonomní): UA dostává pokročilé příkazy (bod na trase, sledování objektu atd.) a jeho provoz je monitorován vyškoleným operátorem.
- Plně autonomní: UA dostává obecné úkoly a je schopno určit, jak jich dosáhnout. Může monitorovat svůj vlastní stav a po výskytu chyby jednat samostatně.

Tento návrh je užitečný zejména pro legislativní účely, jelikož je založen na tom, kde se nachází odpovědná autorita a kdo je za chod systému zodpovědný.

Kromě zde zmíněných rozdělení existují také vojenská, která mají na letovou způsobilost odlišné požadavky z důvodu specifického provozu. Pro všechny kategorie je potřeba prokázat dostatečnou kvalifikaci operátora a letovou způsobilost. Navíc jsou některé kategorie omezeny pouze pro lety v dohlednosti pilota, tzv. VLOS (Visual Line-of-sight). [3]

1.3 Multikoptéry

V civilním sektoru bezpilotních prostředků jsou dnes velice populární tzv. multikoptéry. Cenově jsou již běžně dostupné, a používají se nejčastěji pro letecké práce, nebo pouze

pro soukromé snímkování. Jak se na jejich definici dívá česká legislativa a jaké má multikoptéra technické specifikace?

Oficiální definice v současné době neexistuje. Naše Ministerstvo dopravy, společně s ÚCL, považují multikoptéry za vrtulníky, odborná veřejnost potom za letadla s pohonem vztlaku nebo bezkřídla letadla. Vrtule jsou však součástí pohonných jednotek, nejedná se o nosné rotory, které spadají do kategorie rotujících nosných ploch. Jedná se o motorové vrtulové letadlo s přibližně svislou osou rotace nosných pohonných jednotek. Aerodynamická síla je vyvozována na nosných vrtulových listech. Pohyb letadla je realizován změnou otáček vrtulí. Mezi přední výrobce patří čínská firma DJI, jejíž multikoptéru označenou jako Phantom 4 nalezneme na následujícím obrázku.



Obr.1: Kvadroptéra Phantom 4 od společnosti DJI [4]

Multikoptéry lze dělit podle počtu pohonných jednotek. Dá se říci, že jejich počet není omezený, ovšem nejčastěji používané jsou kvadroptéry (4 jednotky). Méně častěji se setkáme potom s trikoptéry (3 pohonné jednotky), hexakoptéry (6 pohonných jednotek) a oktokopty (8 jednotek). Vzhledem k faktu, že nejčastěji se používají multikoptéry s čtyřmi pohonnými jednotkami, budu se dále v práci věnovat hlavně tomuto druhu.

Mezi základní části patří bezpilotní systém skládající se z multikoptéry samotné, vysílače nebo pozemní řídicí stanice a dalšího příslušenství nutného k provozu (zde řadíme kupříkladu nabíječ pohonných baterií, kameru apod.). Samotná kvadroptéra

se skládá z tzv. těla, kam se umísťuje elektronika a pohonné baterie. Na tělo jsou následně připojena ramena, na kterých jsou umístěny pohonné jednotky. V případě kvadrokoptéry je počet ramen a jednotek přesně čtyři. Kromě ramen jsou k tělu multikoptéry připevněny také přistávací zařízení a tzv. užitečné zatížení – např. kamera nebo fotoaparát.

Přistávací zařízení multikoptéry se skládá zpravidla z pevné ližiny nebo nohy. Výjimkou nejsou polohovací zařízení – při vzletu a přistání jsou ližiny ve vertikální poloze a za letu v poloze horizontální. Tělo multikoptéry je vyrobeno z pevných plastů vyztužených uhlíkem nebo kompozitem. U amatérských konstrukcí jsou těla a ramena často vyrobená z překližky nebo uhlíkových desek a následně lepená epoxidovými lepidly.

Jak jsem již zmiňoval, nejrozšířenějším pohonem jsou elektrické motory. Ty se skládají z vrtule, elektromotoru, regulátoru a pohonné baterie. V současné době se nejčastěji používají bezkomutátorové elektromotory, pro které se také našel anglický termín brushless motor DC. Tyto motory jsou považovány za stejnosměrné. Jejich nespornou výhodou je vyšší účinnost a také mnohonásobně delší životnost. Na druhou stranu, pořizovací cena je adekvátně vyšší. Další částí pohonné jednotky je regulátor. Jedná se o modul s elektronikou, který se označuje také anglickou zkratkou Electronic Speed Controller (ESC). Jeho hlavní funkcí je náhrada mechanického komutátoru, který se v motoru nenachází. Regulátor zajišťuje přepínání proudu do správných cívek ve správném okamžiku a také reguluje otáčky změnou proudových pulzů. Jako vrtule se nejčastěji používají ty dvoulisté vyrobené z pevných plastů. Méně často se potom u multikoptér setkáme s vrtulí kompozitovou. Poslední částí jsou pohonné baterie. Nejvýhodnější je použití tzv. Li-Pol baterií z důvodu nízké hmotnosti a vysoké koncentrace elektrického náboje. Počet jejich článků a kapacita baterie závisí na hmotnosti multikoptéry a počtu pohonných jednotek. Počet článků se pohybuje od dvou do šesti.

Princip činnosti multikoptéry lze popsat tím způsobem, že pilot pomocí řídicích pák a dalších ovládacích prvků předává signál do vysílače. Ten signál pošle dál přímo do multikoptéry, konkrétně do její řídicí jednotky. Ta přijatý signál zpracuje a pošle jej do regulátoru, který podle příkazu provede úpravu otáček jednotlivých vrtulí. V dnešní době pracují vysílače na kmitočtu 2,4 GHz a u profesionálně vyráběných multikoptér, je vysílač už předem spárován s konkrétní multikoptérou – tudíž jej nelze použít pro žádnou další. Případné spárování může provést až specializovaný servis. Pokud se podíváme na amatérsky vyrobené drony, zde je běžné použití univerzálních

modelářských vysílačů s pamětí na několik modelů a jejich případné párování může provést téměř každý, kdo umí alespoň trochu programovat.

Letové režimy multikoptér lze jednoduše rozdělit, podobně jako u ostatních letadel, na manuální, poloautomatické a automatické. Jednotnou terminologii bychom však u výrobců hledali marně, tudíž každý používá jiné názvy.

- **Manuální režim** - V tomto režimu je multikoptéra ovládána pouze pomocí vysílače dálkově řídicím pilotem. Všechny pomocné stabilizace a omezení jsou vypnuté. V tomto režimu lze létat akrobacii a jakoukoli odchylku od požadovaného režimu letu je nutno kompenzovat ručně. Pro snímkování nebo natáčení je tento režim letu zcela nevhodný, některé multikoptéry jej ani nemají k dispozici.
- **GPS režim** – Jedná se o poloautomatický režim, kdy dron udržuje režim letu, který zadal pilot na vysílači. Lze však pomocí páček na vysílači měnit příkazy. Pokud se však vlivem poryvu větru během visení začne pohybovat jakýmkoli směrem, autopilot nastaví horizontální polohu a následně multikoptéru vrátí na místo, kde se před poryvem nacházela.
- **Attitude režim** – Také se jedná o poloautomatický režim, kdy multikoptéra opět udržuje režim letu zadaný pilotem na vysílači, podobně jako u režimu GPS.
- **Automatický režim** - Již podle názvu vyplývá, že se jedná o přednastavený režim letu, kdy pilot naprogramuje autopilota a multikoptéru podle zadaného programu provede let. V jakékoli fázi letu však lze přejít do jiného než automatického režimu nebo přednastavený program změnit, tudíž se v žádném případě nejedná o autonomní let.
- **Fail Safe** – Jedná se o letový režim používaný v situacích, kdy dojde k narušení buď datového nebo řídicího spoje (např. závada na vysílači). Do tohoto režimu lze přejít i manuálně, kdykoli to pilot multikoptéry považuje za nutné. Nejčastěji používaná nastavení režimu Fail Safe jsou RTH (Return to home) a Auto Hovering. V prvním případě, tedy u RTH je nutné přijímat signál od minimálně 6 satelitů GPS. Při zapnutí multikoptéry GPS senzor uloží do paměti polohu před vzletem. Pokud dojde během provozu k poruše na datovém spoji, aktivuje se systém RTH, a multikoptéra se vrátí na místo, odkud prve vzlétla. Nejprve přejde do mírného klesání a poté přistane poblíž. V případě režimu Auto Hovering (česky automatické visení), nemusí být multikoptéra vybavena GPS senzorem, jako u předchozího režimu. Využívá se jej v případě, že se dron nachází mimo krytí alespoň 6 satelitů GPS. Pokud dojde ke ztrátě spojení v režimu Auto Hovering,

multikoptéra přejde do visení a s pomalým klesáním přistane na zem. I v tomto případě lze režim aktivovat příslušným tlačítkem na vysílači.

- Další režimy – Mezi další režimy, které se u multikoptér používají můžeme řadit například režim Follow Me, Home Lock, Course Lock, automatický vzlet a automatické přistání. Tyto režimy usnadňují řízení multikoptéry v různých fázích letu a existuje jich celá řada a výrobci neustále přichází s novými. Jejich názvy a použité režimy letu by měly být popsány v návodu pro použití (User manual) a závisí na výrobci a typu multikoptéry. Například režim Home Lock umožňuje návrat multikoptéry k pilotovi nehledě na to, jakým způsobem je k němu natočena. Tento režim je užitečný obzvláště v případech, kdy díky velké vzdálenosti mezi pilotem a dronem nelze spolehlivě určit polohu multikoptéry. [1]

1.4 Historie

Moderní UAS se objevily už během První světové války (1916). Nicméně myšlenka „létajícího stroje“ se poprvé objevila již před 2 500 lety. Pythagoras, Archimedes a další studovali použití autonomních mechanismů pro široké použití. První známý autonomní létající stroj je připisován starořeckému matematikovi a filozofovi Archytovi z Tarentu (428 př.n.l. – 347 př.n.l.), který bývá označován jako Leonardo da Vinci starověku. Sám navrhl a postavil několik strojů. Mezi tyto stroje patřil například mechanický holub, který létal podobně jako opravdoví ptáci, tedy za pomoci máchání křídel. energii získával z mechanismu umístěného v jeho břicho. Uvádí se, že dokázal uletět zhruba 200 m, než spotřeboval veškerou energii. Znova vzlétnout mohl až ve chvíli, kdy byl mechanismus resetován.

Následovaly další pokusy jak ze starověké Číny, tak i o několik století později od samotného Da Vinciho. [3] Avšak první zaznamenaný pokus o použití bezpilotního prostředku v armádě proběhl v bouřlivé Evropě po událostech revolučního roku 1848, kdy došlo v Itálii k osamostatnění tzv. Benátské republiky. Rakouská vojska se rozhodla využít zcela nový způsob odstřelování města za použití horkovzdušných balónů. Ty však byly velice náchylné na vítr, tudíž vojenské odstřelování jako takové nemělo příliš úspěch. Podobné experimenty provedla i armáda během americké občanské války v roce 1861. I zde však horkovzdušné balóny napěchované výbušninami nepřinesly nic převratného. Obě použití mají s UAS, které se používají v armádě dnes, pramálo společného. Snad jen využití létajícího stroje na dálku, avšak technologie je zcela odlišná. S ovládním na dálku přišel až na konci devatenáctého století srbský fyzik Nikola Tesla. Za svůj pokus z roku 1898 získal patent na dálkové ovládní radiovými vlnami, bez kterého by dnešní UAS nemohly fungovat. [5]

Následovalo válečné období, které vývoj v oblasti bojových letounů značně podpořilo. Jak první, tak druhá světová válka přinesla do světa letectví velký pokrok, obzvláště do toho vojenského. Mezi nejvýznamnější bezpilotní prostředky válečné doby patřily německé odvetné zbraně Vergeltungswaffe, označené jako V-1 a V-2. Dříve používaná V-1 je klasický bezpilotní letoun, který byl použit jako první řízená střela v reálném konfliktu vůbec. Její vyobrazení zachycuje následující obrázek.



Obr.2: Německá střela V-1 z dob 2. světové války [6]

Její konstrukce byla celokovová, s obdélníkovými křídly a pulzačním motorem. Řídící plochy byly obdobné, jako u klasických letounů. Start byl prováděn buď z pozemních ramp, nebo byly do vzduchu vynášeny jinými letadly. Trasu letu měl na starosti jednoduchý autopilot, který na základě gyroskopů udržoval stálý předem zvolený kurz. V přední části letadla se nacházela malá vrtulka, kterou roztáčel proud vzduchu. Na základě vzdálenosti se vypočítal potřebný počet otáček vrtule, po jehož dosažení došlo k zablokování kormidel a vysunutí spoilerů. Tím se letadlo dostalo do pádové fáze, kdy po dosažení povrchu zemského explodovalo. Podobné snahy mělo i americké námořnictvo. Ti se však rozhodli provést testovací navádění střel pomocí přenosu obrazu. Takovýmto způsobem pak vznikl bezpilotní letoun TDR-1, který obsahoval televizní naváděcí systém a byl zdárně použit pro válku v Tichomoří. Nicméně pravděpodobně neúspěšnějším bezpilotním letadlem válečné doby byl letoun OQ-2, který sloužil jako cvičný model letectva a námořnictva. Mezi lety 1939 a 1945 se ve Velké Británii vyrobilo více než 15 000 kusů v nejrůznějších verzích.

Po konci 2. světové války došlo k velkému rozmachu civilního letectví. Z vojenského pohledu byla největší poptávka po špionážních letadlech, z důvodu napjatých vztahů mezi mocnostmi během studené války. Pro tento druh prací se UAS jeví jako ideální

koncept letadla, proto bylo v této době vyvinuto hned několik z nich. V polovině 50. let byl vyroben letoun MQM-57 Falconer, který vznikl na základech cvičných modelů řady OQ. Pravděpodobně prvním bezpilotním prostředkem, který by se dal podle dnešních definic zařadit do kategorie UAS byl Ryan Model 147. Ten se používal pro americké průzkumné mise v Číně, Vietnamu a dalších zemích během šedesátých a sedmdesátých let, nebo po úpravě pro cvičné sestřely. Verze pro dlouhé špionážní lety, AQM-34 N, létala ve výšce zhruba 18 km s doletem téměř 4 000 km a s nejvyšší rychlostí až 676 km/h. Bzpilotní letoun startoval z letícího letadla a pro přistání byl zkonstruován speciální padák. Letoun Ryan Model 147 je zobrazen na obrázku níže. [3]



Obr.3: Bzpilotní letoun Ryan Model 147 [7]

Současná doba je na nové modely bezpilotních letadel velmi bohatá. Výrobci se již nemusí omezovat na technologie, a tak se setkáváme s UAS různých velikostí, konstrukcí nebo použití. Zároveň, díky absenci posádky a pilota na palubě letadla, mohou se konstruktéři snadno oprostít od klasických vzorů pilotovaných letadel. Rozdíly bychom také našli u pohonu UAS, kdy se velice často využívá elektromotorů nebo turbovrtulových motorů, které bývají umístěny v zadní části letounu, z důvodu ochrany nejrůznějších senzorů a čidel, kterými jsou dnešní bezpilotní prostředky vybaveny. Mezi nejznámější modely současného vojenského bezpilotního letectví patří zejména MQ-1 Predator nebo RQ-4 Global Hawk. Oba jsou průzkumnými letouny. Predator je poháněn pístovým motorem s doletem asi 730 km a maximální rychlostí 217 km/h. Může také nést celkem dvě rakety. Na druhou stranu, Global Hawk létá v mnohem vyšších hladinách s doletem až 22 000 km. Je poháněn dvouproudovým motorem Rolls-Royce, který je umístěn v zadní části trupu mezi dvěma ocasními plochami ve tvaru písmene „V“. [8]

Mezi moderní systémy lze zařadit také tzv. střely s plochou dráhou letu neboli křížující střely. Tato kategorie zahrnuje velké množství bojových prostředků, od již zmiňovaných a pověstných V-1 až po střely nejnovější generace, které jsou schopné překonat vzdálenost až několik tisíc kilometrů. Jedná se o bezpilotní letadla létající ve velmi malých výškách kopírující terén pouze pár desítek metrů nad zemí. Jejich hlavním cílem je dopravit speciální náklad nebo bojovou náplň (např. jaderné hlavice) do cíle. Jejich výhodou je zejména v ekonomické nenáročnosti a dostupnosti i pro relativně chudé státy, které jsou díky tomu schopné vyzbrojit se sice malými a jednoduchými, ale za to velice účinnými letouny. Ačkoli střely s plochou dráhou letu existují již několik desítek let, jejich použití je stále aktuální. Moderní navádění pomocí systému GPS zaručuje v současné době ještě větší přesnost a účinnost a dává tak křížujícím střelám novou budoucnost. Jejich využití jako nosiče zbraní hromadného ničení tak zůstane ve vojenském průmyslu pravděpodobně i nadále. [9]

Fenomén bezpilotních letadel neovlivnil pouze vojenský sektor. V současné době už dávno není pravda, že by UAS byly používány pouze pro armádní účely. Naopak, díky pokroku technologií od 90 let a miniaturizaci řídicích komponent došlo ke značnému snížení pořizovacích nákladů, a tudíž k otevření trhu bezpilotních prostředků široké veřejnosti. Poptávka se neustále navyšuje, zejména pak v civilním sektoru. Již zmíněná bezpilotní letadla jako Global Hawk či Predator jsou ve srovnání s běžně dostupnými multikoptéry mnohem těžší a větší. Malé drony málokdy překročí maximální vzletovou hmotnost 10 kg. Důvodem je použití elektromotorů poháněných bateriemi. Ve srovnání s turbovrtulovými nebo spalovacími motory jsou mnohem levnější a také bezúdržbové. Vezmeme-li v úvahu to, že nejčastější použití UAS v civilním sektoru je pro pořizování snímků, jeví se elektrický pohon jako ideální.

2 Podmínky pro provoz UAS v ČR a referenčních zemích:

U klasického pilotovaného letectví existuje celá řada zákonů, předpisů nebo regulací, které obsahují požadavky na provoz v celém leteckém průmyslu. Tvorbu těchto předpisů provázela zdlouhavý proces, kdy byly postupně některé legislativní body prováděny způsobem pokus – omyl, než dospěly do podoby, jak je známe dnes. Všechny tyto pokusy však měly společný cíl, a to zajistit co nejvyšší bezpečnost provozu. Obdobně začaly vznikat předpisy také pro bezpilotní svět, ty ale stojí teprve na svém začátku.

Letecká doprava má globální charakter, a tak není divu, že její legislativu ovlivňují také nadnárodní společnosti, jichž je Česká republika členem. Na národní úrovni se leteckými zákony zabývá Ministerstvo dopravy, které při své činnosti spolupracuje

s Úřadem pro civilní letectví. Pokud se zaměříme na mezinárodní úroveň, legislativu ovlivňuje zejména organizace pro civilní letectví ICAO, dále Evropský parlament a Rada EU jako výkonné orgány členských zemí EU. Bezpečností v letectví se zabývá také Evropská agentura pro bezpečnost letectví EASA a speciálně pro problematiku bezpilotních prostředků byla ustanovena organizace JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems), která, jak již název napovídá, sdružuje národní úřady ohledně UAS.

Letectví obecně má v České republice vyhrazeno svůj vlastní zákon – oficiálně Zákon o civilním letectví. Do sbírky zákonů byl vydán s číslem 49/1997 Sb. a podobně jako některé další, byl již za dobu své existence několikrát novelizován. Letectví je velmi dynamický průmysl, který se rychle vyvíjí, tudíž se dá očekávat, že změn bude přibývat. Obzvláště pak v oblasti bezpilotních prostředků, která se mění ještě rychleji. V zákoně nalezneme požadavky různých mezinárodních úmluv, které se Česká republika zavázala implementovat. Pro problematiku UAS jsou pak nejdůležitější §2 bod (2), §3 a §52.

2.1 Zákon 49/1997 Sb §2 bod (2)

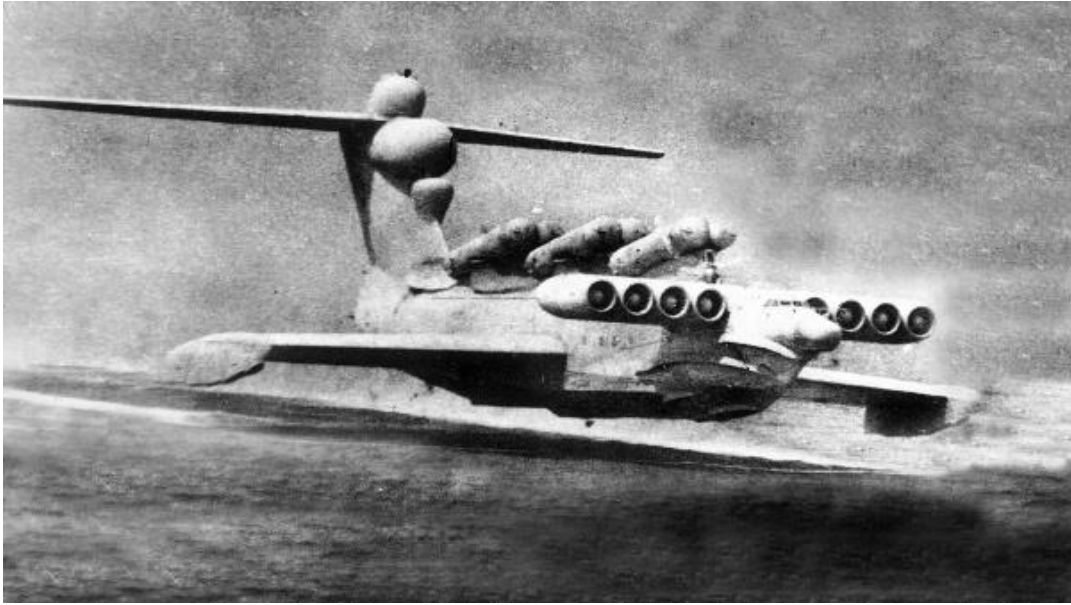
V tomto paragrafu je definován pojem letadla. Definice je důležitá v tom, že přesně právně vymezuje, co za letadlo považovat lze, a co naopak nelze.

(2) Letadlem se rozumí zařízení schopné vyvozovat síly nesoucí jej v atmosféře z reakcí vzduchu, které nejsou reakcemi vůči zemskému povrchu. Pro účely tohoto zákona se nepovažuje za letadlo model letadla, jehož maximální vzletová hmotnost nepřesahuje 25 kg. [10]

Z definice tedy vyplývá, že některá zařízení, která letadlo připomínají jen zdánlivě, jako třeba upoutaný balón, je dle zákona letadlo, protože síly, které jej nesou, nejsou silami reakčními vůči povrchu zemskému. A naopak, stroj letadlu velmi podobný, tzv. ekranoplán, podle definice do této kategorie nespadá.

Pro provoz bezpilotních prostředků je také důležitý fakt, že modely letadel, jejichž hmotnost je menší než 25 kg, nejsou považovány v české legislativě za letadla.

Ekranoplán ruské výroby je zobrazen na následujícím obrázku.



Obr.4: Ekranoplán ruské výroby [11]

2.2 Zákon 49/1997 Sb §3 Úřad pro civilní letectví

Tento paragraf zřizuje speciální úřad, zaměřený na oblast civilního letectví. Sídlí v Praze a jeho úkolem je vydávat povolení a regulovat letecký provoz.

(1) Zřizuje se správní úřad Úřad pro civilní letectví se sídlem v Praze (dále jen "Úřad") pro výkon státní správy ve věcech civilního letectví. Úřad je podřízen Ministerstvu dopravy.

(2) V čele Úřadu je ředitel, jehož výběr, jmenování a odvolání se řídí zákonem o státní službě. [12]

2.3 Zákon 49/1997 Sb §52 Létání bez pilota na palubě

Tento paragraf je vytvořen přímo pro potřeby bezpilotního létání, které lze provést na základě povolení příslušného úřadu – tedy ÚCL.

Letadlo způsobilé létat bez pilota může létat nad územím České republiky jen na základě povolení vydaného Úřadem a za podmínek v tomto povolení stanovených. Úřad povolení vydá, nebudou-li ohroženy bezpečnost létání ve vzdušném prostoru, stavby a osoby na zemi a životní prostředí. [13]

2.4 Letecké předpisy řady L

Předpisy řady L vychází z tzv. ICAO standardu neboli dokumentů Mezinárodní organizace pro civilní letectví ICAO. Ty byly ustanoveny na konferenci v Chicagu v roce 1944 a vycházejí z příloh Chicagské úmluvy (tzv. annexů). Je jich celkem devatenáct

a Česká republika, jako člen ICAO, se zavázala v upravené podobě tyto annexy je vydávat v rámci svých vlastních předpisů. Aktuální znění těchto předpisů je pak přístupné veřejnosti na internetových stránkách Letecké informační služby, která je organizační složkou státního podniku Řízení letového provozu ČR.

Předpis L2 stanovuje pravidla létání ve vzdušném prostoru ČR. Zabývá se provozem jak pilotovaných, tak bezpilotních letadel. Dodatek č.4 k tomuto předpisu, který nese název Systémy dálkově řízeného letadla, obsahuje obecná provozní pravidla UAS, postupy k získání osvědčení a průkazu způsobilosti, a podobně. Zároveň obsahuje ustanovení 2.4, které uvádí v platnost Doplněk X.

ČR:

2.4 Pro ust. 2.1, 2.2 a 2.3 je národním předpisem stanovujícím podmínky a pravidla provozu bezpilotních systémů Doplněk X Předpisu L 2. [14]

Ten je pak pro provoz UAS klíčovým a stanovuje závazné národní požadavky na projektování, výrobu, údržbu, změny a provoz bezpilotních prostředků a je doporučeným postupem pro provoz modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 25 kg.

Dalším předpisem, který vychází z ICAO standardu, a je relevantní pro provoz UAS, je Předpis L7. Ten stanovuje pravidla ohledně povinných poznávacích značek (dříve také imatrikulační značky) pro každé letadlo, včetně těch bezpilotních. Značka se dle předpisu musí skládat ze státní příslušnosti, v ČR tedy značka OK nebo OL, a dále rejstříkové značky. Ta nese v případě dronů písmeno X, dále skupinu třech čísel a jedno písmeno. Poznávací značka je pak nadepsána na tzv. identifikační štítek. Existují přesné podmínky pro materiál a umístění štítku. Musí být vyroben ze žáruvzdorného kovu nebo jiného materiálu, který má vhodné fyzikální vlastnosti. Co se týče dálkově řízených letadel, měl by být připevněn na nápadném místě, nejlépe v blízkosti vstupu či ve vnitřních prostorech letadla. Další možností je zřetelné připevnění na vnější stranu, pokud neexistuje hlavní vstup nebo vnitřní prostor letadla., a to tak, aby umožnil provedení kontroly. Mimo jiné je i definována výška poznávací značky, která činí minimálně 15 mm.

Posledním ze jmenovaných předpisů je Předpis L 13, který se zabývá odborným zjišťováním příčin leteckých nehod a incidentů. Pro tuto problematiku byl v naší republice zřízen Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod (ÚZPLN). Ten jednak šetří samotné nehody, a dále zveřejňuje na svých internetových stránkách statistiky, pořádá bezpečnostní konference, kde se snaží veřejnost seznámit se svými

případy. Pro bezpilotní prostředky platí povinnost hlásit incidenty nebo nehody úřadu ÚZPLN. Ten poté rozhodne, jakým způsobem konkrétní případ bude řešit následovně. Předvyplněný formulář je k dispozici pilotům UAS opět na webu úřadu. [1]

2.5 Rozdíly mezi autonomními a dálkově řízenými letadly

Jelikož se domnívám, že si široká veřejnost tyto dva pojmy často zaměňuje, rozhodl jsem se ve své práci oba druhy objasnit. Jak vyplývá z definice uvedené v úvodu, autonomní letadlo je bezpilotní letadlo, které neumožní během letu zásah do jeho řízení. Tedy, pomocí předem naprogramovaných letových plánů může letadlo zcela samostatně provést let z jednoho bodu do druhého. Po startu tedy už není možné jakýmkoli způsobem průběh letu ovlivnit. Do této kategorie by se dala například zařadit německá letounová střela V-1, používaná za 2. světové války nacistickým Německem. Letadla dálkově řízená, naproti tomu, mohou být zcela plnohodnotně ovládána během celého letu. Pilot ale může použít automatický režim letu, který pracuje podobně jako autopilot u dopravního pilotovaného letadla. Letadlo letí samostatně, nicméně lze kdykoli změnit směr letu, přistát nebo provést jakýkoli další manévr.

Z jakého důvodu jsou tedy autonomní letadla u nás v České republice a jinde ve světě zakázána? Odpověď je jednoduchá – kvůli pojištění. Pokud pilot nemůže letadlo ovládat za letu, nemůže tudíž ani odpovídat za případně škody. Kdo bude viněn z nehody takového autonomního letadla? Pilot, který jej vypustil? Provozovatel? Majitel? Technik? Problematiku provozu autonomních UAS vnímá i legislativa, a tak jejich provoz z těchto důvodů nepovoluje. Změna se nedá očekávat ani v blízké budoucnosti, jelikož kvůli vývoji technologií za poslední roky naopak nabývají významu letadla dálkově řízená, která ta autonomní dokáží zcela nahradit, a navíc je jasně dáno, kdo je zodpovědný za jeho bezpečný provoz.

2.6 Srovnání podmínek pro UAS

2.6.1 Podmínky pro UAS v ČR

Podmínky provozu v naší republice upravuje již zmiňovaný Doplněk X. Klíčovým faktorem je podobně jako v civilní letecké dopravě bezpečnost. Dle předpisu je létání umožněno jen v případě, že nedojde k ohrožení letového provozu, osob nebo majetku na zemi. Dále je vyžadován neustálý vizuální dohled pilota tzv. VLOS. Pro provoz UAS je vyhrazena část neřízeného vzdušného prostoru, konkrétně třída G, pokud nepovolí ÚCL jinak. Doplněk X povoluje lety až do výšky 300 m nad terénem. Existují však omezení, např. zakázané zóny nebo ochranná pásma. Odlišná pravidla také platí pro provoz v blízkosti letišť, v zónách ATZ a CTR.

Další provozní omezení se týkají obydlených oblastí, konkrétně tzv. hustě osídlených prostor (dále jen HOP), které však nejsou v doplňku nijak specifikovány. Minimální vzdálenost UAS od HOP je 150 m. Definici si může každý pilot vyložit po svém, což vnáší do legislativy značné nejasnosti. Podobně jsou definovány také vzdálenosti od ostatních osob, osob odlišných od pilota, staveb apod.

Dále je zakázáno převážení nebezpečného nákladu a shazování předmětů na zem. A tímto se dostávám k další nedokonalosti Doplňku X. A to tím, že definici nebezpečného nákladu bychom v něm hledali marně. Přitom předpisy ICAO standardně užívají pojmu tzv. nebezpečného zboží (z anglického dangerous goods), což by pro problematiku bezpilotních prostředků naprosto stačilo.

Je zde také zdůrazněna odpovědnost pilota za provedení bezpečného letu a zároveň za jeho předletovou přípravu. Pilot je dále povinen vést si deník letadla, hlásit události spojené s UAS, např. leteckou nehodu, nebo vážný incident.

Část předpisu je věnována tzv. leteckým veřejným vystoupením. K nim je nutný souhlas ÚCL, který se zabývá každou z žádostí zvlášť. Pro velké akce, kde se vyskytuje velké množství osob, je takové opatření na místě. Riziko je určitě podstatně vyšší než při samostatném létání, a odborný posudek ze strany ÚCL tak může toto riziko značně minimalizovat.

Doplňek X dále neumožňuje pohon raketový či pulzační s výjimkou, kdy jsou tyto druhy pohonů použity ke vzletu. Definice se zdá být neúplná, a opět zde může hrozit špatné vyložení nebo nepochopení předpisu. [15]

2.6.2 Podmínky pro UAS v USA

Pro srovnání jsem se rozhodl podívat na podmínky provozu ve Spojených státech amerických, jako příklad mimoevropské legislativy. Jejich legislativní rámec se týká pouze malých UAS do hmotnosti 55 lbs (zhruba 25 kg). V případě hmotnosti vyšší, musí se piloti řídit podobnými předpisy, které však mají vyšší požadavky. Podobně jako u nás, tak i v USA lze létat pouze při vizuálním kontaktu pilota s letadlem, tzv. Visual line-of-sight (VLOS). Nutno dodat že onen vizuální kontakt musí být udržován bez použití speciálních zařízení, krom těch standardních, jako jsou kontaktní čočky a brýle. Toto pravidlo lze nalézt i v našem Doplňku X. Bepilotní provoz není v USA povolen nad osobami, které se letu nezúčastní. Výjimku však tvoří zastřešené prostory nebo odstavená vozidla, nad kterými lze legálně létat.

V předpisu je uvedena maximální rychlost, kterou se může bezpilotní prostředek pohybovat, a to konkrétně 100 mp/h (zhruba 160 km/h). Podobně jako u nás, mají i ve Spojených státech omezenou maximální výšku pro provoz dronů ve vzdušném prostoru třídy G. Pilot nesmí překročit 400 ft. AGL, což je přibližně 120 m nad terénem. V tomto případě je česká legislativa mnohem tolerantnější.

Je zde dále zdůrazněno, že pilot může ovládat pouze jeden UAS v čase. Zároveň podobně jako u nás, i v USA nelze přepravovat jakékoli nebezpečné látky. Je zde však uveden zákaz ovládání bezpilotního prostředku z pohybujícího se vozidla či letadla, a další nebezpečné operace. Předpis povoluje létání pouze ve dne, nikoliv v noci. Den je pevně definován jako časové období začínající 30 minut před východem slunce a končící 30 minut po jeho západu. Dále je definována také minimální meteorologická viditelnost, jejíž hodnota se pohybuje okolo 5,4 km. Opět je zde americká legislativa velice přesná a snaží se tímto předcházet případným nedorozuměním plynoucím z nejasných definic. Bepilotním prostředkům je vymezen vzdušný prostor třídy G, jako je tomu u nás, zároveň pro provoz v ostatních třídách B,C,D a E je vyžadováno povolení od služby ŘLP.

Dálkově řídicí pilot musí být dle americké legislativy starší 16 let a disponovat platným certifikátem, nebo provozovat let za dohledu jiné osoby, která tento certifikát vlastní. Jeho získání podmiňuje americký úřad FAA (ekvivalent našeho ÚCL) úspěšným složením testu buď ve schváleném středisku nebo online. Toto řešení se na první pohled může zdát bezpečnější než to, které funguje u nás v ČR, nicméně nutnost certifikace pro jakoukoli kategorii bezpilotního prostředku je značně omezující, a navíc pro úřad FAA administrativně zatěžující. Výsledkem je však jakási základní vzdělanost mezi dálkově řídicími piloty, což může vést k více zodpovědnému přístupu k letu samotnému, a tudíž k zvýšení celé bezpečnosti provozu.

Úřad FAA má pravomoc vyžádat si bezpilotní prostředek ke kontrole, včetně všech potřebných dokumentů. Podobnou pravomocí disponuje také ÚCL. V čem se však oba systémy liší je povinnost nahlášení incidentů. Tam, kde Doplněk X požaduje hlášení všech událostí, spojených s bezpilotním letadlem (např. letecká nehoda, incident nebo vážný incident), je americká legislativa mírnější, a vyžaduje hlášení pouze událostí, které vedly ke zranění osob nebo ke škodě, jejíž hodnota převyšuje 500 \$. [16]

2.6.3 Podmínky pro UAS na Slovensku

Jako druhý příklad pro srovnání podmínek jsem zvolil Slovenskou republiku, jako zemi, se kterou máme společnou historii, a tudíž očekávám, že i podobnou legislativu. I u našich sousedů je možné létat pouze do vzdálenosti, kdy je možno udržovat vizuální kontakt. Podobně jako u nás, i na Slovensku je definována maximální vzdálenost od ostatních osob na 50 m. V případě dronu s hmotností vyšší než 7 kg nebo vybaveného spalovacím motorem, je doporučeno provozovat takové letadlo ve vzdálenosti 1500 m od hustě obydlených prostor nebo od shromáždění lidí. I zde se setkáváme s definicí HOP, nicméně náš Doplněk X je v tomto ohledu mnohem mírnější, když vyžaduje vzdálenost pouhých 150 m. Výslovně zakázáno je provádět bezpilotní let s autonomním letadlem. Slovenská legislativa jej uvažuje podobně jako bylo definováno v předchozí kapitole, tedy jako bezpilotní letadlo neumožňující zásah pilota.

Slovenská republika, podobně jako USA, zakazuje létání s UAS v noci. Sice není den přesně vymezen, jako je tomu v amerických předpisech, jedná se stále o mnohem lepší řešení než v případě našeho Doplněku X. I na Slovensku je dronům vymezen pouze neřízený prostor G, a to do výšky 100 m AGL. Tedy, i v tomto se slovenská legislativa blíží spíše té americké. Provádění letu v blízkosti okrsku CTR je povoleno a podobně jako v ČR, ani zde se nesmí shazovat předměty na zem. Co je naopak odlišné je povinnost rozsvícení zábleskových světel, v případě že je jimi UAS vybaven.

Nutnost evidence se na Slovensku vztahuje pouze na UAS používané k leteckým pracím nebo s hmotností vyšší než 20 kg. U zbylých kategorií tato nutnost značení nebo evidence není. Provozovatel dronu s hmotností nad 20 kg je dále povinen zřídit si pojištění odpovědnosti za škodu a vybavit letadlo systémem, který dokáže provést nouzové přistání v případě ztráty spojení. [17]

2.6.4 Zhodnocení srovnání

Cílem tohoto srovnání bylo analyzovat podmínky pro provoz UAS v České republice a podívat se také za hranice našeho státu a zjistit, jak se problematika bezpilotních prostředků může řešit. Pro tyto účely jsem zvolil Slovensko, jako zástupce evropské legislativy, a Spojené státy americké, jako zástupce mimoevropského systému. Následující tabulka nabízí přehledné srovnání předpisů v bodech, které se domnívám, jsou pro provoz UAS podstatné.

Tabulka 2. Srovnání podmínek provozu UAS

	ČR	USA	Slovensko
Max. výška provozu	300 m AGL	120 m AGL	100 m AGL
Vzdálenost od ostatních osob	100 m	- *	50 m
Dohled pilota	VLOS	VLOS	VLOS
MTOM	25 kg	25 kg	20 kg
Maximální rychlost	-	160 km/h	-
Autonomní provoz	Ne	Ne	Ne
Doba provozu	-	Pouze den	Pouze den
Evidence pilota + UAS	> 25 kg; let. práce	Všechny kategorie	> 20 kg; let. práce

* Minimální vzdálenost od ostatních osob není definována. Předpis zakazuje provoz bezpilotního prostředku nad nezúčastněnými osobami

Maximální výška provozu se týká standardního provozu ve třídě G, mimo blízká letiště. Stanovenou hodnotu však lze upravit na základě povolení ze strany služby ŘLP. Ve srovnání s ostatními zeměmi je maximální výška v ČR jednoznačně nejvyšší. Slovensko a USA v tomto ohledu jsou přísnější. Dohled pilota je však vyžadován všude. Dalším bodem je hodnota MTOM, do které předpisy pro UAS platí. V tomto ohledu jsou všechny tři srovnávané země opět velice podobné. Hodnotu maximální rychlosti mají uvedenu pouze Spojené státy. Toto bezpečnostní omezení zatím u nás a našich východních sousedů schází. Další bod se zabývá problematikou autonomního provozu. Zde zatím platí, co bylo zmíněno v předchozích kapitolách, a to že autonomní provoz je zatím všude zakázán. Předposlední bod určuje dobu provozu ve smyslu den / noc. Ačkoli Doplněk X výslovně nezakazuje noční provoz, úřady jsou toho názoru, že taková operace je v rozporu s dobrou dohledností pilota, a tudíž se u nás oficiálně v noci létat s UAS nesmí. Realita je však taková, že se běžně konají noční představení. Ty jsou samozřejmě možné pouze s dostatečným osvětlením bezpilotních prostředků, jako je například LED osvětlení vrtulových listů. V takovém případě je bezpilotní prostředek i v noci dobře vidět a lze s ním bezpečně létat. Jak slovenská, tak americká legislativa má noční létání zakázáno. V USA jsou dokonce den a noc pro potřeby předpisu jasně definovány tak, aby nedocházelo ke špatné interpretaci. Ke konci srovnání jsem se zaměřil na potřebu evidence pilota a jeho letadla. Zatímco u nás v ČR je tímto povinen provozovatel dronu s MTOM vyšší než 25 kg, nebo dronu pro použití na letecké práce, USA vyžaduje evidenci pro pilota jakékoli kategorie. Slovenská legislativa je v tomto té naší dosti podobná s tím rozdílem, že onu evidenci požaduje už u dronů o 5 kg lehčích, tedy s MTOM 20 kg.

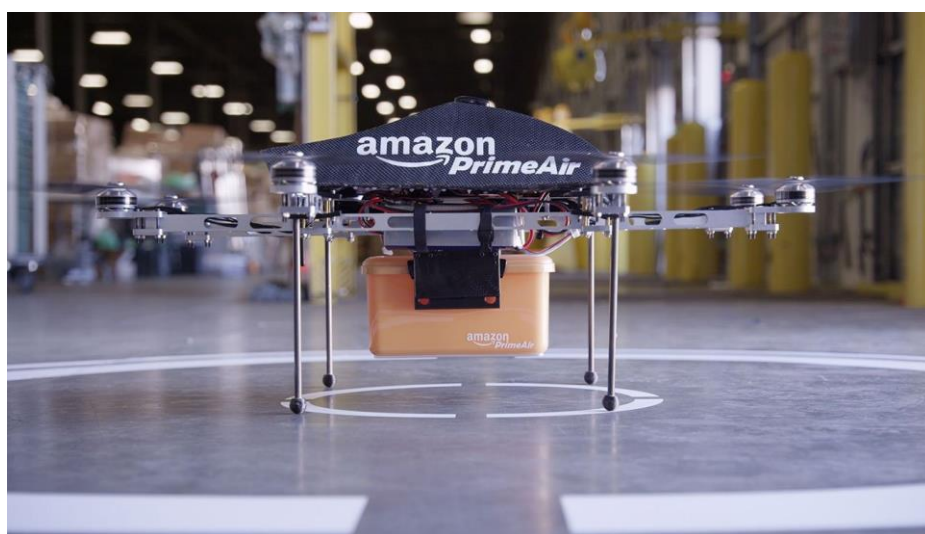
Ve výsledku jsou si všechny tři národní předpisy, jak český, tak americký a slovenský v mnoha záležitostech dosti podobné – např. co se týče dodržování minimálních vzdáleností, provozu pouze ve dne apod. Každý stát však zavedl do předpisu také některá specifika, jako kupříkladu rychlostní omezení v USA. Dle mého názoru, Spojené státy jsou zřejmě s legislativním rámce nejdále, ačkoli nejsou členem EU a nevztahuje se na ně nařízení Evropské komise. Jejich bezpečnostní opatření jsou mnohem přísnější, zároveň jsou však pevně definované, a nehrozí tak spory ohledně dodržování. Nutno však dodat, že úřad FAA se musí ve svých předpisech vypořádat s daleko větším územím, než je to naše, nebo území Slovenska. Z toho plyne také mnohem větší základna uživatelů bezpilotních prostředků, na které se tyto předpisy vztahují. Jejich platnost je tudíž daleko rozsáhlejší, což vyžaduje větší nároky na přesnou interpretaci.

2.7 Využití autonomních letadel

Jak jsem již dříve uvedl, v budoucnu se příliš s autonomními letadly nepočítá. Pokročilé technologie umožňují dálkově ovládaným dronům provádět obdobné operace, navíc zcela legálně. Existují však společnosti, které stále věří v začlenění autonomních UAS do provozu. Jednou z nich je společnost Amazon, americký gigant na trhu internetových obchodů. Člověk si na stránkách společnosti může objednat téměř cokoli, od elektroniky až po sportovní vybavení. S objednávkou se také pojí způsob dodání. A právě v této oblasti se společnost rozhodla vsadit právě na stále populárnější drony. Před pár lety oznámila projekt s názvem Amazon Prime Air – tedy donáškovou službu zboží pomocí UAS. Koncept samotný není pouze reklamou na moderní technologie, jak se na první pohled může zdát, nicméně je také velice dobrým ekonomickým řešením. Společnost totiž hodlá využít autonomních letadel, zcela bez obsluhy. Tedy, díky technologiím ušetřit nemalé množství peněz, které by jinak použila na výplaty svých zaměstnanců. Jak si ale moderní způsob dodávky konkrétně představují?

V září roku 2014 předložila společnost Amazon patent na donáškové služby pomocí UAS. O rok později zveřejnil Americký patentový úřad (US Patent and Trademark Office), jak by služba skutečně mohla vypadat. [18] Při internetovém nákupu si bude moci zákazník vybrat jak z klasických doručovacích způsobů, tak možnost Amazon Prime Air. Lze si vybrat z několika možností, doručení přímo do ruky, nebo zaslání domů či do práce. Amazon uvádí, že dron bude sledovat polohu adresáta pomocí jeho chytrého telefonu. Velikost zařízení bude záležet na hmotnosti objednávky. Maximální hmotnost zboží bude omezena na 5 lbs (zhruba 2,2 kg), maximální vzdálenost bude zatím 30 minut, ve výšce až 100 m a s maximální rychlostí až 100 km/h. Čekání na

zásilku 3 – 5 pracovních dnů je už minulostí. Mnohé společnosti nabízejí doručení do jednoho dne a Amazon dokonce nabízí v několika městech doručení do 1 hodiny od provedení objednávky. Společnost ale není se současným stavem stále spokojena, takže hodlá v rámci projektu Amazon Prime Air čas ještě snížit. Díky dronům tak bude možné zásilku doručit dokonce do 30 minut. Schopnost letět až 100 km/h a možnost vyhnout se dopravním zácpám tak činí toto prohlášení velmi reálné. Celá služba má však jeden háček. Drony, jako například telefony nebo další elektronika, mají určitou výdrž baterie – což je pro celý koncept potenciální problém. Momentálně maximální vzdálenost od distribučního centra pro možnost doručení zásilky pomocí UAS činí 15 mil (zhruba 24 km), tedy 7,5 mil tam a zase zpět. Po doručení zboží se pak drony vrátí na nabíjecí stanici. Amazon má k dispozici zhruba tucet různých designů pro svá bezpilotní letadla. Pro zajištění bezpečného místa přistání se využívají integrované letové senzory, radary, kamery a infračervené senzory. Pro možnost přistání na zahradě domu však bude muset mít zákazník Amazonem schválenou přistávací podložku, která se snadno může přesunout, v případě, jestli je dodávka očekávána nebo není. Problém však nastává v hustě obydlených oblastech z důvodu množství překážek jako telefonní kabely nebo úzké ulice. V takovém případě může být postavení takové veřejné přistávací plochy značně komplikované. Mezi sebou budou drony komunikovat a předávat si tak informace o povětrnostních podmínkách, počasí nebo dopravní situaci. Společnost navíc uvádí, že vybaví své UAS technologiemi proti srážkám se zvířaty, člověkem nebo jinými překážkami (tzv. technologie „sense and avoid“). Ve výšce až 400 ft (zhruba 120 metrů) sice nehrozí srážka s jiným letadlem, nicméně kolize s ptactvem je více než pravděpodobná. Trasu donášky pak bude možné měnit v reálném čase. Dron společnosti Amazon, který má být provozován pro donáškové služby, můžeme vidět na následujícím obrázku.



Obr.5: Dron společnosti Amazon pro donáškové služby [20]

To by bylo zhruba po technologické stránce, nicméně ta legislativní bude zřejmě ještě složitější, pokud mají drony létat autonomně. Ačkoli společnost Amazon myslí celý projekt zcela vážně, nelze očekávat donášky pomocí dronů v brzké budoucnosti. Společnost zatím získala patent na svůj druh přepravy a momentálně službu testuje na území Spojených států amerických, Spojeného království, Rakouska, Francie a Izraele. První úspěšná donáška proběhla v roce 2016 v Cambridge, v Anglii. [19]

3 Legislativní rámec UAS a jeho vývoj

V současné době je platným leteckým předpis nařízení Evropské komise č. 216/2008. Ten vyžaduje regulaci bezpilotních letadel o hmotnosti 150 kg a vyšší. Z toho vyplývá, že se zákon nevztahuje na UAS. Ty jsou vedeny jako vyloučená letadla, na která se mají vztahovat předpisy vydané jednotlivými členskými státy EASA podle jejich vlastního uvážení (v ČR Doplněk X). Problém však nastal v důsledku velkého nárůstu dronů za posledních několik let, jednotlivé členské státy musely reagovat velmi rychle. Nedávno se tak objevila myšlenka vytvoření společného regulačního rámce, ať už ze strany ICAO nebo EASA. [21]

Hlavním cílem takového regulačního rámce je docílit a udržovat největší možnou úroveň bezpečnosti. V případě UAS to znamená zajištění bezpečnosti jakéhokoli uživatele vzdušného prostoru, stejně tak osob a majetku na zemi. Identifikace společných vlastností a rozdílů mezi pilotovanými a bezpilotními letadly je prvním krokem k vývoji regulačního rámce, který zaručí vytvoření tzv. minimální ekvivalentní úrovně bezpečnosti (ELOS – Equivalent level of safety) pro integraci UAS do společného vzdušného prostoru. Ten je však momentálně ještě ve vývoji, proto většina bezpilotních letů dnes stále probíhá v oddělených prostorách. Současné UAS zatím nejsou schopny bezpečné a bezproblémové integrace s ostatními uživateli vzdušného prostoru. Hlavní důvody jsou dva – neschopnost létat v souladu se základními pravidly vzdušného provozu a nedostatek předpisů specifických pro bezpilotní letadla a jejich podpůrné systémy. Klíčovým faktorem pro bezpečnou integraci UAS do neoddělených prostor je schopnost chovat se a odpovídat jako letadla pilotovaná. Což je zejména otázkou technologií – možnost řízení letadla dálkově řídicím pilotem, koordinace se službou řízení letového provozu nebo také okamžitá odpověď letadla na pokyny řídicího.

Dále je potřeba zajistit koordinaci v rámci jednoho vzdušného prostoru, stejně tak napříč národními a regionálními hranicemi. Pilot UAS nese stejnou zodpovědnost za bezpečný provoz jako pilot klasického letadla, a tudíž má i stejné povinnosti co se týká znalostí leteckých zákonů, plánování a provádění letu, lidské výkonnosti, meteorologie,

letecké navigace a další. Oba piloti musí projít přezkoušením, kde musí prokázat své znalosti, umění zacházet s letadlem a získat tak licenci. Zároveň musí být zdatní v rádiové komunikaci a splnit fyzické předpoklady, ačkoli ty mohou být pro bezpilotní prostředí částečně modifikovány.

Technologie se neustále vyvíjí jak pro bezpilotní, tak pilotovaná letadla. Automatizace hraje čím dál tím větší roli, obzvláště v kategorii dopravních letadel. Automatické systémy jsou již schopny řízení letadla, udržování kurzu, hlídání množství paliva, vysílání a přijímání dat z různých zdrojů, identifikace konfliktního provozu a vydávání upozornění v rámci protisrážkových systémů. Všechny tyto aktivity samozřejmě probíhají pod dohledem pilota. [22]

3.1 ICAO oběžník č. 328 – UAS

Jedním z dokumentů, který se o vytvoření legislativního rámce pokouší, je oběžník organizace ICAO – ICAO Cir 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS). Ten byl vydán roku 2011 a jeho cílem je poskytnout jakýsi základní regulační rámec na mezinárodní úrovni, pomocí několika doporučení nebo standardů. Dalším takovým cílem je snaha ICAO obeznámit členské státy s touto problematikou a navrhnout tak způsob bezpečné integrace UAS po boku pilotovaných letadel. V dokumentu nalezneme rozdíly oproti klasickému letectví, požadavky na systémy UAS, personál, provozní aspekty a mnoho dalšího. Do navrženého regulačního rámce spadají dle dokumentu všechna bezpilotní letadla, autonomní nevyjímaje. Nicméně v procesu integrace se počítá pouze s RPA, z důvodů uvedených v předchozí kapitole. ICAO také nepočítá s obchodní přepravou pasažérů pomocí UAS. Oběžník vyzdvihuje snahu o to, aby se bezpilotní prostředky co nejvíce přiblížili svým chováním a provozem těm standardním pilotovaným. Jedná se spíše o otázku techniky, která by měla zajistit např. komunikaci se stanovištěm ŘLP v reálném čase apod. V rámci oběžníku se ICAO pokouší vytvořit určitý dostačující standard, aniž by uvedla způsob, jakým jej mají členské státy dosáhnout.

UAS by měly být provozovány dle kategorií pro klasické letectví. Pro bezpečnou integraci musí vždy být jmenována osoba, která bude plně zodpovědná za provoz letadla. Pro blízkou budoucnost se nepředpokládá, že by byla nahrazena jakoukoli technologií, dle zásad dálkově řízených letadel. ICAO dále stanovuje příslušné vybavení systému UAS. To se z definice skládá ze samotného UAV, řídicí stanice, C2 spojení (řízení a kontrola) a dalších částí systému jako například software, monitorování zdravotního stavu pilota, vybavení pro komunikaci s ŘLP, systém pro ukončení letu, vzletové a přistávací prvky. Dále je povoleno pilotování více UAS z jedné dálkově řídicí stanice.

Co se provozu týká, integrace bezpilotních prostředků nesmí změnit principy ohledně detekce překážek a kolizí s ostatním provozem a stavbami. Základním pravidlem létání je schopnost vizuálního posouzení potenciálních nebezpečí, což by mělo být dodržováno i v případě, že pilot nebude přítomen na palubě letadla. Zároveň se doporučuje co největší kompatibilita se současnými postupy, které používá služba ŘLP. Dálkově řídicí stanice by pak měla podléhat stejným bezpečnostním opatřením, jako kokpit letadla. Měla by tak být ochráněna před nezákonným zásahem. Klasickou kabeláž v případě dálkově ovládaného letadla nahrazuje komunikační kanál, který by měl být adekvátně zabezpečen proti hackerským nebo jiným kybernetickým útokům.

Ohledně procesu certifikace navrhuje ICAO podobný postup jako ve všem ostatním. Tedy provádět v již zaběhlém systému co nejmenší změny. Některé existující standardy nebo doporučené postupy jsou aplikovatelné pro UAS, jiné vyžadují nové inovativní řešení, které opět záleží na jednotlivých členských státech.

V případě, že provozované UAS bude létat mimo vizuální kontakt (VLOS), je zapotřebí vybavit letadlo příslušným radionavigačním zařízením. V budoucnu se tak počítá se standardní výbavou ADS-B pro všechna UAS.

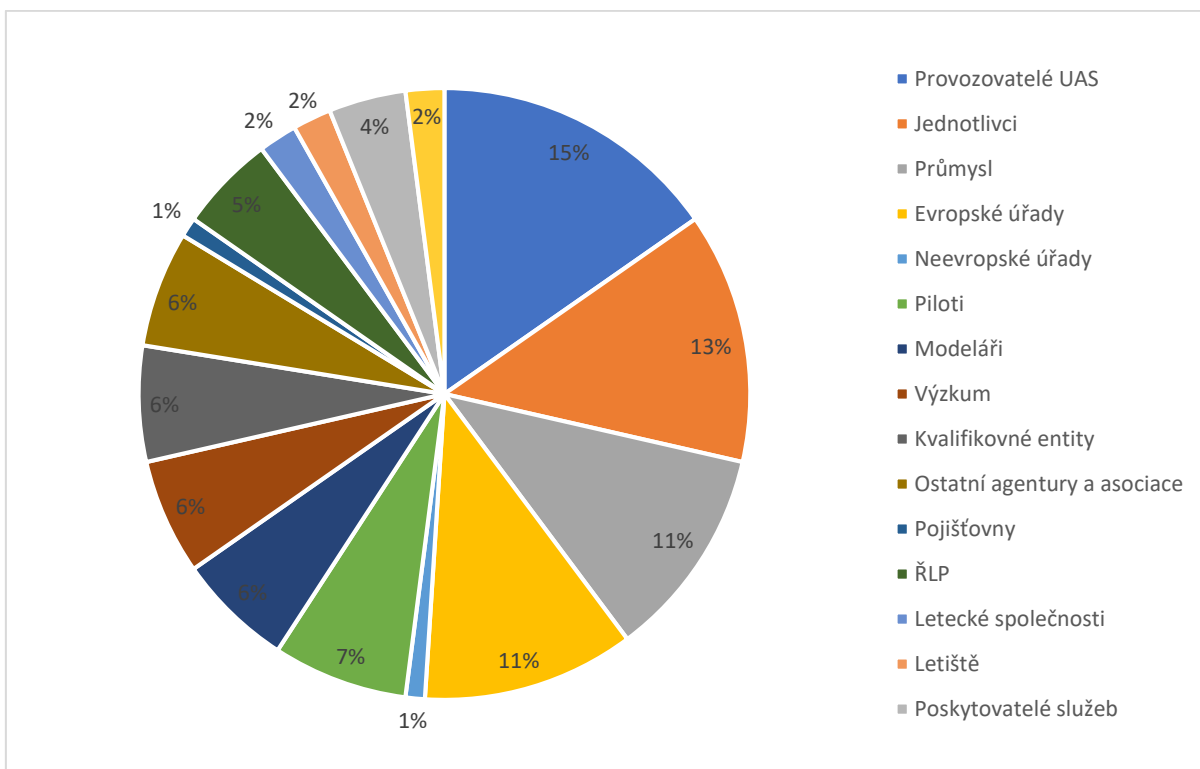
Poslední kapitola Oběžníku se věnuje licencování personálu. To by se mělo vyvíjet podobně jako v případě klasického letectví. Nejdůležitějším rozhodnutím má být, zda je licence vázána na samotné UAS nebo na jeho řídicí stanici. V případě řídicích letového provozu se licencování prakticky nezmění. Jakmile budou však bezpilotní prostředky plně integrovány do provozu, budou muset podstoupit navazující výcvik obsahující specifické informace o jejich použití, výkonnostech, limitech apod. [22]

3.2 Návrh na vytvoření společných předpisů pro provoz UAS v Evropě – Koncept EASA

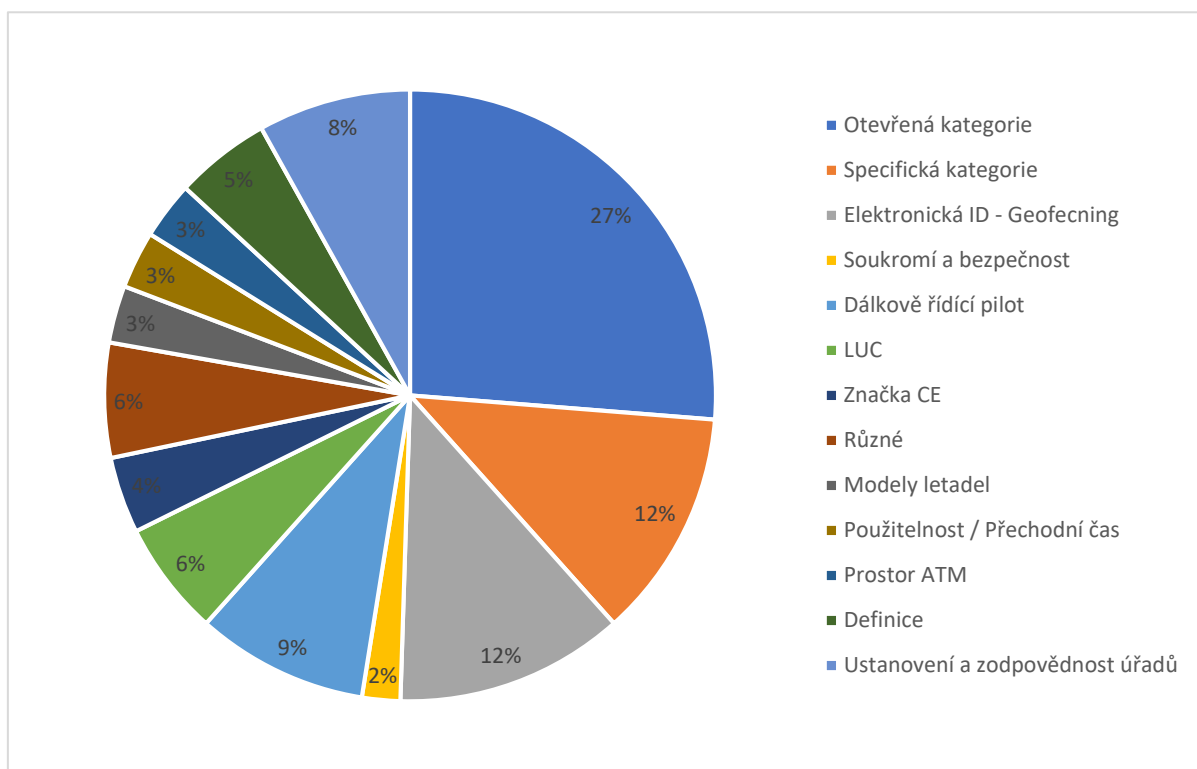
Evropská agentura pro bezpečnost letectví (EASA) zveřejnila v květnu minulého roku na svých webových stránkách nový koncept ohledně změn v provozu bezpilotních prostředků. Nejnovější verze nese název Opinion No 01/2018 a vyšla na začátku letošního roku (2018) po ukončení připomínkového řízení k předchozí verzi konceptu. EASA se nechala slyšet, že během tohoto řízení obdržela skutečně velké množství připomínek a nebylo možné na každou z nich zvlášť odpovídat. Proto vznikl právě dokument Opinion No 01/2018, který některé z připomínek uživatelů UAS bere v potaz. Do celého řízení, které probíhalo od 12. května 2017 až do 12. srpna téhož roku se zapojilo okolo 215 účastníků, včetně zástupců leteckého průmyslu, národních úřadů,

provozovatelů UAS, služeb ŘLP, bezpečnostních agentur, pojišťovacích agentur, modelářských klubů a asociací a také zástupců pilotovaného letectví. Čeho přesně se celý koncept týká a co se ze současné legislativy bude měnit?

Opinion je návrh na změnu pravidel v evropském měřítku. Jak bylo zmíněno dříve v této kapitole, hlavním kritériem pro současnou kategorizaci dronů je podle nařízení Evropské komise hmotnost. A právě to by se mělo v budoucnu změnit. Jinými slovy, EASA se spíše zaměřuje na způsob a podmínky použití než pouze na jejich fyzické vlastnosti. Dokument obsahuje několik desítek návrhů, například aby se bezpečnostní předpisy vztahovaly na obchodní i neobchodní činnost (jeden dron může být využíván pro obchodní i neobchodní činnost), nebo zavádí tři kategorie provozu (otevřená, specifická a certifikovaná). K rozdělení vedla hlavně ta myšlenka, že bezpilotní letadlo nad otevřeným mořem představuje mnohem menší riziko než letadlo pilotované nad hlavami diváků sedících na stadionu. EASA tak doporučuje, aby jednotlivé členské státy určily organizace, které za dodržování pravidel budou zodpovědné. Konkrétně by měly zodpovídat za registraci provozovatelů UAS, vydávání povolení a dohled nad provozem ve specifické kategorii a za určení oblastí vzdušného prostoru nebo zvláštních zón. Následující grafy ukazují složení připomínek a komentářů obdržných v připomínkovém řízení. Graf č. 1 ukazuje jaké subjekty k tvorbě dokumentů přispívali, graf č. 2 pak zobrazuje jakých témat se dotazy nejčastěji týkaly. [23]



Graf 1: Rozdělení původu obdržných připomínek [24]



Graf 2: Rozdělení obdržných připomínek dle tématu [24]

3.2.1 Otevřená kategorie

První kategorií, se kterou Opinion přichází se nazývá „otevřená“. Bezpečnost má být zajištěna prostřednictvím minimálního souboru pravidel, provozních omezení, průmyslových norem a požadavků na existenci určitých funkcí. Dle definice představuje tato kategorie pouze nízké riziko. Provoz dronů je podmíněn způsobem VLOS neboli vyžaduje neustálý vizuální kontakt. Hmotnost UAS nesmí podle EASA překročit 25 kg a výška letu 120 m. Dále má zabudovanou funkci tzv. geo-fencingu. Ta pomocí předem naprogramovaného software zamezí vzletu v určitých oblastech, kam dron nesmí létat. Technologie zamezí nejenom úmyslnému překračování stanovených hranic ale také v případě, že do nich pilot svůj dron nevědomky nasměruje. K zajištění bezpečnosti nebo ochrany životního prostředí mohou příslušné úřady vymezit tzv. „zóny bez dronů“ a „zóny s omezeným přístupem dronů“. Pro přístup do takových oblastí je pak nutné mít povolení od příslušného orgánu nebo mít vybavení pro snadnou identifikaci. Celá „otevřená“ kategorie pak obsahuje tři podkategorie, které mají za úkol ještě více specifikovat požadavky na provoz UAS:

- Subkategorie A1 – Létání nad lidmi
- Subkategorie A2 – Létání v blízkosti lidí
- Subkategorie A3 – Létání daleko od lidí

První z nich, nesoucí označení A1, zahrnuje drony, které mohou létat nad ostatními osobami (nikoliv davem lidí). Celá subkategorie se dále dělí na celkem tři třídy – podomácku postavené, třída C0 a třída C1. První dvě třídy, totiž podomácku vyrobené a třída C0, jsou definovány do MTOM nepřesahující 250 g. Jedná se hlavně o tzv. hračky a minidrony, které jsou prodávány běžně jako spotřební zboží. Nevyžadují elektronickou ID či geo-fencing, stejně tak jako není potřeba registrace jejich provozovatele. Pro třídu C0 dále platí rychlostní omezení na 19 m/s, pokud již nesplňuje tzv. „Směrnici o bezpečnosti hraček“ (Directive on the safety of toys). Dále je vyžadována absence ostrých hran a nastavitelný výškový limit. Třída C1, naopak, vyžaduje elektronické ID – tedy systém, který se dá připodobnit k odpovídající sekundárního radaru. Slouží ke snadné identifikaci dronu a jeho majitele během provozu. Do třídy C1 spadají UAS, jejichž hmotnost nepřesahuje 900 g, nebo jejich kinetická energie nepřesahuje 80 J. I pro drony této třídy platí povinnost informačních letáků (fyzických nebo elektronických) ze strany výrobce, režim letu pro bezpečné přistání (tzv. lost link management), absence ostrých hran a nastavitelná maximální výška.

Druhá subkategorie, A2, obsahuje UAS s maximální hmotností do 4 kg. Tyto bezpilotní prostředky mohou létat v bezpečné vzdálenosti od ostatních lidí. V této kategorii existuje pouze jediná třída, a to třída C2. Ta vyžaduje na rozdíl od třídy C1 kromě online testu a školení také teoretický test v prostorách příslušného úřadu. Co se týče technických požadavků, jsou dost podobné C1, obsahují však požadavky navíc jako je křehkost a režim pomalého letu (tzv. low-speed mode).

Poslední subkategorie je A3. Ta obsahuje také tři třídy. První jsou drony domácí výroby, další třídy nesou označení C3 a C4. Pro UAS této podkategorie platí létání v prostorách, kde se neočekává ohrožení kolemjdoucích lidí, a zároveň je kladen důraz na dodržování bezpečné vzdálenosti od obydlených míst. Na pilota této subkategorie platí stejné požadavky jako na pilota třídy C1. Maximální hmotnost UAS 25 kg je pro všechny tři třídy stejná. Rozdíly nalezneme až v technických specifikacích.

Pro třídu C3 je vyžadován informační leták od výrobce, lost-link management, křehkost konstrukce a nastavitelná maximální výška, pro třídu C4 je také vyžadován informační leták a dále zakázán automatický režim letu. Pro třídu vlastní výroby nejsou tyto podmínky definovány. Nutnost elektronického ID a geo-fencingu platí pouze pro třídu C3, pro zbylé třídy subkategorie A3 pak dle EASA záleží na provozní zóně. Přehledná tabulka níže veškeré informace ohledně otevřené kategorie shrnuje. [24]

Operation		Remote pilot competency (age according to MS legislation)	UAS				UAS operator registration
Subcategory	Area of operation (far from aerodromes, maximum height 120 m)		class	MTOM/ Joule (J)	Main technical requirements (CE marking)	Electronic ID/ geo awareness	
A1 Fly over people	You can fly over uninvolved people (not over crowds)	Read consumer info	Privately built	< 250 g	N/a	No	no
			C0		Consumer information, Toy Directive or <19 m/s, no sharp edges, selectable height limit		
		<ul style="list-style-type: none"> Consumer info online training online test 	C1	< 80 J or <900 g	Consumer information, <19m/s, kinetic energy, mechanical strength, lost-link management, no sharp edges, selectable height limit.		
A2 Fly close to people	You can fly at a safe distance from uninvolved people	<ul style="list-style-type: none"> Consumer info online training online test theoretical test in a centre recognised by the aviation authority 	C2	< 4 kg	Consumer information, mechanical strength, no sharp edges, lost-link management, selectable height limit, frangibility, low-speed mode.	Yes + unique SN for identification	yes
A3 Fly far from people	You should: <ul style="list-style-type: none"> fly in an area where it is reasonably expected that no uninvolved people will be endangered keep a safety distance from urban areas 	<ul style="list-style-type: none"> Consumer info online training online test 	C3	< 25 kg	Consumer information, lost- link management, selectable height limit, frangibility.	if required by zone of operations	
			C4		Consumer information, no automatic flight		
			Privately built		N/a		

Obr. 6: Rozdělení subkategorií a jednotlivých tříd v otevřené kategorii [24]

3.2.2 Specifická kategorie

Koncept EASA zavádí také tzv. specifickou kategorii. Ta dle definic představuje střední riziko pro letecký provoz, což zahrnuje sdílený vzdušný prostor s pilotovanými letadly. Pro provoz UAS spadajících do této kategorie je vyžadováno oprávnění od vnitrostátního leteckého úřadu (ÚCL). Provozovatel musí pro kontrolu a získání oprávnění předložit veškeré nezbytné informace k určení rizika, včetně předložení dronu samotného. Tudíž už nestačí pouze složení zkoušky a získání certifikátu, jako to bylo u otevřené kategorie. Celý proces je daleko složitější. Provozovatel získává příslušná povolení na základě deklarace (Operational declaration), nebo požádá o vydání certifikátu LUC (Light UAS operator certificate). Pokud se provozovatel rozhodne získat povolení pomocí deklarace, vypracuje žádost a předá ji na ÚCL. Úřad deklaraci vyhodnotí a po splnění dalších podmínek vydá oprávnění. Pokud provozovatel bude chtít létat jako LUC, podá žádost o vydání LUC a se žádostí dodá další potřebné dokumenty (např. provozní příručku). Úřad dokumenty prozkoumá a pokud vyhovují, bude následovat audit u provozovatele a následně vydání certifikátu. O tom, jak obě varianty fungují podrobněji se rozepíší dále.

Opinion uvádí, že pokud provozovatel standardně požádá o deklaraci, a není již držitelem certifikátu LUC, obdrží ji ze strany oprávněného úřadu dle způsobu a formy stanovených EASA. Úřad by měl po obdržení žádosti neprodleně poskytnout žadateli potvrzení o přijmutí a zároveň zkontrolovat, že deklarace obsahuje všechny potřebné

informace. Pokud chce provozovatel UAS létat v jiném členském státě, než kde je registrovaný, musí zažádat o deklaraci také v tom daném státě. Jakmile získá potvrzení ze strany úřadu, může začít provozovat svou činnost v případě, že všechny podmínky jsou splněny a požadovaná opatření jsou na místě. Zároveň by provozovatel měl úřad ihned kontaktovat v případě, že dojde k nějaké změně v deklaraci.

Druhým zmiňovaným způsobem je vlastnit certifikát LUC, jehož získání je mnohem komplikovanější než v případě deklarace, nicméně pro větší firmy nevyhnutelné. Opět je celá žádost standardizována dle EASA. Držitel certifikátu LUC může začít provozovat svou činnost, pokud jsou splněny všechny požadavky. Zároveň se na něj vztahuje hned několik povinností. Předně musí zajistit požadavky ohledně povinnosti provozovatele UAS specifické kategorie, povinnosti ohledně registrace a dálkově řídicího pilota. Zároveň musí splňovat rozsah a privilegia definovaná ve svých vlastních podmínkách schválení. Dále provozovatel musí zřídit a provozovat kontrolní systém pro jakékoli činnosti, které jsou provedeny pod definovanými podmínkami LUC, stanovit rizika zamýšleného provozu a shromažďovat potřebnou dokumentaci. Držitel certifikátu LUC musí také poskytnout příručku LUC příslušnému úřadu, která popisuje přesně organizaci společnosti, příslušné postupy a jejich činnost. Pokud je nějaká činnost vykonávána partnerskou organizací nebo subdodavatelem, měl by manuál LUC zahrnovat postup, jakým způsobem provozovatel hodlá udržovat vztah s těmito partnerskými společnostmi. Zároveň tento manuál musí být roz distribuován mezi personál společnosti v souladu s jejich pozicemi. Obsah příručky by neměl odporovat podmínkám, které byly držiteli certifikátu LUC povoleny. EASA se také zabývá možností předání certifikátu, která kromě změny majitele, tuto možnost neumožňuje. Certifikát LUC je po dobu plnění podmínek v souladu s požadavky ze strany provozovatele neomezeně platný, pokud nedojde k jeho zrušení či odstoupení. V takovém případě je certifikát neprodleně vrácen zpět příslušnému úřadu. Dále je potřeba říci, že podobně jako u deklarace, i zde musí být jakákoli změna v podmínkách provozovatele UAS, nebo změna v bezpečnostním systému, nahlášena a schválena příslušným úřadem. [24]

3.2.3 Certifikovaná kategorie

Třetí, a poslední kategorií, kterou předpis EASA zavádí, se nazývá „certifikovaná“. Ta obsahuje UAS, jejichž provoz je vyhodnocen jako vysoce rizikový. S velkou pravděpodobností se dá říci, že bude obsahovat velké drony, využívané pro činnosti některých společností. Dohled má být vykonáván příslušným leteckým úřadem, který vydává licence, schvaluje údržbu, dozoruje provoz a výcvik. Na celou certifikovanou kategorii je pohlíženo podobně jako na letadla s posádkou. Vydávají se tak osvědčení

o letové způsobilosti a platí pro ně omezení podobná pilotovaným letadlům, která se mohou týkat služby ŘLP nebo dostupnosti vzdušného prostoru. Organizace, které jsou zodpovědné za konstrukci letadel, budou muset prokazovat své schopnosti pomocí příslušných povolení. Pilot bude dle EASA držitelem oprávnění, zatímco provozovatel bude držitelem certifikátu provozovatele dálkově řízených dronů (ROC). V současné době se ale nepředpokládá, že prováděcí předpisy pro „certifikovanou kategorii“ budou oddělené od těch, které jsou platné pro standardní pilotovaná letadla. Zatím se případy UAS spadajících do této kategorie řeší individuálně, zavedení této kategorie však Opinion neudává. [24]

3.2.4 Opinion No 01/2018

Oproti loňské verzi konceptu, nesoucí název NPA 2017-05, přichází nejnovější dokument Opinion No 01/2018 s několika změnami. Jak jsem již zmiňoval na začátku, byly do něj zapracovány připomínky ze stran široké veřejnosti. Následuje přehled změn, které v rámci konceptu EASA letos zavádí.

Začnu se změnami, které se týkají definic. V nové verzi evropského nařízení EASA jsou již zavedené a užívané pojmy jako UA nebo UAS přeformulovány. Bezpilotní letadlo (UA – Unmanned aircraft) bude nově znamenat jakékoli letadlo, provozované autonomně nebo určené k autonomnímu provozu, nebo dálkově řízené letadlo bez pilota na palubě. Nová definice bezpilotního systému (UAS – Unmanned aircraft system) bude znamenat bezpilotní letadlo (UA) a příslušné vybavení, potřebné k jeho dálkovému řízení. Celý předpis se nově bude vztahovat i na modely letadel, které byly doposud mimo platnost. Podle nové definice se totiž na model letadla pohlíží již jako na UA – tedy bezpilotní letadlo. Všechny tyto definice se na první pohled nemusejí zdát jako něco převratného, nicméně EASA si uvědomuje nesoulad v terminologii bezpilotních prostředků, a ve svém novém nařízení se je pro zjednodušení snaží sjednotit.

Dále také se v novém pojetí bezpilotního letadla uvažuje autonomní provoz. Záležitost, se kterou se původně příliš nepočítalo, a která je u nás zakázána. Autonomní provoz (Autonomous operation) je definován jako provoz bezpilotního letadla bez možnosti zásahu dálkově řídicího pilota do řízení letu. Zda agentura EASA skutečně zvažuje umožnění autonomního letu je otázkou. Nicméně je potřebné si uvědomit, že všechny tyto pojmy související s provozem UAS jsou součástí již dnes rozsáhlého systému a pro snadnou orientaci v něm je nezbytné si tuto terminologii sjednotit.

Obecně se dá říci, že předchozí verze NPA byla pro provozovatele striktnější. Například v subkategorii A3 umožňovalo nařízení létat pouze v místech, kde se neočekává přítomnost ostatních lidí. Nová verze přichází s přeformulovanou definicí, kdy počítá s provozem v oblastech, kde se neočekává ohrožení ostatních lidí. Zároveň je vyžadován dostatečný odstup od obydlených zón pro celou subkategorii, který byl v předchozí verzi požadován pouze pro třídu C4.

Další novinkou je zrušení definice minimálního věku na úrovni EU. Minimální věk pro provoz UAS bude definován na jiné úrovni. Tato změna nemá za úkol ovlivnit bezpečnost.

Nutnost elektronické identifikace a geo-fencingu se nově týká tříd C1 a C3 nehledě na to, zda jsou UAS vybaveny fotoaparátem nebo audio senzorem. Pro dotčené třídy to znamená zvýšené náklady na design a implementaci technologií, se kterou se musí výrobci vypořádat. Neočekávají se však tolik vysoké náklady v porovnání s těmi, které vznikly v důsledku zavedení předchozí verze NPA 2017-05. Tato změna má dle EASA přinést zlepšení bezpečnosti díky funkci geo-fencingu, a dále dopady na soukromí má zlepšit nutnost elektronické identifikace, která vysílá informace o konkrétním dronu ostatním uživatelům na principu odpovídače sekundárního radaru, používaného v klasickém pilotovaném letectví.

Další změna přichází v oblasti registrace. Ta bude vyžadována pro provozovatele UAS s hmotností MTOM vyšší než 250 g (tedy třídy C1, C2, C3 a C4). Tato změna nemá za úkol zvýšit bezpečnost provozu, nicméně má přinést pozitivní dopad ohledně zodpovědnosti pilotů v případě nehody.

Opinion dále zavádí tzv. režim pomalé rychlosti – low-speed mode. Týká se to UAS ve třídě C2. Tyto drony, určeny pro provoz v minimální vzdálenosti 5 m od ostatních lidí, budou nově muset mít tento režim pro zvýšení kontroly nad bezpilotním prostředkem. Dle údajů od některých výrobců má být ekonomický dopad této změny velmi nízký, jelikož vývoj takového systému netrvá příliš dlouho. Na druhou stranu, minimální odstup od ostatních kolemjdoucích byl snížen z 20 m, jak bylo navrženo v NPA, na hodnotu pouhých 5 m. To umožní provoz ve větší blízkosti od lidí za zachování stejné úrovně bezpečnosti.

Ochrana datového spojení pro třídy C2 a C3 je další novinkou ze strany EASA. UAS v těchto kategoriích musí být vybaveny ochranným systémem proti neoprávněným přístupům. Nehledě na jasné bezpečnostní zlepšení, náklady na takový systém budou minimální. Současné technologie zajišťují levná řešení a většina UAS na trhu již dnes

podobné systémy má. Původně bylo zamýšleno zavést tento požadavek také na třídu C1, nicméně při posouzení omezené kinetické energie bylo rozhodnuto neimplementovat tento prvek.

Rychlostní omezení pro třídu C0, pokud již nesplňuje tzv. „Směrnici o bezpečnosti hraček“ (Directive on the safety of toys), bylo nastaveno na 19 m/s. Z bezpečnostního hlediska může tato změna přinést mnoho pozitivního, vezme-li se v potaz fakt, že tyto bezpilotní prostředky mohou létat nad ostatními lidmi. Z ekonomického pohledu jsou náklady na vývoj a implementaci takového omezení zanedbatelné.

Unikátní sériové číslo (SN) pro třídy C1, C2 a C3 je další změnou oproti původnímu NPA. Opět se očekává zanedbatelný ekonomický dopad a další zvýšení bezpečnosti, jako u většiny inovací, které Opinion No 01/2018 přináší. [25]

3.2.1 Bezpečný provoz dronů v Evropě

EASA nedávno publikovala první formální dokument ohledně malých dronů v Evropě. První evropská pravidla pro civilní drony vůbec mají za cíl umožnit dálkově řízeným letadlům létat bezpečně v evropském vzdušném prostoru a být zárukou pro tento velmi rychle rozvíjející se průmysl. Dokument Opinion No 01/2018, který zohledňuje odborné znalosti mnoha mezinárodních účastníků z oboru, má sloužit jako základ pro Evropskou komisi pro přijetí konkrétních regulačních návrhů v roce 2018.

Dokument přichází s novým způsobem regulací, kdy se EASA snaží zachovávat pravidla co nejjednodušší, a zaměřovat se na konkrétní rizika provozu: létání s dronem nad městem nebo nad mořem představuje v obou případech úplně jiné riziko. Do dnešní doby toho příliš mnoho EASA dělat nemohla, jelikož Evropská unie ponechala kompetence ohledně dronů lehčích než 150 kg jednotlivým členským státům. Situace se ale změnila. Aktualizovaný dokument EASA Basic Regulation – budoucí regulační systém pro leteckou bezpečnost, který čeká na své schválení pravděpodobně během letošního léta, rozšířil svou působnost na všechna UAS.

Na celém dokumentu se pracovalo zhruba poslední dva roky. Bylo nutné zvážit odborné znalosti jak ze stran členských států, stejně tak jako ze strany mezinárodních mimoevropských organizací (např. ICAO, JARUS, FAA). Mezitím bylo také nutné prozkoumat komentáře a příspěvky od soukromých provozovatelů, spoluobčanů a leteckého průmyslu během již zmiňovaného čtyřměsíčního konzultačního období. Jak si EASA představuje celý proces schvalování znázorňuje obrázek níže.



Obr. 7: Časová osa celého regulačního procesu EASA [24]

Nový koncept umožní každému zakoupit a provozovat dron, pokud bude zajištěno následující:

- Provozní bezpečnost pomocí udržování bezpečného rozestupu od pilotovaných letadel, lidí a kritické infrastruktury
- Ochrana před protiprávními činy pomocí udržování vzdálenosti od nukleárních reaktorů, vojenských základen nebo ropovodů
- Soukromí pomocí oddělení provozu od obydlených oblastí, jelikož nikdo si nepřeje cizí dron před domem
- Ochrana životního prostředí pomocí snižování úrovně hluku

Navíc má tento nový regulační koncept sladit provozní předpisy v Evropě a vytvořit tak společný evropský trh pro UAS. Další funkcionality budou postupem času přidávány až do roku 2025, kdy EASA předpokládá plně samostatný provoz.

4 Omezení a nutné změny v provozování UAS

Bezpilotní letadla jsou používána pro volnočasové aktivity nebo vojenské účely už mnoho desítek let. Příchod levných a výkonných počítačů, komunikačních technologií a dalších systémů podpořil nárůst počtu letadel, stejně tak zlepšil jejich spolehlivost. Výsledkem je větší poptávka po bezpilotních prostředcích a vyšší požadavky na integraci vzdušného prostoru. Navíc čeká výrobce ještě několik technických výzev, jejichž řešení by mělo být z důvodu navyšujících se počtů uskutečněno co nejdříve. Tato kapitola se zabývá tím, o jaké výzvy se konkrétně jedná. Co stojí proti integraci UAS a jakým způsobem lze zlepšit současný stav, aby proces probíhal lépe a rychleji?

4.1 Srovnání UAS s pilotovanými letadly

Pro úspěšný proces integrace je důležité nejprve obě dvě kategorie, jak bezpilotní, tak klasická pilotovaná letadla, srovnat mezi sebou a najít rozdílné a společné vlastnosti. Tento krok je důležitý z toho důvodu, že technologie pro provoz letadel s pilotem již existují – jsou již dlouho zavedené, lidem známé a nějakou dobu fungují. Cílem je tedy

nalezení společných aspektů pro obě odvětví a přizpůsobení dronů pilotovaným letadlům co nejvíce to půjde. Tak bude možné využít stávající legislativu a technologie, což samozřejmě celý proces podstatně urychlí.

Bezesporu mají bezpilotní letadla oproti těm pilotovaným celou řadu výhod. Pokud začneme z hlediska zřejmě nejdůležitějšího faktoru v oblasti letectví, tedy bezpečnosti, je výhoda na straně dronů více než jasná. UAS mohou při nebezpečných situacích být nasazeny namísto pilotovaných letadel, ať už se jedná o válečný konflikt či živelnou katastrofu. Dálkově řídicí pilot zůstává při akci v bezpečí na zemi, čímž je značně sníženo riziko, že dojde při manipulaci s letadlem k ohrožení jeho zdraví. Dále nabývají UAS velkého významu při dlouhých a monotónních pracích. Některé činnosti vyžadují dlouhé hodiny létání, což klade na pilota takového letadla značné fyzické nároky. V případě použití bezpilotních prostředků není potřeba díky předprogramovaným tratím zásah pilota tak často, čímž se mnohonásobně zvýší efektivita práce.

Pokud se na celou problematiku podíváme z ekonomického hlediska, opět vychází z pomyslného souboje lépe UAS. Většina dnes prodávaných multikoptér je poháněna elektromotorem, který svou efektivitou několikanásobně převyšuje motory spalovací, nebo proudové. Do této kategorie však spadají také pořizovací náklady a údržba, které nelze opomenout. V dnešní době je stále vývoj bezpilotních prostředků poměrně drahou záležitostí, uvážíme-li kategorie pilotovaných letadel s odpovídající hmotností. Celá situace ohledně vysokých pořizovacích nákladů na UAS by však měla být pouze otázkou času, kdy lze v budoucnu díky novějším technologiím očekávat snížení cen. Zejména se pak jedná o různé senzory, kterými jsou drony vybaveny a které tvoří velký podíl pořizovací ceny. Zároveň díky tomu, že drony nemusí nést pilota a cestující, je jejich hodnota poměru užitečného zatížení podstatně příznivější než v případě pilotovaných letadel, která ještě musí nést vybavení zabezpečující potřeby a pohodlí posádky.

Další nespornou výhodou je variabilita použití. Některé práce mohou vyžadovat pomalé létání (například snímkování), jiné zase co nejrychlejší přepravu z místa na místo. Díky rozdílům v konstrukčních parametrech jsou UAS mnohem přizpůsobivější různým situacím v porovnání s klasickými letadly s posádkou. Tato variabilita je způsobena zejména tím, že konstruktéři nemusí dbát tolik na pohodlí cestujících a mohou během vývoje více experimentovat. [26]

4.2 Požadavky na provoz UAS

Pro bezpečnost provozu je důležitá spolehlivost bezpilotních letadel. Ačkoli rok od roku společně s technickou vyspělostí roste, zatím se nemůže měřit se spolehlivostí klasických pilotovaných letadel. Základními komponentami jsou i v letectví, podobně jako v automobilovém průmyslu, prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Jak vypadají a jakým způsobem mohou přispět k bezpečnějšímu provozu?

Jako prvky aktivní bezpečnosti považujeme zálohovací systémy, které aktivně brání v příčině vzniku nehody tím, že přebírají funkci v případě, že dojde k selhání hlavního systému. Podobné několikanásobné zálohy jsou v klasickém pilotovaném letectví běžné a žádoucí, nicméně jejich použití pro UAS není zrovna nejlepší řešení. S každou redundancí narůstá MTOM samotného bezpilotního prostředku, což se ihned projeví na maximálním doletu. Obecně platí, že s rostoucí hmotností klesají výkony. Jinými slovy, zkracuje se maximální doba letu, stoupavost, maximální rychlost a další charakteristiky. Dále se vysoká hmotnost projevuje na zkrácení životnosti pohonných jednotek, jelikož platí, že čím větší hmotnost, tím vyšší výkon pohonných jednotek za letu. Vlétno-li tedy bezpilotní letadlo do silného klesavého proudu, je schopné do určité hmotnosti vliv proudu překonat. Při vysokých hmotnostech však výkony nestačí a UAS hrozí nehoda. [1] Navíc nelze předpokládat, že takový systém je schopen stoprocentně předejít letecké nehodě. V takovém případě každý přebytečný kilogram přispívá k vyšší kinetické energii, a tudíž i k rozsáhlejšímu následkům případné srážky. Pokud se jedná o multikoptéry, za takový zálohovací systém můžeme považovat kupříkladu paralelní zapojení baterií. Při selhání jedné z dvojice baterií pak pilot může i nadále bezpečně přistát. Bezpečnost lze také zvýšit výběrem vhodného typu konstrukce. V případě hexa či oktokoptéry je ovladatelnost při vysazení jednoho z motorů mnohem vyšší v porovnání s běžnou kvadrokoptérou.

Další možností, jak zvýšit provozní bezpečnost je rozmístění vrtulí. Jejich standardní uspořádání, tedy jedna vrtule na jedno rameno, je vhodné pouze do určitých rychlostí větru. Pokud bychom jejich počet zdvojnásobili, tedy na jedno rameno by připadaly hned dva motory, posunula by se i hraniční rychlost větru. [27]

Současné multikoptéry trpí také během vysokých, a naopak nízkých venkovních teplot. U těch vyšších hrozí zejména přehřátí baterií a regulátorů. Pokud dojde k přehřátí, tepelná pojistka odpojí regulátor a multikoptéra havaruje. Za vysoké teploty považujeme ty, které překročí 30°C. Největší nebezpečí nízkých teplot se projevuje ve snižování kapacity baterií. Platí tedy, že čím nižší je venková teplota, tím kratší je doba

letu. Zároveň také dochází ke zvýšení křehkosti plastových vrtulí. Vlivem neopatrného zacházení pak může dojít k poškození vrtule, a následně během provozu k její destrukci. Zároveň dnešní drony nemohou být provozovány za deštivého počasí, nebo za zvýšené vlhkosti v ovzduší. Jejich elektronické součásti zatím nejsou voděodolné. A podobně jako u pilotovaných letadel, problémy působí také námraza. Na rozdíl od nich je však aplikace protinámrazových systémů na malé vrtule multikoptéry značně neefektivní, drahá a opět zvyšuje hmotnost, jejíž nežádoucí účinky již v této kapitole byly popsány. Důležité je tak sledovat předpověď počasí, a v případě výstrahy před námrazou, raději s UAS nelétat. [1]

Co se týká prvků, které následky letecké nehody zmírňují, tedy pasivní bezpečnosti, běžně se používá tzv. systém Fail-safe. Jedná se o bezpečnostní prvek, jehož vlastnosti jsou popsány v kapitole věnované režimům multikoptér. Možným alternativním řešením mohou být padákové systémy, které by fungovaly buď po aktivaci pilotem, nebo po vyhodnocení situace, která neumožňuje bezpečné přistání v režimu Fail-safe. V případě úspěšné certifikace bude možné riziko ohrožení osob a majetku na zemi ze strany bezpilotních prostředků výrazně sníženo.

4.3 Sdílení vzdušného prostoru

Velkou výzvou v procesu integrace je bezpečné zajištění vzdušného prostoru pro všechny jeho uživatele. Ten je rozdělen v České republice celkem do 4 tříd (C,D,E,G). Kromě blízkosti letišť, kde se nachází zóny CTR a ATZ, a kde lze za určitých podmínek létat výše, mají uživatele UAS k dispozici pro své účely pouze třídu G, kde se uplatňují pravidla pro lety za viditelnosti VFR. Jedná se o neřízený prostor, kde je ale všem známým letadlům poskytována letová informační a pohotovostní služba. Nachází se od země do výšky 1000 ft AGL (zhruba 300 m). Vyhýbání se překážkám funguje na principu „vidět a vyhnout se“ (z anglického „See and avoid“), což staví dálkově řídicího pilota do značné nevýhody. Možnost dobrého výhledu lze určitě ovlivnit vhodným místem, nicméně je potřeba počítat s tím, že ani s nejlepším výhledem ze země není možné docílit takového přehledu o situaci, jako z kokpitu letadla. Princip „vidět a vyhnout se“ lze definovat jako jednu ze základních metod pro vyhýbání se kolizím ve světě letectví. Pilot je povinen se během letu věnovat vizuálnímu kontaktu s okolím a vyhledávat tak možná rizika srážky. Obzvláště pak v místech, kde není poskytována služba ŘLP. Přitom se nemusí nutně jednat o let VFR, neboť možnost srážky s jakýmkoli objektem je vždy aktuální a za objekt se nemusí považovat jenom druhá letadla nebo budova, ale například hejno ptáků.

Tento problém lze vyřešit použitím kamerových senzorů, které by dálkově řídicímu pilotovi snímaly v reálném čase situaci kolem letadla. Jedná se zejména o otázku technologií, jelikož pro účinné použití nesmí docházet ke zpoždění obrazu. Obraz musí být zároveň dostatečně kvalitní, aby mohl pilot včas detekovat objekt potenciálního nebezpečí a zareagovat. Avšak i pilot klasického letadla může mít s detekcí malých UAS problém. Rozměry dnes běžně prodávané multikoptéry jsou jen několik desítek centimetrů, což při běžně používaných cestovních rychlostech znamená pouze několik vteřin na reakci. Možné řešení může poskytnout implementace nějakého z antikolizních systémů, které již pilotovaná letadla běžně používají. Aby takový systém však byl účinný, je potřeba, aby jím byla vybavena všechna bezpilotní letadla pohybující se ve vzdušném prostoru. A nejde pouze o drony, jelikož prostor třídy G také využívají např. piloti větroňů nebo parašutisté. Vybavení protisrážkovými systémy opravdu všech účastníků vzdušného provozu se tak jeví jako velice nákladné, a hlavně v současné době nereálné.

Nejčastěji používaným protisrážkovým systémem je v letectví systém ACAS (Airborne collision avoidance system). Ten je založen na přijímání signálu z odpovídáče sekundárního přehledového radaru (SSR). Pracuje nezávisle na službě ŘLP a jeho úkolem je varovat pilota před nebezpečím srážky s jiným letadlem, nebo v krajním případě, provést úhybný manévr. Ačkoli je použití systému ACAS v moderních letadlech zcela běžné, jeho implementace do provozu UAS přináší několik problémů.

Prvním, a zřejmě největším problémem je fakt, že systém ACAS není do výšky 500 ft aktivní. Tedy ve výšce, ve které se běžný uživatel bezpilotních prostředků pohybuje. Další nevýhodou je bezesporu finanční stránka. Implementace takového zařízení může pořádně pohnout s cenou současných UAS a snížit tak poptávku, která neustále narůstá. Problém samozřejmě působí i nepřítomnost pilota na palubě. Systém vydává tzv. TA (traffic advisory) nebo RA (resolution advisory). Nutnost přenést informaci do jiné nadmořské výšky dálkově řídicímu pilotovi vytváří riziko zpoždění a může vést k výpočtu špatné reakce. Sice je systém vybaven opravnými algoritmy, není však navržen na opravu každé přenesené informace. Použití protisrážkových systémů tak zatím pro potřeby UAS není vhodné, respektive je potřeba provést další studie a vyhodnotit bezpečnostní rizika. [27]

4.4 Ochrana před protiprávními činy

Využití UAS pro prospěšné činnosti je bezesporu rozsáhlé. Lze je využít pro snímkování, monitorování terénu a další letecké práce. S jejich stále se zvyšující dostupností pro širokou veřejnost se však pojí také pravděpodobnost zneužití

k protiprávním činům. Nabízí se možnost hlídkování během trestné činnosti jako je loupež, pašování materiálu ze střežených objektů, a zejména, možnost bombových útoků bez přítomnosti pachatele na místě činu. Zároveň jsou UAS vystaveny riziku kybernetických útoků. Z tohoto důvodu je potřeba zajistit pevně stanovené bezpečnostní prvky. Například taková dálkově řídicí stanice je ve své podstatě obdobou kokpitu pilotovaného letadla. Je tedy nutné jí zabezpečit podobně proti sabotáži a protiprávním činům. Systémy pro kontrolu přístupu do dálkově řídicí stanice musí tedy být minimálně na stejné úrovni jako ty už běžně používané na palubě letadel. Za použití identifikačních technologií jako je biometrie tak lze dosáhnout ještě vyšších bezpečnostních standardů. Dálkově řídicí pilot by pak měl podléhat stejným prohlídkám jako osoby, které mají povolený vstup do střežených částí letiště. [22]

Dále je důležité, aby bezpečnostní složky byly na případný útok ze vzduchu připraveny. Toho lze docílit použitím technologií, které pohyb dronů monitorují, a v případě neoprávněného nebo podezřelého manévru adekvátně zasáhnou. Jednou z možností je použití vlastních UAS pro jejich odchyt. Existují také pozemní systémy, které mohou být využívány k odchytnutí cizího a potenciálně nebezpečného dronu. Řešením může být systém Anti-Drone od společnosti Prime Consulting & Technologies. Jedná se o sadu různých zařízení, která se liší od velikosti, funkce a formy jeho použití (soukromé budovy, věznice, obchodní centra, vládní budovy atd.). Jejich řešení se skládá z několika druhů zařízení – zařízení pro detekci UAS (radary, přehledové systémy, akustické senzory, kamerové systémy), zařízení pro neutralizaci dronů (statická a mobilní rušička signálu, záchytné systémy, proti-dronové lasery a odchytné sítě). [28]

Rušení signálu GPS je zřejmě nejjistějším způsobem ochrany před drony. Let v automatickém režimu na předem zvolené místo je tímto znemožněn, v kombinaci s rušením signálu dálkového řízení pak pilot nemůže svůj dron přímo ovládat. Nevýhodou však může být fakt, že rušení signálu se týká veškerého provozu na dané frekvenci. Není tak možné použít vlastní UAS, jelikož data z GPS jsou nedostupná v dosahu rušičky. Mimo jiné může docházet k rušení internetového připojení přenášeného Wi-Fi routery. Krajním řešením může být kromě rušení signálu také sestřelení nebezpečného dronu. To však způsobuje kolizi se zemí, což je v dané situaci nežádoucí. Možnosti zneužití UAS pro protiprávní činy vždy bude existovat, podobně jako u jiných technologií. Bohužel teroristé bývají vždy o krok napřed, tudíž je na místě, aby příslušné zodpovědné orgány vyvinuli efektivní ochranu, ke které mohou přispět právě systémy jako je Anti-drone.

5 Koncept testovacího neřízeného letiště

Cílem této bakalářské práce je navrhnout neřízené letiště pro bezpečnou integraci UAS a klasických pilotovaných letadel. Vycházet budu hlavně z české a světové legislativy, stejně tak z provozních a technologických omezení, které byly zmíněny v předchozích kapitolách. Výsledkem tak bude soubor pravidel, jehož implementací se může proces vytvoření společného provozu posunout zase o něco dále.

Nejprve se však zaměřím na definici neřízeného letiště. Jedná se o takové letiště, kde není poskytována služba řízení letového provozu. Nemá tedy řídicí věž, nebo tato věž není v provozu. Při létání v blízkosti neřízeného letiště je na místě zvýšená opatrnost a obezřetnost ze strany pilotů. Je nezbytné, aby pilot bral ohled na ostatní účastníky provozu a byl si vědom rizik s tím spojených.

5.1 Letištní letová informační služba AFIS

Služba AFIS (Aerodrome Flight Information Service) je jedna z kategorií letových provozních služeb. Její poskytování je osvědčováno a dozorováno vnitrostátním orgánem. AFIS je poskytován všem známým letadlům v letištní provozní zóně ATZ nebo v oblasti s povinným radiovým spojením RMZ. Mezi poskytované informace patří například používaná RWY, směr letištního okruhu, upozornění na druh letové činnosti na letišti, informace o stavu letiště jako takového a případných překážkách. Dále jsou poskytovány meteorologické služby. Dispečer AFIS tak poskytuje informace ohledně směru a rychlosti přízemního větru, atmosférického tlaku (QFE nebo QNH), nebezpečných povětrnostních jevů (bouřky, krupobití, snížená viditelnost atd.), a dále informace přejaté z ostatních letadel jako jsou informace o stříhu větru, silné turbulenci apod. Na jednom letišti mohou být poskytovány jak služba AFIS, tak letová provozní služba ze strany ŘLP. Nesmí být však poskytovány souběžně a o jejich spolupráci musí být uzavřena koordinační dohoda. Zároveň smí být v provozu pouze jedno stanoviště letištní letové informační služby AFIS.

Stanoviště AFIS musí mít k dispozici údaje o aktuálním QNH na daném letišti a platné oblastní QNH, dále také údaje o směru a rychlosti přízemního větru a údaje o teplotě. Mezi další vybavení patří letištní řád, mapy a předpisy – jako například předpisy řady L, letecké oběžníky, platné NOTAMy vztahující se k danému letišti. Provozní doba stanoviště je pevně daná a publikovaná, nicméně za určitých speciálních podmínek mohou poskytovat informační službu i mimo svou vymezenou provozní dobu. Jedná se například o letový výcvik na letišti, výsadky, letecká veřejná vystoupení, letecké soutěže nebo při provozování letecké činnosti v noci.

Co se bezpečnosti a protiprávních činů týká, tak je dispečer AFIS povinen při podezření takového činu řídit se bezpečnostním programem letiště a informovat o této skutečnosti Policii ČR. Pokud by se jednalo o teroristický čin, informuje také nejbližší stanoviště služby ŘLP. Nicméně dispečer AFIS nesmí vydávat letovému provozu povolení. Pouze v odůvodněných případech, kdyby hrozilo nebezpečí, může vydat pilotům příkaz nebo zákaz. Ten smí být vydán jen z důvodu bezprostředního zabránění možnosti vzniku incidentu nebo letecké nehody. V případě vydání příkazu je pilot letadla odpovědný za jeho splnění. [29]

5.2 Možnosti vytvoření neřízeného testovacího letiště

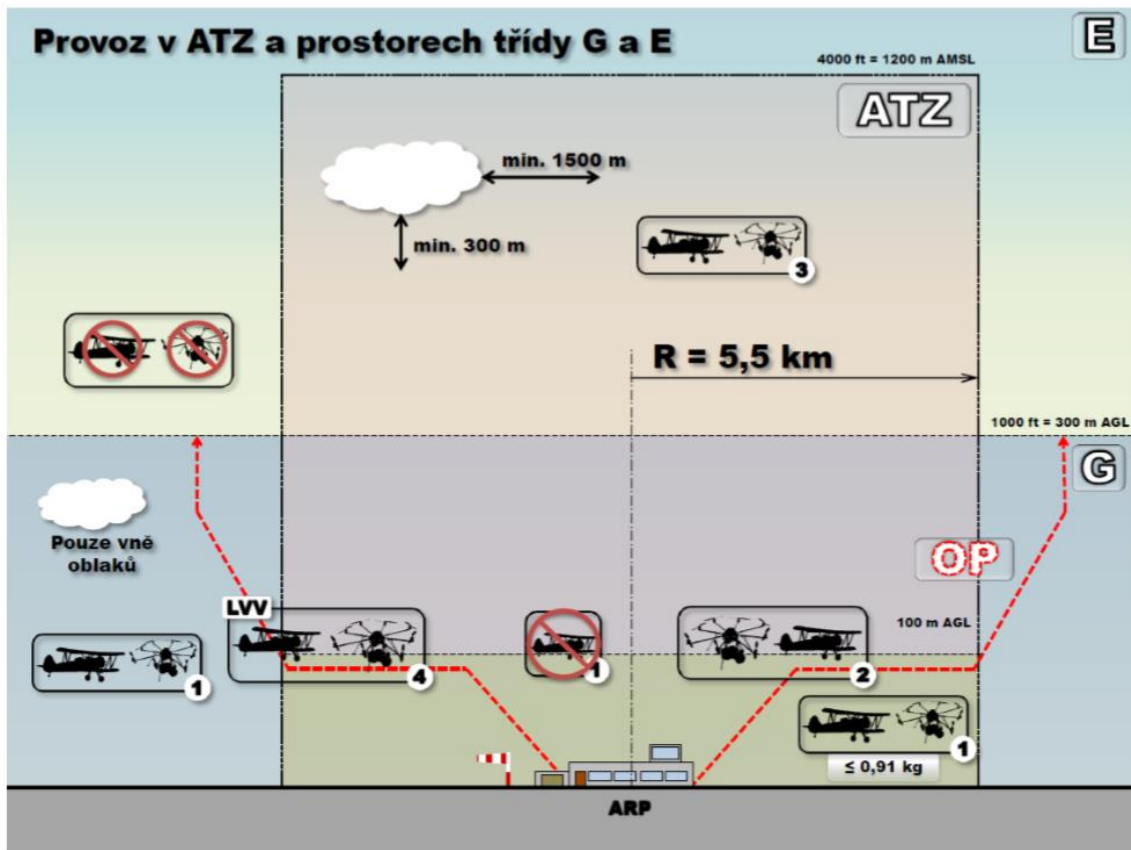
Testovací letiště lze navrhnout v několika různých variantách. První možností je vytvořit zcela samostatnou plochu mimo letiště. Dle české legislativy by se jednalo o vzdušný prostor třídy G, tedy prostor do 300 m AGL kopírující terén, ve kterém není provoz bezpilotních prostředků jiným způsobem omezen. Takové řešení je principiálně nejjednodušší, jelikož není potřeba taková koordinace s ostatním provozem. Dalším způsobem je vytvořit testovací letiště v blízkosti nějakého jiného letiště, a to v našich podmínkách lze provést ve dvou variantách, buď v ATZ nebo CTR. Zde se již setkáváme s vyšším stupněm koordinace provozu, jelikož v blízkosti letišť je specifický provoz a dle legislativy vyžaduje různá opatření. Takto umístěná plocha již musí být nějakým způsobem koordinována s provozem pilotovaných letadel, tudíž se již během návrhu musí počítat se zásadami bezpečné integrace UAS.

5.3 Testovací letiště v blízkosti jiného letiště

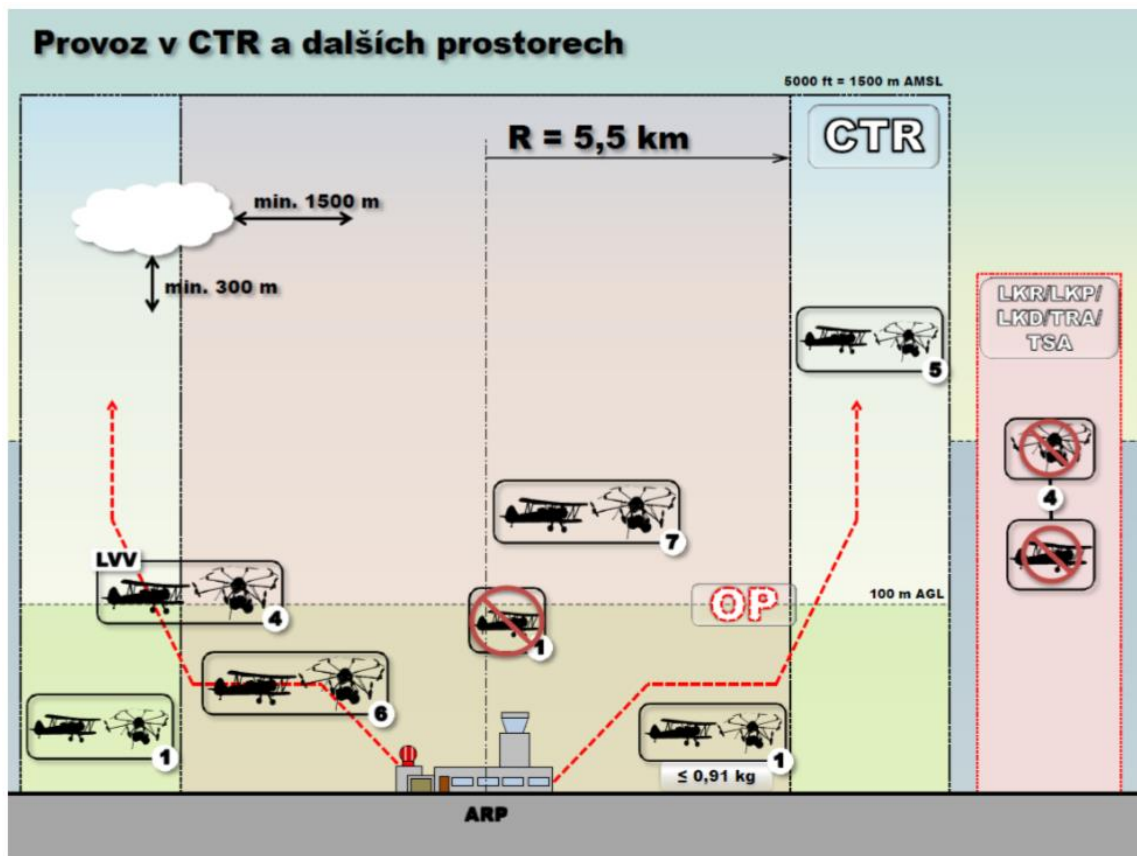
Pro vytvoření testovací plochy pro UAS v blízkosti již existujícího letiště je třeba dbát na nemalá provozní omezení. Česká legislativa odlišuje vzdušný prostor v jejich blízkosti, jak již bylo zmíněno, na letištní provozní zónu ATZ (Aerodrome Traffic Zone) a řízený okresek CTR.

- ATZ – Letištní provozní zóna ATZ se zřizuje na letištích, kde není poskytována služba řízení letového provozu. Jedná se zejména o aeroklubová letiště. Je vymezena kružnicí, nebo alespoň její částí, s poloměrem 5,5 km od vztažného bodu letiště. Zpravidla se v této oblasti poskytuje letištní letová informační služba AFIS.

Provoz v ATZ a CTR graficky znázorňují následující obrázky. Jejich legenda je přiložena na konci této práce.



Obr. 8: Provoz v ATZ a prostorech třídy G a E [15]



Obr. 9: Provoz v CTR a dalších prostorech [15]

- CTR – Jak již název vypovídá, jedná se o řízený vzdušný prostor, který je zřizován okolo řízených letišť. Je vymezen od povrchu země do stanovené výšky a horizontálně do vzdálenosti 9,3 km od středu letiště. Pokud se jedná o vojenské letiště, okrsek se nazývá Vojenský řízený okrsek MCTR a platí pro něj obdobná pravidla jako pro CTR.

Létání bezpilotních prostředků se věnuje Doplněk X předpisu L 2 a udává pravidla, která se při zřizování testovacího letiště musí brát v potaz. Provoz v ATZ je povolen na základě koordinace se službou AFIS, kdy si pilot s majitelem nebo provozovatelem letiště sám dohodne, do jaké výšky smí létat. V případě však, kdy AFIS na letišti není, je opět nutné dohodnout si výšku s provozovatelem, která je ale limitována hodnotou 300 m AGL. Pro menší drony, jejichž hmotnost nepřesahuje 0,91 kg, platí, že jejich provoz v ATZ je povolen i bez koordinace, pokud je dodržena maximální výška 100 m AGL a pokud dálkově řídící pilot respektuje ochranná pásma letiště. Provoz v řízeném okrsku CTR se od toho v ATZ liší. Standardně se zřizuje v blízkosti velkých civilních letišť, která v naší republice nalezneme kupříkladu v Praze, Brně, Ostravě a dalších velkých městech. Zřizuje se však také v blízkosti továrních letišť jako jsou například Vodochody a Kunovice, nebo také letišť vojenských, mezi která patří Kbely, Čáslav, Náměšř apod. Pro provoz UAS v těchto oblastech je důležitá vzdálenost od vztažného bodu letiště. Klíčová je hodnota 5500 m. V této vzdálenosti a větší je možné létat do 100 m, nebo do výšky, kterou si provozovatel dohodne se stanovištěm služby ŘLP. Není vyžadován letový plán, odpovídač sekundárního radaru ani stále obousměrné spojení. Pokud je však vzdálenost menší, létání lze uskutečnit pouze na základě povolení ÚCL. Podobně jako u ATZ, i zde se koordinace nevztahuje na malá bezpilotní letadla do 0,91 kg, která mají povoleno létat opět do 100 m AGL a mimo ochranná pásma letiště. [15]

Kromě oblastí ATZ nebo CTR se může provoz odehrávat také kolem letišť, která nejsou ve své podstatě dle definic letiště. Nazývají se plochy pro provoz sportovních létajících zařízení a nevztahuje se na ně předpis L 14. Jedná se typicky o malá letiště, která nemají zřízené ani ATZ ani CTR. Neplatí tam žádná omezení a jelikož se jedná převážně o soukromé vlastnictví, je pro provoz nutná dohoda o podmínkách létání s majitelem nebo provozovatelem. Tyto plochy mají často svá vlastní pravidla, která vznikla po dohodě s ÚCL a jsou veřejně dostupná na webových stránkách nebo na vyžádání. [1]

5.3.1 ML Sobínka

Ačkoli v České republice zatím žádné letiště s provozem výhradně pro UAS není, existují modelářské plochy, které již několik roků fungují, a jejichž podmínky provozu

by se daly poměrně dobře implementovat na takové testovací letiště. Zatím je sice definice modelu a bezpilotního letadla rozlišována, dle již zmiňovaného návrhu evropské komise EASA by se v budoucnu měly pro jednoduchost oba pojmy sloučit. Víceméně toho mají mnoho společného včetně toho nejdůležitějšího rysy, a totiž že nejsou určeny k provozu s pilotem na palubě. Využitím se sice liší, pomineme-li však rozdílné definice, lze se pro integraci provozu podmínkami na modelářských plochách inspirovat. Navíc, kolikrát i tyto plochy sami dálkově řídicí piloti dronů využívají. Rozhodl jsem se tedy na jednu takovou modelářskou plochu zaměřit a podívat se na její provozní stránku. Nemusel jsem ani jezdit příliš daleko. Jedno takové se nachází kousek od pražského letiště, tedy v prostoru CTR. Navíc jeho poloha je vzdálená necelé 4 kilometry od vztažného bodu letiště, jinými slovy dle Doplnku X neumožňuje standardní provoz bezpilotních prostředků. A přesto se tam více než 30 roků létá. Jak to tam tedy funguje?

Jako ostatní modelářské plochy nebo plochy pro provoz sportovních létajících zařízení, i ML Sobínka má svá pravidla pro bezpečné létání. Tato pravidla jsou veřejně dostupná na jejich internetových stránkách. Sice modeláři na Sobínce mohou už několik let provozovat svou rekreační činnost, není letecký provoz v těchto končinách otázkou pouze nedávné minulosti. Původně totiž ještě v osmdesátých letech plocha sloužila jako práškovací letiště, což bylo ještě v dobách, kdy Letiště Praha nedisponovalo tak hustým provozem, jako je tomu dnes. Nicméně se tam létá dodnes, i když s podstatně menšími stroji a na podstatně menším území. Klíčová je poloha plochy směrem k drahám nedalekého Letiště Václava Havla. Ani jedna ze současných používaných drah 06/24 a 12/30 totiž nekřížuje modelářskou plochu. Ta tak neleží v ose dráhy ani v jednom směru, což je klíčové pro provoz takového testovacího letiště, obzvláště když je jeho poloha tak blízko velkému mezinárodnímu civilnímu letišti.

Momentálně existuje koordinační dohoda mezi stanovištěm ŘLP a provozovatelem modelářské plochy. Ta byla následně podepsána ze strany ÚCL, a letiště tak získalo možnost provozu v souladu s českou legislativou. Snahou bylo sdružit modeláře v blízkém okolí na jednu plochu, aby nemuseli jezdit příliš daleko, a aby se nesdružovali na vícero místech, což by mohlo ohrozit bezpečnost provozu pilotovaných letadel mnohem více. Dohoda funguje zcela bez problémů. ML Sobínka nemá žádné provozní hodiny, ani není ze strany ŘLP vyžadováno hlášení provozu vyjímaje větších akcí, kdy se na ploše shromažďuje velký počet návštěvníků a modelářů. Není vyžadováno ani oboustranné spojení s piloty, ani odpovídač sekundárního radaru. Víceméně koordinační dohoda mezi oběma stranami funguje tzv. na dobré slovo. Navíc jsou si modeláři celé situace dobře vědomi a povětšinou s nimi nejsou žádné problémy, co se

provozu týče. S neustále se zvyšujícím počtem bezpilotních prostředků se sice zvedají bezpečnostní nároky na podobné aktivity, nicméně jsem toho názoru, že modelářský provoz nevyžaduje větší regulaci.

Provoz na ploše je limitován maximální výškou 80 m AGL. Výše už by mohl hrozit střet s jiným letadlem, ačkoli to ve skutečnosti příliš pravděpodobné není. Bezpečnostní limit v oblasti je sice 130 m nad zemí, po dohodě s ÚCL se ale vedení rozhodlo limit snížit na zmiňovaných 80 m, a mít tak 50 m k dobru jako bezpečnostní rezervu. V praxi však málokdy někdo maximální výšky dosáhne, jelikož při absenci výškoměrů se její hodnota obtížně stanovuje. Horizontálně je provoz letiště omezen šířkou jeho plochy. Mimo ni se nad okolními stavbami nebo poli létat nesmí. Velikost plochy je zhruba 750 x 450 m a jedná se o povětšinou travnatý povrch. Nalezneme zde ale také asfaltovou dráhu pro standardní rozjezd a přistání, která na Sobínce zůstala po původním práškovacím letišti.

Jak tedy funguje společný provoz, pokud v případě nouze musí nějaké letadlo křížovat modelářskou plochu? I to se samozřejmě může stát, i když, jak jsem zmiňoval, plocha neleží v ose žádné z drah pražského letiště. Typicky se může jednat o vrtulník záchranné služby, který odstartoval z nedalekého Letiště Praha, a který si z důvodu co nejkratší dráhy letu vyžádal povolení pro let přímo nad modelářským letištem. Sice služba ŘLP nemá stálé obousměrné spojení, ani po provozovateli nepožaduje hlášení provozních hodin nebo jakéhokoli provozu, nicméně koordinace funguje na bázi „see and avoid“, neboli vidět a vyhnout se. Jedná se o nejjednodušší způsob vyhýbání se překážkám pro lety za viditelnosti VFR. Jelikož se létá povětšinou v létě za světla a hezkého počasí, není obtížné takový vrtulník na obloze spatřit. Obzvláště pak, když na modelářské ploše pilot není sám. Víc očí víc vidí, jak se říká, tudíž jakmile si někdo všimne blížícího se již zmiňovaného záchranného vrtulníku, upozorní ostatní dálkově řídicí piloty, což vzhledem k malé rozloze plochy není nic obtížného. A podle situace modeláři buď ihned přistanou a ukončí let, nebo sklesají níže, nebo pouze zvolní provoz a dále létají. Přeci jenom, při dodržení maximální výšky by pravděpodobně střet s jiným letadlem nastat neměl. Navíc pokud prolétávající letadlo nemá zrovna na spěch, což může být například rutinní let vojenského vrtulníku, tak se i jeho pilot sám může vyhnout na základě principu „see and avoid“. Je to tudíž vše o takové zodpovědnosti a vzájemné ohleduplnosti jednotlivých uživatelů vzdušného prostoru, na čemž například stojí bezpečnost provozu silniční dopravy.

Provoz na ML Sobínka je důkazem, že i plocha určená pro modely letadel nebo bezpilotní prostředky v takové blízkosti našeho největšího letiště je zcela bezpečná,

a to s minimální koordinací a počtem pravidel. I když se jedná o ne úplně standardní provoz dle Doplnku X, který vyžaduje výjimku ze strany ÚCL. Je to samozřejmě dáno charakterem provozu a počtem dronů ve vzduchu na jednom místě, a pro větší letiště, které by třeba umožňovalo provoz dronů mimo dosah dálkově řídicího pilota BVLOS, by byly tyto podmínky nedostačující. Je však v zájmu všech zúčastněných stran taková letiště zřizovat a provozovat, jelikož je pro bezpečnost mnohem jednodušší uhlídat jednu plochu pomocí koordinační dohody a podmínek provozu, než mít modeláře a dálkově řídicí piloty rozmístěné různě po okolí. Ti by pak třeba mohli být svým nezodpovědným chováním potenciálním nebezpečím pro provoz pilotovaných letadel.

5.3.2 Provozní podmínky pro testovací letiště v CTR

Pro koncept testovacího letiště v řízeném okrsku CTR se mohou uplatňovat následující podmínky provozu. Jsou rozdělené do několika kategorií, a to na podmínky komunikační, které řeší problematiku komunikace dálkově řídicích pilotů se stanovištěm služby ŘLP, která je za provoz zodpovědná, dále podmínky prostorového rozdělení, které se zabývají rozdělením prostoru na ploše pro různé kategorie bezpilotních prostředků. Poslední částí je vybavení takového letiště, do kterého je zahrnuto vše, co piloti pro provoz UAS mohou potřebovat. Platí také omezení, že se testovací plocha nesmí nacházet v ose dráhy blízkého řízeného letiště. V případě vzdálenosti menší než 5,5 km od ARP je nutné schválení ze strany ŘLP a úřadu ÚCL, podobně jako to má ML Sobínka.

5.3.2.1 Komunikační podmínky

Odpovědnou osobou za provoz na testovacím letišti je dispečer ŘLP. Služba ŘLP si však může vyžádat na letišti pro UAS pověřenou osobu, která bude se stanovištěm komunikovat. Bude podřízena dispečerovi, obvykle se bude jednat o vedoucího modelářského klubu, nebo osobu, která bude v daný den zahajovat provoz. Pověřená osoba bezprostředně před zahájením provozu naváže telefonické nebo radiové spojení s řídicím, obeznámí se se situací v okrsku a seznámí dispečera s provozem UAS na testovacím letišti. Dále může informovat stanoviště ŘLP o každém nově příchozím. Protože v CTR může být i více ploch schválených pro provoz UAS, znamenalo by to obrovskou zátěž dispečerů ŘLP. Z tohoto důvodu tak může v budoucnu vzniknout nové stanoviště, které by se zaměřilo pouze na provoz bezpilotních letadel. Záleží však na dalším vývoji, kam až budou moci bezpilotní prostředky létat, a do jaké míry musí být jejich provoz koordinován. Za současné situace samozřejmě hlášení každého příchozího pilota je zbytečné, obzvláště když mohou létat pouze do určité výšky. Minimálně však platí, že každý nově příchozí dálkově řídicí pilot se nahlásí u pověřené

osoby, které sdělí typ UAS, typ vysílače, použitou frekvenci a úlohu, kterou chce absolvovat. Na oplátku pak obdrží informace o situaci na testovacím letišti, případně provozní podmínky jeho využívání.

Letiště může mít zároveň zveřejněnou provozní dobu, která se bude lišit podle měsíce v roce. Pochopitelně se očekává vyšší provoz během letních měsíců než v zimě. Tato provozní doba bude známá stanovišti ŘLP, které s ní bude počítat a může tak efektivně řídit okrsek. Zahájení provozu ze strany pověřené osoby pak může být pouze na vyžádání, jako další krok sloužící k efektivnějšímu využití řízeného okrsku. To se může hodit v případě, kdy během provozní doby panují na letišti nepříznivé podmínky (např. silný déšť), které znemožňují provoz UAS. V takové situaci bude mít dispečer informace o tom, že na testovacím letišti neprobíhá žádný provoz, ačkoli by dle provozní doby měl. Samozřejmě záleží na zodpovědnosti pověřené osoby, která může na nahlášení zahájení nebo obnovení provozu zapomenout, což může vést k nebezpečným situacím. Nutno podotknout, že to nic nemění na tom, že veškerá zodpovědnost zůstává v rukou služby Řízení letového provozu, která může provoz UAS regulovat prostřednictvím pověřené osoby. Například v případě nouze, kdy přes plochu testovacího letiště prolétá jiné letadlo nebo záchranný vrtulník. Pověřená osoba pak podle situace provoz UAS zmírní nebo jej zcela zastaví.

5.3.2.2 Podmínky prostorového rozdělení

Jak bude vypadat prostorové rozdělení testovacího letiště záleží na velikosti plochy, která bude k dispozici. Ať už se jedná o zatravněnou nebo asfaltovou plochu, měla by být vytyčená značkami po jejím obvodu. Z důvodu odlišných charakteristik letu různých typů bezpilotních prostředků, bude plocha letiště rozdělena do 3 zón.

- Zóna 1 pro provoz vrtulníků a multikoptér může být vytyčena v blízkosti zázemí letiště. Díky vertikálnímu startu a přistání nevyžaduje tak velké prostory, nicméně je nutné zajistit možnost dostatečně velkých rozstupů mezi jednotlivými dálkově řízenými piloty.
- Zóna 2 pro provoz motorových a akrobatických bezpilotních prostředků by měla být vytyčena ve větší vzdálenosti, nejlépe ohraničena plotem s bezpečnostními sítěmi, z důvodu rychle letících letadel, které mohou představovat pro osoby pohybující se po ploše určité nebezpečí.
- Zóna 3 pro provoz motorizovaných a bezmotorových kluzáků je vzhledem k povaze a mechanice letu prostorově nejnáročnější. Proto by měla vzniknout v co největší vzdálenosti. Jedná se například o létání s termickými kluzáky.

Toto rozdělení prostoru testovacího letiště je provedeno na základě charakteru provozu, nikoliv na základě MTOM jednotlivých dronů. Takové rozdělení lépe reflektuje rozdíly v mechanice letu, a je nutné tomu plochu náležitě přizpůsobit. Vytyčení těchto ploch se provede zřetelnými rozlišovacími prostředky, aby měl dálkově řídicí pilot jednoznačně definované hranice, kam se svým dronem může, aniž by ohrozil bezpečnost ostatních. Doplněk X zatím neumožňuje lety mimo vizuální kontakt BVLOS, tedy je na každém pilotovi, aby létal pouze tam, kam dohlédne. Zároveň nesmí překročit vnější hranice plochy testovacího letiště, kde se nachází cizí pozemky.

Dalším nutným omezením je maximální výška. Ta je pro řízený okrsek 100 m AGL, kterou se musí provoz na testovacím letišti bezpodmínečně řídit. Lze si však po domluvě s ŘLP nebo ÚCL sjednat bezpečnostní zálohu, a maximální výšku tak snížit. Pokud však bude bezpilotní sektor i nadále růst, a taková letiště budou hojně využívána, je možné, že se dočkáme i zvýšení těchto limitů. Pakliže bude koordinace se službou ŘLP alespoň na takové úrovni, jako je popsána výše, domnívám se, že takové řešení je zcela bezpečné.

5.3.2.3 Podmínky vybavení testovacího letiště

Mezi tyto podmínky patří základní vybavení pro dálkově řídicí piloty a dále zázemí pro širokou veřejnost. Pro komunikaci se stanovištěm ŘLP je nutná radiostanice. Zároveň je pro pověřenou osobu možné vybudovat pracovnu, ve které by řešila veškerou komunikaci a řízení letiště. Zde by se nově příchozí piloti mohli nahlašovat a získávat informace o provozu. Mezi další vybavení lze zařadit také vytyčení jednotlivých zón, vyjmenovaných výše. V zázemí testovacího letiště pak lze vyčlenit plochu pro uložení a údržbu bezpilotních prostředků. Takové místo může sloužit také k technické kontrole, pokud bude vyžadována. Jelikož většina dronů jsou elektricky poháněné multikoptéry, je vhodné zřídit na testovacím letišti místo pro nabíjení baterií. Současné bezpilotní prostředky vydrží ve vzduchu pouze několik desítek minut, proto jsem toho názoru, že taková nabíjecí stanice určitě nalezne své využití.

Přímo na letištní ploše by se měl nacházet provozní řád letiště, kterým se každý pilot zavazuje řídit, tudíž by měl být stále na očích. Dále je vhodné uvést způsob komunikace s pověřenou osobou a dále s dispečerem služby ŘLP. Pro případ nouze zde mohou být uvedena telefonní čísla záchranného sboru a bezpečnostních složek.

5.3.3 ML Tuřany

Modelářská plocha nacházející se západně od středočeské obce Tuřany může posloužit jako inspirace pro zřízení testovacího letiště ve variantě ATZ. Respektive jejich koordinační dohoda, jejíž tištěná podoba je přiložena jako příloha na konci této práce. Plocha totiž leží zhruba 4,7 km od neřízeného letiště Slaný, tudíž téměř na okraji pomyslné kružnice letištní provozní zóny. Na rozdíl od ML Sobínka, koordinační dohoda mezi provozovatelem letiště Slaný a modelářskou plochou je pouze ústní. Na písemné se zatím pracuje, přesto se tam však létá.

Ústní koordinační dohoda s Aeroklubem Slaný povoluje létání bezpilotních prostředků až do výšky 600 m AGL. S lehkými drony (do 0,91 kg) bylo dříve možno nekoordinovaně létat pouze do 100 m nad terénem, což bylo pro piloty určitých kategorií UAS značně omezující. Z tohoto důvodu právě koordinační dohoda vznikla. Možnost vyšší maximální výšky v ATZ podmiňuje Doplněk X zřízením služby AFIS. V případě, že modeláři chtějí využít vzdušný prostor nad plochou v celé jeho výši, ohlásí svůj záměr dispečerovi. Ten jim po dohodě umožní létat nad 100 m a následně upozorní letadla nacházející se v ATZ Slaný na modelářský provoz. Všem blízkým letadlům je doporučeno modelářskou plochu Tuřany oblétnout ve vzdálenosti minimálně 1 km od středu plochy.

Ačkoli je Slaný pouze menší aeroklubové letiště s převažujícími VFR lety, neponechává se nic náhodě. I zde je v určité formě sjednána koordinační dohoda se službou AFIS, která tak má přehled o provozu ve výškách, kde existuje riziko srážky s pilotovaným letadlem. Díky tomu je provoz zde zcela bezpečný i při letech nad standardními povolenými limity. Fungování plochy v Tuřanech může posloužit jako příklad pro stanovení podmínek konceptu testovacího letiště v ATZ, podobně jako posloužila ML Sobínka pro stanovení pravidel pro CTR.

5.3.4 Provozní podmínky pro testovací letiště v ATZ

Pro vytvoření podmínek provozu v zóně ATZ budu vycházet z podmínek pro CTR, jelikož se v mnohém budou shodovat. V čem se ale budou zásadně lišit je způsob komunikace. Zde již nebude vytvořena koordinační dohoda se službou ŘLP, ale se stanovištěm služby AFIS. Ta bude komunikovat s testovacím letištem opět prostřednictvím pověřené osoby, která může mít stejná, nebo obdobná práva a povinnosti, jako tomu bylo u předchozího případu. Letiště pro bezpilotní prostředky by i nadále mělo nahlášenou provozní dobu, která by se odvíjela podle kalendářního

měsíce. Služba AFIS by tak o provozu věděla buď podle této provozní doby, nebo ze strany pověřené osoby.

Pokud bude nouzově přelétávat nad plochou testovacího letiště již zmiňovaný vrtulník záchranné služby, upozorní služba AFIS pilota vrtulníku na situaci ohledně provozu bezpilotních prostředků, který pak podle svého zvážení se místu buď vyhne, nebo bude pokračovat dále. Je to z toho důvodu, že služba AFIS není zodpovědná za provoz a nedává pokyny pilotům jako ŘLP, pouze je informuje. Jedná se tak o hlavní rozdíl, který odlišuje charakter zóny ATZ od CTR. Dispečer AFIS může také obdobně upozornit na nouzovou situaci dálkově řídící piloty dronů pro zvýšení obezřetnosti při takových nestandardních situacích. Každopádně faktem zůstává, že i zde se uplatňuje princip „see and avoid“, a pokud nedojde k překročení výškových limitů, riziko srážky zůstává velmi nízké.

Co se prostorových podmínek týká, tak nehledě na umístění letiště, tři odlišné zóny pro různé druhy bezpilotních prostředků mohou zůstat stejně, jako byly navrženy v předchozí kapitole. Tedy zóna 1 pro vrtulníky a multikoptéry, zóna 2 pro akrobatické bezpilotní prostředky a zóna 3 pro kluzáky. Další odlišnost se však projeví v maximální výšce provozu, kdy pro zónu ATZ je česká legislativa vstřícnější a povoluje dálkově řídícím pilotům létat až do výše 1200 m AMSL, pokud je v provozu služba AFIS. Pokud v provozu není, je omezena na hodnotu 300 m AGL. Nicméně i zde je možnost po dohodě s úřadem nebo právě se službou AFIS tuto hodnotu snížit tak, aby byla vytvořena bezpečnostní rezerva. Bezpečnosti se také týká pravidlo, aby testovací plocha vznikla mimo osu dráhy blízkého letiště. ATZ je však kružnicí, jejíž poloměr je 5,5 km, a uvnitř které platí všude stejná pravidla pro provoz UAS. Není tak v české legislativě dále rozděleno, zda je plocha křížována prodlouženou osou dráhy, nebo není. Mohly by tak vzniknout tzv. dráhové koridory, tedy oblasti lemující osu RWY. Tyto koridory by dále podléhaly vyšší regulaci, neboť představují mnohem vyšší riziko střetu s pilotovaným letadlem než oblasti ležící mimo. Nebo naopak, oblasti neležící v ose dráhy by mohly mít volnější pravidla, například vyšší maximální výška a podobně. Tento návrh se týká i zóny CTR, která se potýká se stejnou problematikou.

Podmínky vybavení testovacího letiště budou opět velice podobné těm v CTR. Jedinou změnou bude radiostanice pro komunikaci se stanovištěm AFIS. Jinak pracovní pověřenou osobu zůstane stejná. To platí také pro zbylé prostory letiště pro UAS, jako je plocha pro uložení bezpilotních prostředků, plocha pro dobíjení baterií nebo provozní řád.

5.4 Testovací letiště ve vzdušném prostoru třídy G

Vytvoření testovacího letiště ve vzdušném prostoru třídy G je tou nejjednodušší možností ze všech výše zmíněných. Je to z toho důvodu, že se nenachází poblíž jiného letiště, na kterém jsou provozována pilotovaná letadla, tudíž není potřeba takové koordinace. Tento vzdušný prostor je klasifikován třídou G a jedná se neřízenou oblast, ve které je poskytována všem letadlům pouze letová informační a pohotovostní služba. Jedná se o službu ze strany ŘLP za účelem podávání rad a informací k bezpečnému a účinnému provádění letů. Pokud by takové letiště mělo vzniknout, ponechalo by si většinu aspektů z konceptu předchozích kapitol. Jak prostorové, tak podmínky vybavení by zůstaly stejné s jedinou výjimkou, která je spojená s absencí pověřené osoby komunikující buď se službou ŘLP nebo AFIS. Stanoviště této pověřené osoby by na testovacím letišti zřizováno být nemuselo, stejně tak radiostanice a všechno, co s těmito komunikačními podmínkami souvisí. Podobně funguje velké množství modelářských ploch, na nichž při dodržování provozního řádu a stanovených maximálních výšek nehrozí setkání s pilotovaným letadlem, a tudíž se jich problematika sdílení vzdušného prostoru spojená s provozem bezpilotních prostředků tolik netýká.

5.4.1 Eldorado Droneport

Letiště Eldorado Droneport v americkém městě Boulder City, nacházející se ve státě Nevada, je prvním letištem s provozem pro bezpilotní prostředky na světě. Ačkoli mají Spojené státy jinou legislativu, než máme v ČR, nenachází se toto letiště v blízkosti jiného, a je tak obdobou testovacího letiště v našem vzdušném prostoru třídy G. Otevřelo teprve nedávno a nabízí své prostory pro amatérské piloty i profesionály, aby zde mohli se svými UAS létat, závodit nebo trénovat. Jedná se o první letiště svého druhu, jehož design je primárně zaměřen právě na bezpilotní letadla. Momentálně se na letišti nachází 150 m dlouhá dráha, jeden terminál a hangár. Dnešní drony mají maximální dobu letu zhruba 20–30 min a tudíž se předpokládá, že by v budoucnu mohla vzniknout podobná letiště, mezi nimiž by bezpilotní prostředky mohly létat. Jejich vzdálenost by pak musela být do již zmíněných 20-30 min letu, aby bylo možné z jednoho letiště odstartovat a na jiném přistát, jako to je běžné ve světě klasického pilotovaného letectví. Eldorado Droneport zároveň bere do úvahy možnou spolupráci s autonomní donáškovou službou společnosti Amazon, která byla popsána v dřívějších kapitolách této práce. Pro tyto účely by v nedalekém Boulder City mohlo vzniknout v budoucnu distribuční centrum společnosti, ze kterého by drony létaly do blízkého okolí. Celý provoz je sice zatím ve vývoji, ale dá se předpokládat, že jeho zavedení by znamenalo velkou revoluci v současném bezpilotním letectví, a mohlo inspirovat ostatní

země jak po legislativní, tak provozní stránce. V současné době nemá zatím americká agentura FAA žádné předpisy ohledně letišť pro UAS, ale po otevření Eldorado Droneport je v zájmu všech zúčastněných na nich začít pracovat. Obě strany podle všeho již tak učinily a můžeme se tak v blízké době dočkat toho, že bude i ze strany FAA oficiálně uznán tento projekt jako letiště. [30]

5.5 Shrnutí provozních podmínek

Stanovení pevných podmínek fungování testovacího letiště pro bezpilotní prostředky není jednoduché, a je nutné v něm zohlednit mnoho aspektů, jako například legislativní a technická omezení. Ve všech třech případech, tedy jak v CTR, ATZ a třídě G, tvoří základ Doplněk X. Dále se od něj odvíjí různé požadavky na komunikaci, a tudíž požadavky na umožnění takové komunikace a vytvoření potřebného zázemí na letišti. Vedle toho je nutné optimálně rozvrhnout využití letištní plochy s přihlédnutím na odlišné charakteristiky letu, vzletu a přistání různých kategorií bezpilotních prostředků. Nelze opomenout také samotné vybavení letiště jak pro piloty a jejich letadla, tak pro případné návštěvníky a personál. Následující tabulka koncept testovacího letiště v několika bodech shrnuje, a zároveň poukazuje na odlišnosti, plynoucí z jeho umístění.

Tabulka 3. Provozní podmínky testovacího letiště

	CTR	ATZ	Třída G
Umístění plochy mimo osu dráhy	Ano	Ano	-
Podmínky provozu VLOS	Ne*	Ano	Ano
Maximální výška AGL	100 m	300 m**	300 m
Komunikace	ŘLP	AFIS	-
Oprávněná osoba	Ano	Po dohodě	-
Provozní doba	Ano	Po dohodě	-
Rozdělení plochy do 3 zón	Ano	Ano	-
Místo pro dobíjení baterií	Ano	Ano	-
Místo pro technickou přípravu UAS	Ano	Ano	Ano

* Doplněk X umožňuje provoz bezpilotního letadla BVLOS po dohodě s ÚCL. To by mohlo nastat v případě, kdy by stanoviště ŘLP mělo přehled o každém dronu v oblasti, a to buď díky odpovídači sekundárního radaru nebo koordinací přes pověřenou osobu.

** V případě zřízení služby AFIS je maximální výška až 1200 m MSL

Tento koncept by v budoucnosti mohl sloužit jako základ designu letišť pro bezpilotní prostředky, a na který by pak navazovali provozovatelé jednotlivých ploch prostřednictvím provozního řádu, kterým by podmínky mohli dále specifikovat nebo upravovat po dohodě například s ŘLP nebo ÚCL. Provozní podmínky se liší, podle toho,

kde se testovací letiště nachází. Dá se očekávat, že v řízeném okrsku CTR budou tyto podmínky nejpřísnější, jelikož se standardně jedná o okrsky v okolí větších letišť s hustějším provozem, a tudíž s nutností adekvátní koordinace se službou ŘLP. Obdobná je situace také u ATZ, kde jsou však díky odlišnému charakteru provozu některé podmínky jiné. Z těchto můžeme jmenovat například sjednání pověřené osoby, kterou si může služba AFIS po dohodě vyžádat. Není to však povinností, jako tomu bylo u předchozí varianty. Podmínky ve třídě G jsou nejmírnější, jelikož takové testovací letiště neleží v blízkosti žádného dalšího letiště a jeho provoz odpovídá standardnímu provozu UAS mimo hustě obydlené prostory takřka kdekoli, a tudíž nepodléhá další regulaci. Mnoho požadavků z tabulky se těchto letišť netýká, záleží však na provozovateli, jak situaci vyhodnotí, a zda některou z nabízených možností převezme.

5.6 Zřízení dráhových koridorů v blízkosti letiště

O těchto koridorech již byla řeč v předchozí kapitole. Dráhovým koridorem je myšlena plocha v ATZ nebo CTR, která leží v prodloužené ose dráhy blízkého letiště. Doplněk X zatím takové plochy nerozeznává, nicméně se domnívám, že jejich zřízení a zakomponování do české legislativy by nebylo na škodu. Jedná se o další bezpečnostní opatření, které by mohlo lépe chránit provoz pilotovaných a bezpilotních letadel během kritických fází vzletu a přistání. Zároveň by odlehčilo uživatelům dronů a provozovatelům letišť pro bezpilotní prostředky, kteří by již nebyli tolik omezováni ve své činnosti. Existují celkem dvě možnosti, jak situaci vyřešit. Buď budou maximální výšky zachovány tak jak jsou, a v dráhových koridorech budou kvůli bezpečnosti ještě sníženy, nebo naopak budou zachovány v dráhových koridorech, a zvýšeny mimo ně. Ať v případě jedné, či druhé varianty, myslím si, že je vhodné rozlišovat tyto dvě úrovně v rámci jedné celistvé zóny ATZ nebo CTR. Usnadnilo by to několik následujících problémů.

V současné době nelze provozovat UAS o hmotnosti vyšší než 0,91 kg v řízeném okrsku ve vzdálenosti menší než 5,5 km od vztažného bodu řízeného letiště. V případě zřízení dráhových koridorů by toto omezení nemuselo platit za předpokladu, že bezpilotní prostředky budou létat mimo ně. Tudíž by záleželo spíše na geometrickém uspořádání CTR než na prosté vzdálenosti od letiště, což lépe reflektuje problematiku společného provozu a s tím spojená rizika.

Další podmínkou by mohlo být umožnění provozu UAS v CTR nebo ATZ pouze na vyhrazených letištích. Snahou je koncentrovat dálkově řídicí piloty na jedno nebo více míst s koordinovaným provozem. Tím se usnadní dohled nad piloty UAS a opět zvýší bezpečnost v blízkosti větších letišť. Dá se totiž v budoucnu očekávat, že zájem o drony

i nadále poroste a bude čím dál tím obtížnější jejich provoz monitorovat. Ubylo by tak incidentů, kde se malý bezpilotní letoun dostane přímo na letiště a ohrožuje tamní provoz. Nově vzniklá letiště by fungovala podle konceptu, který je uveden v předchozích kapitolách, a jejich existence by byla podmíněna umístěním mimo dráhové koridory. Díky tomu by mohla být po dohodě s ÚCL a ŘLP zvýšena hodnota maximální výšky provozu, což by znamenalo vyšší svobodu pro piloty UAS, aniž by byla snížena bezpečnost. Takovéto navýšení by zřejmě ale vyžadovalo vyšší stupeň koordinace s ŘLP nebo AFIS, například prostřednictvím odpovídače sekundárního radaru nebo pověřené osoby.

Zřízení dráhových koridorů nabízí dle mého názoru větší flexibilitu pro regulaci UAS v blízkosti letišť. Lze takto oddělit oblasti, ve kterých je provoz rizikový od těch, ve kterých je riziko srážky s pilotovaným letadlem mnohem menší. Jinými slovy umožňuje regulaci tam, kde je opravdu potřeba. Společně s konceptem testovacích letišť pro bezpilotní prostředky tak jejich pilotům ponechává větší svobodu na vyhrazených plochách, aniž by byla ohrožena provozní bezpečnost. Jejich sdružováním na jednom místě lze docílit lepší koordinace s pilotovanými letadly prostřednictvím služby ŘLP a snáze se tak na tento provoz dohlíží. Koncept letišť, zmíněný v této kapitole, by společně s vytvořením dráhových koridorů mohl v budoucnu posloužit jako další rozšíření připravovaného nařízení pro UAS evropské agentury EASA, což by vedlo k ještě bezpečnějšímu provozu tohoto dynamicky se rozvíjejícího odvětví.

6 Závěr

Bezpilotní letectví je už dnes velkým příslibem pro budoucnost. V nedávné době si prošlo velkým rozvojem, který se dá očekávat i nadále. Oproti pilotovaným letadlům nabízí malá a lehká UAS velké množství výhod. Mezi ty nejvýznamnější patří zejména fakt, že během nebezpečných operací pilot nenasazuje svůj vlastní život. Dále jsou to pořizovací a provozní náklady, které jsou neporovnatelně nižší než u klasických letadel. Zároveň jsou drony schopny vykonávat letecké práce, které by byly pro pilotovaná letadla příliš obtížné. To všechno přispívá k jejich velké popularitě a stále rostoucímu využití. Takový nárůst provozu si však vyžaduje nutnou regulaci, aby byla zachována jeho bezpečnost. Současná legislativa otázku bezpilotních prostředků dlouho řešit nemusela, až v posledních letech se objevila potřeba se s tímto problémem vypořádat.

Mezi prvními, kteří se tvorby nových předpisů chopili, lze jmenovat zejména mezinárodní organizaci ICAO, a na naší evropské půdě pak agenturu EASA. ICAO již vydalo dokument Oběžník č. 328, který se bezpilotními prostředky zabývá. Jejich snahou je docílit zahrnutí dronů do již stávajících annexů, které si jednotlivé členské státy ICAO převádí do své legislativy. U nás v ČR byly takto kvůli bezpilotním prostředkům upraveny předpisy L 2 – Pravidla létání, L 7 – Poznávací značky letadel a L 13 – Odborné zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů. Agentura EASA také nezhálí a ustavičně pracuje na svých pravidlech provozu, jejichž nejnovější verze nese název Opinion No 01/2018 a byla vydána na začátku roku 2018. Jejím cílem je upravit stávající evropskou legislativu, která se provozem tolik populárních malých dronů doposud nezabývala. Pokud vše půjde podle plánu, Evropská komise by nařízení měla schválit koncem letošního roku. V České republice řeší bezpilotní létání hlavně Doplněk X předpisu L 2, který upravuje provozní podmínky, povinnosti dálkově řídicích pilotů a stanovuje nutnost evidence UAS. Jedná se o jediný český předpis, který se bezpilotním létáním zabývá. Očekává se však, že jeho působnost bude nahrazena právě novým nařízením agentury EASA.

Hlavním tématem této práce je integrace bezpilotních prostředků do již zavedeného provozu klasických pilotovaných letadel. Jedná se o problematiku, která pro své řešení vyžaduje dlouhý legislativní a technologický vývoj. Základem je stanovit společné aspekty provozu bezpilotních a pilotovaných letadel, identifikovat jejich rozdíly a následně je aplikovat do již existujících předpisů. Mnohdy však takto učinit nelze, neboť rozdílnosti plynoucí z absence pilota na palubě vyžadují vytvoření zcela nového systému předpisů. V současné době se klade velký důraz na bezpečnost provozu. Nejinak tomu je i u UAS. Čím dál více jsou požadovány prvky aktivní a pasivní

bezpečnosti ze strany jejich výrobců. Důležitá je také certifikace výrobků, s níž roste jejich spolehlivost. Provoz bezpilotních prostředků je ale také často spojován s bezpečností týkající se protiprávních činů. Zranitelnost letectví obecně vůči terorismu je známá. Možnost řízení letadla bez pilota na palubě však dává teroristickým organizacím další nástroj, jak se mohou prezentovat. Jedná se tak o úkol spíše pro bezpečnostní sektor, který se musí naučit vypořádat s UAS, která mohou cíleně ohrozit majetek a zdraví, nebo napomáhají trestné činnosti. Nejvíce problémů však plyne ze sdílení vzdušného prostoru s pilotovanými letadly. Obzvláště pak v blízkosti ostatních letišť, kde bývá provoz zpravidla hustší. Doplněk X Předpisu L2 vymezuje pravidla letu v těchto oblastech, zejména pak prostřednictvím stanovení maximálních výšek.

V poslední kapitole této práce jsem se zabýval konceptem testovacího letiště pro společný provoz a jak by taková integrace mohla vypadat v praxi. Navrhl jsem soubor provozních podmínek, které jsem dále rozdělil do třech částí dle umístění letiště. První dva případy jsou pro zóny ATZ a CTR, tedy zóny v blízkosti jiného letiště. Třetí varianta pak počítá s umístěním mimo ně, do vzdušného prostoru třídy G. Pro každou z těchto variant se pak soubor pravidel a postupů liší. Testovací letiště je koncipováno spíše z provozního hlediska na základě platných legislativních předpisů. Vychází zejména z Doplnku X, ale objevují se v něm také prvky nového nařízení agentury EASA. Podmínky zřízení jsou rozděleny na komunikační, provozní a prostorové, kdy každá část řeší jinou problematiku. Komunikační podmínky souvisí zejména s ATZ a CTR, jelikož v těchto prostorách je nutná koordinace se službami AFIS nebo ŘLP. Stanovuje, kdo komu bude co hlásit a za jakých podmínek. Provozní podmínky rozebírají plochu testovacího letiště jako takovou a zabývají se jejím efektivním rozdělením. Koncept bere do úvahy charakteristiku letu a tomu přizpůsobuje vytyčené zóny např. pro multikoptéry, nebo termické kluzáky. Poslední kategorie podmínek řeší zázemí testovacího letiště. Obsahuje seznam vybavení, které by na letišti pro bezpilotní prostředky nemělo chybět.

Celý koncept jsem pojal spíše jako doporučené kroky než předpisy nebo pravidla. Záleží na charakteru letiště, zda bude sloužit spíše pro volnočasové a závodní aktivity, nebo jako testovací letiště konkrétní společnosti. Dále také záleží na koordinační dohodě, jakou si provozovatel dohodne se službou ŘLP, popřípadě AFIS. V neposlední řadě také vše závisí na hustotě provozu. Pokud však použití UAS bude i nadále růst, jak se přepokládá, nebude létání s bezpilotními prostředky pouze o vojenském nebo rekreačním použití. Jestliže se budou drony čím dál častěji využívat i pro letecké práce, věřím, že zřízení takového testovacího letiště bude pro začátek provozu nezbytné. Podobně jako má společnost Amazon plochy, kde testuje svoji donáškovou službu

Amazon Prime Air, budou i české firmy potřebovat místo, kde si svou techniku budou moci vyzkoušet v živém provozu. A zde si myslím, že taková letiště pro bezpilotní prostředky budou mít v budoucnu využití. Koncept je ale celkově zamýšlen pro všechny skupiny uživatelů, jelikož vychází z pravidel již zavedených modelářských ploch. Ke konci práce pak přicházím s návrhem dráhových koridorů, který řeší problematiku způsobenou současnou homogenitou okrsků ATZ a CTR. Tyto koridory nabízí efektivní formu rozčlenění prostoru, což může vést k daleko lepšímu využití oblastí v blízkosti letišť s ohledem na provoz UAS.

Zda si tento koncept nalezne cestu do některého z předpisů je otázkou, nicméně jsem toho názoru, že něco podobného by mohlo posloužit jako inspirace pro další vývoj bezpilotních prostředků a jejich provozu.

7 Použité zdroje

- [1] KELLER, Ing. Ladislav. Učební texty pro piloty UAS. 2. Praha: Dronim, 2017.
- [2] Co je dron. Droneweb [online]. 2016 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/co-je-dron>
- [3] DALAMAGKIDIS, K., K. VALAVANIS a Les A. PIEGL. On integrating unmanned aircraft systems into the national airspace systém: issues, challenges, operational restrictions, certification, and recommendations. Dordrecht: Springer, c2009. International series on intelligent systems, control and automation—science and engineering, v. 36. ISBN 14-020-8672-5.
- [4] Kvadrokoptéra Phantom 4 od společnosti DJI. In: DJI.com [online]. [cit. 2018-05-26]. Dostupné z: <https://www.dji.com/phantom-4>
- [5] Remote Piloted Aerial Vehicles : An Anthology. Monash University [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: http://www.ctie.monash.edu/hargrave/rpav_home.html#Beginnings
- [6] Německá střela V-1 z dob 2. světové války. In: Fiddlers green [online]. [cit. 2018-05-26]. Dostupné z: <http://www.fiddlersgreen.net/models/aircraft/V1.html>
- [7] Bezpilotní letoun Ryan Model 147. In: Skytamer [online]. [cit. 2018-05-26]. Dostupné z: https://www.skytamer.com/Ryan_Model_147.html
- [8] Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk. Military Factor [online]. United States, 2001 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=40
- [9] Střely s plochou dráhou letu. Valka_cz [online]. 2003, 15.6.2003 [cit. 2018-06-10]. Dostupné z: <https://www.valka.cz/1044-Strely-s-plochou-drahou-letu>
- [10] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 49/1997 Sb §2 bod (2). In: Sbírka zákonů. Praha, 1997, ročník 1997, 17/1997, číslo 49. [cit. 2018-06-10]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49/zneni-20180101>
- [11] Ekranoplán ruské výroby. In: Military-portal [online]. [cit. 2018-05-26]. Dostupné z: <https://www.military-portal.cz/clanek/ruska-kaspicka-prisera-lod-nebo-letadlo>
- [12] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 49/1997 Sb §3 Úřad pro civilní letectví. In: Sbírka zákonů. Praha, 1997, ročník 1997, 17/1997, číslo 49. [cit. 2018-06-10]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49/zneni-20180101>

- [13] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 49/1997 Sb §52 Létání bez pilota na palubě. In: Sbíрка zákonů. Praha, 1997, ročník 1997, 17/1997, číslo 49. [cit. 2018-06-10]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49/zneni-20180101>
- [14] DODATEK 4 – SYSTÉMY DÁLKOVĚ ŘÍZENÉHO LETADLA. Letecká informační služba[online]. 2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [15] DOPLNĚK X – BEZPILOTNÍ SYSTÉMY. Letecká informační služba [online]. 2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L2/data/effective/doplX.pdf>
- [16] SUMMARY OF SMALL UNMANNED AIRCRAFT RULE (PART 107). Federal Aviation Administration [online]. 2016 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: https://www.faa.gov/uas/media/Part_107_Summary.pdf
- [17] Lietadlá spôsobilé lietať bez pilota. Dopravný úrad [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://letectvo.nsat.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>
- [18] Unmanned Aerial Delivery system. 2015. USA. US20150120094. Uděleno 30.9.2014. Zapsáno 30.4.2015.
- [19] JOHNSON, Luke. 9 things you need to know about the Amazon Prime Air drone delivery service. Digital Spy [online]. 2017, 07.02.2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.digitalspy.com/tech/feature/a820748/amazon-prime-air-drone-delivery-service/>
- [20] Dron společnosti Amazon pro donáškové služby. In: Fortune.com [online]. [cit. 2018-05-26]. Dostupné z: <http://fortune.com/2017/03/13/amazon-delivery-drones-sxsw/>
- [21] Návrh na vytvoření společných předpisů pro provoz dronů v Evropě [online]. Zář 2015 [cit. 2018-06-13]. Dostupné z: https://www.easa.europa.eu/download/ANPA-translations/205933_EASA_Summary%20of%20the%20ANPA_CS.pdf
- [22] ICAO. ICAO Cir 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS). 2011 [cit. 2018-05-01]. ISBN 978-92-9231-751-5. Dostupné z: http://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf

- [23] Notice of Proposed Amendment 2017-05 (A). EASA [online]. 2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/NPA%202017-05%20%28A%29_0.pdf
- [24] Opinion No 01/2018. EASA [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Opinion%20No%2001-2018.pdf>
- [25] UAS operations in the „open“ and „specific“ categories [Part UAS]. EASA [online]. 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/DRAFT%20ANNEX%20\(Part-UAS\)%20to%20DRAFT%20COMMISSION%20REGULATION%20\(EU\)%20...-%20laying%20down%20rules%20and%20procedures%20for%20the%20operation%20of%20unmanned%20aircraft.pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/DRAFT%20ANNEX%20(Part-UAS)%20to%20DRAFT%20COMMISSION%20REGULATION%20(EU)%20...-%20laying%20down%20rules%20and%20procedures%20for%20the%20operation%20of%20unmanned%20aircraft.pdf)
- [26] BATELKA, Marek. Využitelnost civilních antikolizních systémů bezpilotními prostředky [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství, 2011 [cit. 2018-06-09]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/3859>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Letecký ústav. Vedoucí práce Slavomír Vosecký.
- [27] HABRNAL, Lukáš. Možnosti rozvoje a zajištění bezpečnosti dálkově řízených letadel (RPAS) v ČR [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství, 2015 [cit. 2018-06-09]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/40264>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Letecký ústav. Vedoucí práce Viktor Hodaň.
- [28] Anti Drone [online]. Prime Consulting & Technologies, 2015 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://anti-drone.eu/>
- [29] L 11 – LETOVÉ PROVOZNÍ SLUŽBY. Letecká informační služba[online]. 2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [30] WPSD local 6 [online]. 2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.wpsdlocal6.com/2017/01/10/a-look-at-the-worlds-first-drone-airport/>

8 Seznam obrázků

Obrázek č.1	Kvadroptéra Phantom 4 od společnosti DJI
Obrázek č.2	Německá střela V-1 z dob 2. světové války
Obrázek č.3	Bezpilotní letoun Ryan Model 147
Obrázek č.4	Ekranoplán ruské výroby
Obrázek č.5	Dron společnosti Amazon pro donáškové služby
Obrázek č.6	Rozdělení subkategorií a jednotlivých tříd v otevřené kategorii
Obrázek č.7	Časová osa celého regulačního procesu EASA
Obrázek č.8	Provoz v ATZ a prostorech třídy G a E
Obrázek č.9	Provoz v CTR a dalších prostorech

9 Seznam tabulek a grafů

Tabulka č.1	Kategorizace UAS
Tabulka č.2	Srovnání podmínek provozu UAS
Graf č.1	Rozdělení původu obdržných připomínek
Graf č. 2	Rozdělení obdržných připomínek dle tématu
Tabulka č.3	Provozní podmínky testovacího letiště

10 Seznam příloh

Příloha č.1	Legenda k obrázkům č.8 a č.9
Příloha č.2	Koordinační dohoda - Tuřany

11 Přílohy

Příloha č.1 Legenda k obrázkům č.8 a č.9 [15]

Legenda k obrázkům 1 a 2:



Modely letadel s maximální vzletovou hmotností do 25 kg



Bezpilotní letadla (tj. včetně modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nad 25 kg)

CTR	Řízený okresek letiště	LKR	Omezený prostor
ATZ	Letištní provozní zóna neřízeného letiště	LKP	Zakázaný prostor
OP	Ochranná pásma letišť	LKD	Nebezpečný prostor
G / E	Označení třídy vzdušného prostoru	TSA	Dočasně vyhrazený prostor
ARP	Vztažný bod letiště	TRA	Dočasně vymezený prostor
AMSL	Nadmořská výška	AGL	Nad úrovní země

- 1 Lety bez koordinace
- 2 Splnění podmínek provozovatele letiště (PL) + koordinace s letištní informační službou (AFIS)
- 3 Splnění podmínek PL + koordinace s AFIS
- 4 Souhlas/povolení ÚCL
- 5 Letové povolení příslušného stanoviště řízení letového provozu (ŘLP). ŘLP může dále požadovat: stálé obousměrné spojení a odpovídač sekundárního radaru
- 6 Povolení ÚCL (nebo v případě leteckých prací (LP) koordinace s ŘLP + koordinace s PL). ŘLP může dále požadovat: stálé obousměrné spojení a odpovídač sekundárního radaru
- 7 Povolení ÚCL (nebo v případě LP koordinace s ŘLP + koordinace s PL) + letové povolení ŘLP. ŘLP může dále požadovat: stálé obousměrné spojení a odpovídač sekundárního radaru

Příloha č.2 Koordinační dohoda - Tuřany

Aeroklub Slaný
Netovická 1 929
274 01 Slaný
Jiří Hůla – předseda

Věc: Upozornění na možný výskyt modelů a žádost o uzavření koordinační dohody

Vážený pane předsedo,
upozorňuji na možný výskyt rádiem řízených modelů letadel západně od obce Tuřany. Jejich výskyt je možný od bodu N50°13' 50 E014°1' 20 do vzdálenosti přibližně 500 m od tohoto bodu.

Vzhledem k tomu, že v souladu s L-2 Doplněk X mohou modely letadel létat v ATZ pouze do výšky 100 m AGL, žádám Vás o uzavření "Koordinační dohody", která by nám modelářům umožnila létat do výšky 600 m. Na základě této dohody, by modeláři vždy ohlásili pracovníkovi AFIS zahájení a ukončení létání do větších výšek než je 100 m. Pracovník AFIS by na základě této dohody informoval letadla nacházející se v ATZ Slaný o provozu modelů s doporučením modelářské letiště oblétnout ve vzdálenosti minimálně 1 km od středu plochy.

S pozdravem

Jaroslav Kroufek
Vítězná 1557
274 01 Slaný
tel.: 312 520 541
mobil: 722 814 571
kroufekrc@quick.cz



Přiznal: Hůla

Aeroklub Slaný, obč. sdružení
P.O. BOX 84, 274 01 Slaný
IČ: 437 75 349
reg. MV ČR zn. V96/1-16786/92R

31.10.2013

telefon na AFIS: +420 312 315 326

p. Hůla: +420 777 867 486