

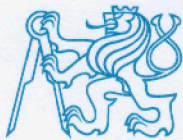


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Michal Jirků
**STUDIE PRO VYUŽITÍ BEZPILOTNÍCH
LETADEL - DRONŮ V KOMERČNÍM
PROSTŘEDÍ**

Bakalářská práce

2016



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Michal Jirků

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Název tématu (česky): **Studie pro využití bezpilotních letadel - dronů v
komerčním prostředí**

Název tématu (anglicky): **Study on the Usage of Drones in a Commercial
Environment**

Zásady pro vypracování

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

- Základní technická specifikace robotů se zaměřením na bezpilotní letadla - drony
- Současný stav legislativy pro využití dronů v běžném komerčním provozu
- Bezpečnostní pravidla pro provoz dronů
- Využití autonomních bezpilotních letadel v doručovací službě
- Využití bezpilotních letadel k pořizování unikátních fotografií
- Základní finanční analýza využití autonomních bezpilotních letadel v doručovací službě, využití lokačních úloh k optimální obsluze území s ohledem na provozní parametry dronu
- SWOT analýza
- Závěrečné zhodnocení



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: Rushton, A. The handbook of logistics and distribution management. Kogan Page, 2012

Svoboda, V. Doprava jako součást logistických systémů. Radix, spol. s.r.o., 2006

Letecký předpis; Pravidla létání; L 2 [online]. 2014

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Skolilová**

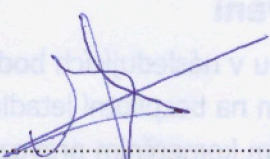
Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2015**

(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: **25. srpna 2016**

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia




.....
doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.

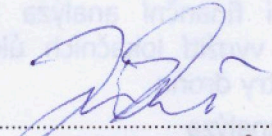
vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy


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

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


.....
Michal Jirků

jméno a podpis studenta

V Praze dne30. června 2015

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Petře Skolilové za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytovala po celou dobu mého studia. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

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

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

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).

V Praze dne 24. srpna 2016

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce "Studie pro využití bezpilotních letadel - dronů v komerčním prostředí" je analyzovat oblast civilních bezpilotních letadel jak z pohledu legislativy, tak komerčního využití. Hlavní zaměření je na využití bezpilotních letadel pro doručování zásilek, kde se hlouběji probírá současný vývoj, který dále slouží pro samotnou finanční analýzu služby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dron, Bepilotní letadlo, UAV, Doručovací služba, Komerční prostředí, Finanční analýza

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis "Study on the usage of drones in a commercial environment" is to analyze the area of civil unmanned aerial vehicles from the perspective of legislature and commercial usage. The main focus is on the usage of unmanned aerial vehicles for delivering packages. This topic deals with the current development of this service and provides background information for the financial analysis.

KEYWORDS

Drone, Unmanned aerial vehicle, UAV, Delivery service, Commercial environment, Financial analysis

Obsah

Seznam použitých zkratk	7
1 Úvod	8
2 Dělení a specifikace dronů	10
2.1 Rozdělení dronů na trhu	10
2.1.1 Toy drony	11
2.1.2 FPV / Závodní drony	11
2.1.3 Spotřebitelské drony s kamerou	11
2.1.4 Poloprofesionální drony s kamerou	12
2.1.5 Komerční, průmyslové, zemědělské a výzkumné drony	12
2.1.6 Drony s křídly a vertikálním vzletem a přistáním	12
2.2 Konstrukční dělení	12
2.2.1 Trikoptéry	13
2.2.2 Kvadroptéry	13
2.2.3 Hexakoptéry a oktakoptéry	14
2.2.4 Koaxiální koptéry	15
2.2.5 Drony s křídlem	15
2.2.6 Hybridní drony	15
2.3 Legislativní dělení	16
3 Legislativa	18
3.1 Legislativa v ČR	18
3.1.1 Rekreační létání	19
3.1.2 Výdělečné, experimentální a výzkumné létání	19
3.2 Bezpečnost	20
4 Způsoby komerčního využití	21
4.1 Pořizování fotografií a videa	21
4.2 Technická kontrola staveb	22
4.3 Nouzová odezva na katastrofy a záchranné složky	22
4.4 Zemědělství a lesní správa	23
4.5 Doručovací služba	23

5	Rozbor využití v doručovací službě	25
5.1	Vývoj	25
5.1.1	Google	25
5.1.2	Amazon	26
5.1.3	DHL	27
5.1.4	Další společnosti	28
5.2	Legislativní omezení v doručovací službě	29
5.3	Varianty doručovací služby	32
5.3.1	Ze skladu k zákazníkovi	32
5.3.2	Od odesilatele k příjemci	34
5.3.3	Mimoměstské oblasti	34
5.3.4	Interfiremní	35
6	Finanční analýza	36
6.1	Počáteční investice	37
6.1.1	Letka dronů	38
6.1.2	Infrastruktura	39
6.1.3	Výměnné baterie	39
6.2	Provozní náklady	39
6.2.1	Operátoři	40
6.2.2	Mobilní internet	40
6.2.3	Údržba infrastruktury a dronů	41
6.2.4	Elektrická energie	41
6.3	Zisky a doba návratu investice	41
6.4	SWOT analýza	42
6.4.1	Silné stránky	42
6.4.2	Slabé stránky	42
6.4.3	Příležitosti	43
6.4.4	Hrozby	44
6.5	Zhodnocení	45
7	Závěr	46
	Literatura	48

Seznam obrázků	53
Seznam tabulek	54

Seznam použitých zkratk:

AGL	Nad úrovní země
ARP	Vztažný bod letiště
ATZ	Letištní provozní zóna neřízeného letiště
DSLT	Digitální zrcadlovka
FAA	Federal Aviation Administration - Federální letecká správa
FPV	First Person View - Pohled z první osoby
GPS	Global Positioning System - Globální polohovací systém
NFC	Near Field Communication - Bezkontaktní technologie komunikace mezi zařízeními
QR	Quick Response - rychlá reakce
UAV	Unmanned Aerial Vehicle - Bezpilotní letadlo
UAS	Unmanned Aerial System - Bezpilotní systém
ÚCL	Úřad pro civilní letectví

1 Úvod

Bezpilotní letadla nejsou v posledních letech jen výsadou světových armád, ale pomalu se začínají zapojovat do běžného civilního života. Přestože byla původně zkonstruována pro válečné účely, při kterých je ze zpráv poznala většina veřejnosti, tak v současné době slouží i mnoha dobrým účelům. Jejich teprve nedávné masové rozšíření na trhu přineslo řadu nápadů na jejich možné využití ale s tím i nová legislativní pravidla. Tato pravidla jsou v současné době ještě na začátku svého vývoje a brání mnoha aplikacím dronů v komerční sféře.

Tato bakalářská práce je zaměřena na využití dronů pro komerční účely, zvláště pak pro doručování zásilek. Práce má poskytnout náhled na nynější situaci v oblasti civilních bezpilotních letadel, avšak hlavním cílem bude provést analýzu doručovací služby pomocí dronů jak v obecné rovině, tak i na konkrétním příkladě finanční analýzy. Jelikož tato služba zatím v praxi kvůli legislativě probíhá jen na experimentální úrovni, je úlohou této finanční analýzy z dostupných dat alespoň odhadnout rozložení nákladů a stanovení potenciálu pro budoucí rozšíření této služby. Vzhledem k tomu, že téma civilních bezpilotních letadel je jen několik let staré, tak zatím existuje málo publikací, které se tímto tématem zabírají a proto budu vycházet převážně z internetových zdrojů.

Hlavním motivem pro sepsání této bakalářské práce byl můj zájem o bezpilotní letadla a jejich možné komerční aplikace. Jedním z dalších motivů bylo mé zapojení do skupiny, která připravovala doručovací službu pomocí dronů na technické úrovni.

Bakalářská práce bude členěna na několik kapitol. V první kapitole se zaměřím na dělení a specifikace dronů. V této kapitole vysvětlím, co je to bezpilotní letadlo pro které se v dnešní době často používá označení dron. Dále zde představím dělení, která jsou důležitá pro lepší pochopení dalších částí této práce. Budu rozebírat jak jsou bezpilotní letadla obecně členěna na trhu a v jakých cenových relacích se jednotlivé typy nacházejí. Také představím konstrukční dělení, kde uvedu některé pojmy pro podskupiny bezpilotních letadel, které budu používat v následujících částech práce. Posledním dělením bude jak současná česká legislativa rozlišuje bezpilotní letadla.

Ve třetí kapitole se podívám na stav legislativy. Konkrétně se zaměřím na stav legislativy v České republice. Zde uvedu základní právní předpisy, které s bezpilotními letadly

souvisí a zmíním některé z důležitých bodů, které jsou v nich obsaženy. Také v této kapitole budou představena bezpečnostní pravidla pro provoz bezpilotních letadel.

Čtvrtá kapitola poskytne přehled o způsobech komerčního využití bezpilotních letadel. Budou zde zmíněné známější příklady komerčního využití, se kterými se dnes můžeme setkat, jako je pořizování fotografií a videa, technická kontrola staveb, zemědělství apod.

V páté kapitole se zaměřím přímo na doručovací službu. Nejprve představím v jaké vývojové fázi se tato služba u různých společností, které tuto službu vyvíjejí, nachází. V další sekci se hlouběji podívám na omezení, kterými česká legislativa zabraňuje v komerčním šíření doručovací služby pomocí bezpilotních letadel. V poslední sekci této kapitoly uvedu, jaké možné varianty a způsoby doručovací služby z výše zmíněné části vývoje vyplývají.

V poslední kapitole provedu finanční analýzu využití bezpilotních letadel v doručovací službě. Zde se pokusím na základě dostupných dat odhadnout, jak vysoké by byly počáteční a provozní náklady na tuto službu u konkrétní společnosti. S pomocí tohoto rozboru provedu SWOT analýzu a výsledky vyhodnotím.

2 Dělení a specifikace dronů

Úvodem je třeba si říci, co je to dron. Dron je označení pro bezpilotní letadlo- UAV (Unmanned Aerial Vehicle) řízené na dálku, které zahrnuje jak malé rádiově ovládané helikoptéry, tak bezmála 14,5 tun těžký Global Hawk, což je americký armádní bezpilotní letoun. Bepilotní letadla se začala vyvíjet za účelem redukce ztrát na životech zvláště ve vojenském sektoru. Ale drony se netýkají jenom vojenského sektoru, umožňují se dostat dál, než kam by se dostalo letadlo s lidskou posádkou jako například meteorologické průzkumy nebo výlety do kosmu. V dnešní době se můžeme setkat s celou škálou nejrůznějších konstrukcí a účelů dronů a je tedy nasnadě představit, dle čeho je můžeme dělit a rozlišovat.

Dělit drony můžeme dle několika kritérií:

- Trh
- Konstrukce
- Legislativa

2.1 Rozdělení dronů na trhu

Na trhu je nepřehledné množství různých typů dronů, které můžeme rozdělit do šesti skupin, kde se některé z skupiny překrývají. Tyto skupiny se liší velikostí, cenou, účelem, spolehlivostí a flexibilitou, jako je přidání různého vybavení. Obrázek 1 ukazuje celé spektrum skupin dronů na globálním trhu, avšak na českém trhu se setkáme hlavně s dělením dronů na drony bez kamery a drony s kamerou.



Obrázek 1: Základní civilní kategorie dronů. [1]

2.1.1 Toy drony

Toy drony nebo spíše hobby drony je skupina dronů určená pro zábavu a slouží hlavně začátečníkům, kteří chtějí do světa dronů proniknout. Cena se pohybuje od zhruba 500 Kč až přes 12 000 Kč. Levnější drony z této skupiny jsou většinou méně kvalitní a dost často vydrží jen pár letových hodin. Na druhém konci cenové relace se nacházejí drony, které jsou daleko kvalitnější jak už materiálem, tak třeba vybavením v podobě lepších motorů nebo kamery. V této skupině najdeme i drony, jejichž účel je podobný selfie tyči, tedy že se pomocí nich nechá pořídit fotografie sebe sama. [1]

2.1.2 FPV / Závodní drony

Tato kategorie dronů je předně určena pro závodění. Kamera umístěná na dronu s přenosem do zobrazovacího zařízení v reálném čase dává možnost ovládat dron, jako by byl člověk přímo pilotem na jeho palubě. Tato kategorie také využívá technologie virtuální reality, která je v dnešní době populární, a pomocí nasazovacích brýlí s displejem umocňuje pocit z řízení. Drony v této kategorii se pohybují od 8 000 Kč do 18 000 Kč. Novější modely mají GPS a senzor snímající zem, které umožňují částečně autonomní let. [1]

2.1.3 Spotřebitelské drony s kamerou

Tato kategorie v poslední době zažívá boom a dává impulz pro výzkum a rozvoj pokročilých civilních modelů. Hlavním lákadlem jsou úchvatná videa a fotografie, která tuto kategorii dronů dostala do popředí. Pořizování fotografií je jednou z možností, jak tyto drony využít v rámci umělecké činnosti, hobby, tak pro komerční účely a pracovní činnost. Drony v této kategorii jsou osvědčené a díky tomu se rozšiřuje jejich využití v zemědělství, průzkumu a mapování. Jsou tedy dostatečně dobré pro provádění mnoha úkonů ve vzduchu. Jejich cena začíná od 12 000 Kč a tím jsou dostupné pro nové uživatele, kteří přinášejí nové nápady na možnosti jejich využití. [1]

2.1.4 Poloprofesionální drony s kamerou

Drony v této kategorii mají podobnou funkci jako drony spotřebitelské. Jsou odezvou na stále specifitější aplikaci dronů s kamerami a dalším vylepšením. V nabídce můžeme najít drony s infračervenou kamerou nebo 4:3 standardní kamerou. Jejich konstrukce je robustnější, jsou přizpůsobené pro větší zátěž, lépe si poradí s povětrnostními vlivy a okolním rušením. Jejich cena se pohybuje okolo 100 000 Kč. [1]

2.1.5 Komerční, průmyslové, zemědělské a výzkumné drony

Tyto drony jsou přizpůsobené pro konkrétní činnost a slouží jako pracovní stroje. Příkladem může být práškovací dron od lídra v této oblasti společnosti DJI, který byl nedávno zveřejněn. Ceny těchto dronů se pohybují od 100 000 Kč až do milionu Kč. Tato kategorie bude v budoucnu představovat nejvyužívanější skupinu dronů a bude aplikována v mnoha odvětví, ať už jako doručovací služba, tak ve veřejných službách jako například létající hasič. [1]

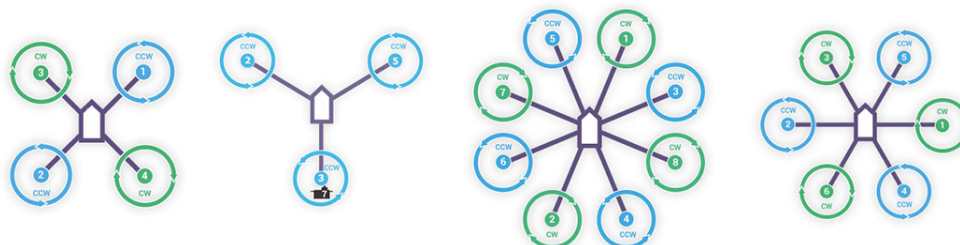
2.1.6 Drony s křídly a vertikálním vzletem a přistáním

Výhodou této skupiny je delší letová doba, větší dolet a nosnost. Jejich uplatnění je na velkých farmách, pro pátrání a záchranu ztracených osob a další. Cena těchto dronů začíná od 250 000 Kč a jde až do milionů Kč. [1]

2.2 Konstrukční dělení

Existuje celá řada konstrukčních řešení dronů. V dnešní době je nejznámější konstrukce vrtulová se čtyřmi rotory tzv. quadrokoptéra. Koptéra je označení pro vrtulník nebo vrtulové zařízení bez křídla, je to podskupina dronů. Dále existují další vrtulová uspořádání koptér ať už tří-rotorová (trikoptéra), šesti-rotorová (hexakoptéry), osmi-rotorová (oktakoptéry), či uspořádání, kde jsou vždy dva rotory nad sebou a točí se každý na opačnou stranu (koaxiální). Obecně platí, že čím méně vrtulí, tím větší mrštnost koptéra má. Na druhou stranu, čím více je vrtulí, tím je vyšší stabilita koptéry. Vrtulový dron nemá žádné kormidlo, kterým by udával směr letu, a pohybuje se jen na

základě změny otáček jednotlivých vrtulí. Dalším konstrukčním řešením, které je známé hlavně pro vojenské účely, jsou drony s klasickou konstrukcí v podobě křídla, tak jak je tomu u letadel. [2]



Obrázek 2: Různá uspořádání dronů dle počtu vrtulí (zleva: kvadroptéra, trikoptéra, oktakoptéra, hexakoptéra) a směr otáčení jednotlivých vrtulí. [2]

2.2.1 Trikoptéry

Trikoptéra je létající stroj se třemi rotory. Rotory jsou obvykle rozmístěny ve vrcholech rovnostranného trojúhelníku tak, že jeden jeho vrchol je orientován zadním směrem a spojnice zbývajících vrcholů tvoří přední stranu. Schéma konfigurace trikoptéry je zobrazeno na obrázku 2. Jak už jsem zmínil, trikoptéra má jen tři rotory a díky tomu je velice obratná. Nicméně její ovládání a zvláště systém změny kurzu, který umožňuje změnu směru tahu jednoho z rotorů a tedy otočení kolem svislé osy, zvyšuje mechanickou složitost trikoptéry oproti více-rotorovým strojům. Trikoptéra má lichý počet rotorů a s tím souvisí to, že nelze dosáhnout vzájemného vyrušení točivých momentů. Změnou směru tahu jednoho z rotorů se také docílí kompenzace točivého momentu vrtulí a trikoptéra tak nerotuje kolem svislé osy. Tento typ koptyéry se často používá k závodním účelům. [3]

2.2.2 Kvadroptéry

Kvadroptéra je typickým a nejrozšířenějším zástupcem kategorie koptyér. Jednou z důležitých vlastností kvadroptér je, že konstrukce se může obejít zcela bez složitějších mechanických členů. Úplné ovládání lze zajistit pomocí změny tahu čtyř pevně uložených rotorů, z nichž dva jsou levotočivé a dva pravotočivé. Oproti trikoptérám, kde

je zažita jen jedna orientace ve tvaru Y, se lze u kvadrokoptér setkat se dvěma orientacemi ve tvaru X a +. U orientace tvaru X míří přední strana mezi dvě ramena kopty. U orientace + je přední strana na jednom z ramen kopty. Otáčení kolem svislé osy se však u trikopty a kvadrokopty zásadním způsobem liší. Kvadrokoptéra se na rozdíl od trikopty při změnách kurzu dokáže obejít bez naklápěcích mechanismů. Tento typ kopty poskytuje ideální míru obratnosti a zároveň dostatek stability, čímž je také hojně využíván k závodním účelům. Mimo jiné je velice oblíbený pro pořizování fotografií a videa, kde nežádoucí vibrace od vrtulí odstraňuje gimbal (zařízení pro úchyt přístroje, které umožňuje zavěšenému přístroji volný pohyb v jedné ose) a antivibrační součástky. U závodních kvadrokopty, kde vibrace v záznamu tolik nevadí, je kamera většinou umístěna přímo na konstrukci. [2, 3]

2.2.3 Hexakoptéry a oktakopty

U těchto typů kopty jsou rotory organizovány v kruhovém tvaru. Se zvyšujícím se počtem vrtulí ztrácí koptéra na mrštnosti, ale zato získává stabilitu a tah. To se hodí například při pořizování fotek a hlavně videí. Pro drony s kamerou je jednou z klíčových vlastností stabilita, kde sice při fotografování z výšky otřesy tolik nevadí, ale při pořizování videa je znát každý otřes. Díky velkému počtu rotorů mají tyto kopty dostatečný tah, se kterým mohou vystoupat do větších výšek než kvadrokopty a unést těžké vybavení jako například termokamery nebo profesionální filmařské kamery. Tento typ kopty je většinou používán v kombinaci s gimbalem a antivibračními součástkami pro profesionální pořizování fotografií a filmů. Další výhodou je, že i přes výpadek jednoho z rotorů může hexakoptéra stále manévrovat ve vzduchu. Pokud vysadí dva rotory, tak by s hexakoptérou mělo jít minimálně lehce přistát na zemi. S oktakoptérou můžeme pokračovat v letu i v případě výpadku dvou až tří rotorů. To zaručuje určitou míru zabezpečení, že se nám drahé vybavení, kterým je koptéra osazená, při výpadku rotorů nezničí. S vyšším počtem vrtulí dále souvisí vyšší rychlost, které může koptéra dosáhnout. [2, 4]

2.2.4 Koaxiální koptéry

Koaxiální koptéry mají vždy dvě protiběžné vrtule a díky tomu dochází k vzájemnému rušení točivých momentů. Díky této konstrukci existují drony, které mají jen dva rotory v jedné vertikální ose. Koaxiální konstrukce s rameny má pak na jednom rameni dvě vrtule, tudíž hexakoptéra pak má pouze tři ramena, oktokoptéra čtyři atd. Výhodou je nižší hmotnost z důvodu menšího počtu ramen a možnost použití větších vrtulí při zachování stejného rozměru stroje. Nevýhodou je horší účinnost spodních rotorů, jelikož se nacházejí v oblasti turbulentního vzduchu, který vzniká pod horním rotorem. [5]

2.2.5 Drony s křídlem

Tyto drony jsou konstrukčně stavěné na podobném principu jako dnešní letadla. Tedy místo vrtulí mají jedno nebo více křídel. Velkou výhodou křídlového typu je, že využívá efektivně vzlaku vzduchu. Oproti koptérám tudíž vydrží mnohem déle ve vzduchu. Další výhodou je možnost nouzového přistání a částečné říditelnosti letu i při kompletním selhání pohonu. Jejich velkou nevýhodou je, že nemohou viset ve vzduchu na jednom místě. [5]

2.2.6 Hybridní drony

To, že konstrukční řešení dronů nezná meze, je možné spatřit na některých internetových obchodech, kde se nabízejí například drony, které dokáží nejen létat, ale i jezdit po zemi. Většina těchto hybridních dronů vychází z kvadrokoptéry, ke které jsou místo nožiček na přistání přidělaná kola nebo pásy, díky kterým dron dokáže jezdit po zemi. [6] Dále je možné nalézt drony, které dokáží kromě létání i plavání a potápění, ale tyto drony jsou zatím spíše experimentální. U tohoto typu je řešení jak v podobě dronu s křídlem [7], tak v podobě koptéry. [8] Další skupinou jsou drony, které vznikly kombinací koptéry a křídla. Díky tomu mohou vzlétat a přistávat vertikálně. Během letu pak naklopením křídla přejdou do horizontálního letu a využívají aerodynamického vzlaku. Společnosti vyvíjející doručovací službu pomocí dronů už několik těchto dronů představily veřejnosti. Můžeme tedy počítat s tím, že tento typ bude potencionálně využit v doručovací službě. [9] Poslední skupinou jsou drony s hybridním pohonem, které po-

mocí spalovacích motorů dobíjejí baterie a vydrží ve vzduchu mnohém déle než jen čistě elektrické drony. [10]

2.3 Legislativní dělení

Legislativní dělení dronů v České republice najdeme v Doplnku X Předpisu L2, zabývající se bezpilotními systémy. Zde je dělení v rámci definice jednotlivých výrazů v tomto předpise použitých.

- **„Autonomní letadlo** je bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu.
- **Bezpilotní letadlo (UA)** je letadlo určené k provozu bez pilota na palubě. V mezinárodním kontextu se jedná o nadřazenou kategorii dálkově řízených letadel, autonomních letadel i modelů letadel; pro účely Doplnku X Předpisu L2 se bezpilotním letadlem rozumí všechna bezpilotní letadla kromě modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 20 kg.
- **Bezpilotní systém (UAS)** je systém skládající se z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného k umožnění letu, jako například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění a návrat. Bezpilotních letadel, řídicích stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního systému více.
- **Model letadla** je 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 které, v případě dálkově řízeného modelu, je po celou dobu letu pomocí vysílače přímo řízené pilotem v jeho vizuálním dohledu.“¹

Dále je v tomto doplnku dělení dle maximální vzletové hmotnosti, účelu použití a požadavku.

- Maximální vzletová hmotnost ≤ 0.91 kg
- Maximální vzletová hmotnost > 0.91 kg a < 7 kg
- Maximální vzletová hmotnost 7 - 20 kg

¹Přímá citace: Doplněk X, str. 1. [11]

- Maximální vzletová hmotnost > 20 kg
- Rekreačně sportovní účel použití
- Výchovné, experimentální, výzkumné použití
- Bezpilotní letadlo provozované mimo dohled pilota

S tímto dělením souvisejí různé důsledky, kterými se budu zabývat v následující kapitole. [11]

3 Legislativa

Se stále větší oblibou dronů u veřejnosti se začala probírat jejich rizika a možné způsoby zneužití. Pomalu se tak přešlo k tvoření legislativních opatření. Tvorba těchto opatření je zatím na počátku své cesty a v některých zemích se ještě ani nezačala řešit. Pokud už jsou v dané zemi tato opatření v podobě pravidel a zákonů stanovena, tak se napříč jednotlivými zeměmi značně liší. Jedním ze zásadních problémů pro komerční využití dronů je, že za zvyšujícími se schopnostmi dronů zaostávají legislativní opatření. To způsobuje, že mnoho z předností dronů nemůže být využito.

3.1 Legislativa v ČR

Základním právním předpisem, který upravuje veškerý provoz bezpilotních letadel v ČR, je zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a dále také Doplněk X Předpisu L2, zabývající se bezpilotními systémy. Doplněk X určuje pravidla bez ohledu na použití dronů hlavně v oblastech jako vizuální kontakt, ochranná pásma, bezpečnost, zodpovědnost, ukončení letu a další. Mimo jiné tento doplněk určuje podmínky pro provoz bezpilotních letadel s ohledem na maximální vzletovou hmotnost letadla a jejich využití, které je buď výdělečné, experimentální, výzkumné nebo rekreační.

Nejdůležitější body Doplněku X jsou stručně tyto:

- Při letu nesmíme ohrozit jak osoby a majetek, tak ani bezpečnost létání ve vzdušném prostoru.
- Pokud ÚCL nepovolí jinak, tak musí být letadlo provozováno v dohledu pilota.
- Osoba, která bezpilotní letadlo řídí, nebo která ho vypustila je odpovědná za provedení bezpečného letu, včetně předletové kontroly a přípravy.
- Bepilotní letadlo musí být vybaveno systémem, který umožní ukončení letu v případě ztráty řídicího signálu.
- S bezpilotním letadlem se nesmí létat obzvláště v oblasti letišť, v zakázaných zónách a nad liniovými stavbami. Obecně se může létat pouze vně oblaků a do výšky 300 m nad terénem.

- Vzdálenost dronu od osob a majetku musí být bezpečná a v závislosti na kategorii jsou pak stanovené horizontální vzdálenosti.
- Dále jsou v doplňku stanovené body jako zákaz shazování nákladu, zákaz plně autonomních letů, povinnost hlášení nehod apod.

V bodě 16. Doplňku X jsou stanovené další podmínky pro provoz bezpilotního letadla. Zde se dělí bezpilotní letadla na dvě skupiny podle využití a dále na několik skupin dle maximální vzletové hmotnosti viz tabulka 1 v páté kapitole. Regulace bezpilotních civilních dronů spadá pod ÚCL. ÚCL v tomto ohledu vykonává dohled nad civilním letectvím nad územím České republiky, provádí certifikace letadel a také licencování pilotů. [5, 11, 12]

3.1.1 Rekreační létání

V případě, že s dronem létáme jen čistě pro zábavu a používáme ho výhradně pro soukromé účely, tak pilot nepotřebuje licenci a ani není nutná evidence bezpilotního letadla na ÚCL. Každopádně se stále musíme řídit nařízeními zahrnutými v Doplňku X pro konkrétní kategorii dronu. Pokud dron disponuje videokamerou či fotoaparátem, tak je potřeba si dát pozor na Zákon o ochranně osobních údajů. Výsledné záznamy pak nesmí být nijak komerčně využity. Jedním z problémů, který se týká rekreačního létání, je, že mnoho lidí, kteří si dron koupí, nemá o těchto předpisech povědomí. Tuto situaci částečně řeší někteří prodejci, kteří se snaží o zvýšení informovanosti kupujících a k dronům přidávají informační brožurku. [5, 11]

3.1.2 Vydělečné, experimentální a výzkumné létání

V případě, že se s dronem létá pro komerční účely, tak tato činnost spadá podle ÚCL buď pod letecké práce, kde produktem je samotný let a z něho vycházející výstup, nebo spadá pod letecké činnosti pro vlastní potřebu, kde produktem není let sám o sobě ale produkt je tvořen výstupem z něj. Každopádně pokud se dron používá ať už pro vydělečné, či experimentální a výzkumné účely, tak jsou potřebné následující náležitosti.

- Dron musí být evidován na ÚCL, kde prochází technickou kontrolou a přidělí se mu registrační značka.
- Pilot musí být evidován na ÚCL, kde musí projít praktickým a teoretickým testem.
- Je také potřeba pro dron zákonem stanovené pojištění, které pokrývá škody na cizím majetku do hodnoty 1 milionu euro.
- Musí se zpracovat a doložit k žádosti o povolení k létání provozní příručka.
- Zaplacení administrativních poplatků

Po splnění předešlých náležitostí a získání povolení je dále potřeba vést letový deník, hlásit události spojené s provozem dronu a provádět údržbu dronu. [5, 11]

3.2 Bezpečnost

V Doplněku X je bezpečnost zmíněna ve dvou bodech. Prvním je, že letem bezpilotního letadla nesmí dojít k ohrožení osob a majetku na zemi, životního prostředí a bezpečnosti létání ve vzdušném prostoru. Druhým bodem je, že ohrožení bezpečnosti letového provozu se nevztahuje vzájemně mezi modely letadel, pokud dojde k dohodě zúčastněných pilotů. Ale i tak se nesmí ohrozit bezpečnost letového provozu, která je nad rámec zúčastněných pilotů. Kromě těchto dvou bodů upravuje Doplněk X pro některé kategorie bezpilotních letadel vzdálenosti, ve kterých se mohou pohybovat od osob při vzletu a přistání, a dále od osoby, prostředku, stavby nebo od hustě osídleného prostoru za letu. Vzdálenosti pro jednotlivé kategorie dronů jsou uvedené na sedmém řádku tabulky 1 nacházející se v páté kapitole. Hlavním cílem těchto pravidel je snaha o snížení rizik spojených s pádem dronu a následným zraněním osob a poškozením majetku.

Nejen legislativa, ale i výrobci se snaží o minimalizaci následků spojených s provozem a pádem dronu. Mnoho malých dronů má kolem vrtulí ochranné oblouky, které mají předně chránit osoby před poraněním točícími se vrtulemi, ale také ochránit samotné vrtule před zničením. U této skupiny dronů nehrozí moc velké ohrožení v důsledku pádu vzhledem k jejich malé hmotnosti. K větším dronům je pak možné dokoupit padákový systém, který se buď automaticky vystřelí v případě vyhodnocení, že dron padá, nebo ho aktivuje operátor na dálku. I přestože dron bude padákovým systémem vybaven, tak není prozatím legislativně zvýhodněn oproti ostatním bezpilotním letadlům. [5, 11]

4 Způsoby komerčního využití

V dnešní době je využití dronů velice rozmanité ale omezeno faktory, například jako je fantazie, zákon a výdrž na jedno nabití. Baterie běžného dronu vydrží na jedno nabití cca 10-20 minut létání, tím se tedy značně zužuje okruh využití. Už dnes existují drony, které synchronně zatančí jako hejno komárů nebo udělají selfie fotky z dovolené. Drony se dnes používají převážně pro vojenské účely (najdi a znič), průzkumné (např. při výbuchu muničního skladu ve Vrběticích), ale díky cenové dostupnosti se začínají hodně využívat pro zábavu, nebo pro komerční létání za účelem zisku (foto/video). S postupem jejich začleňování jako pracovních strojů se vynalézají stále nové způsoby jak plnit pro člověka či dnešní stroje nebezpečné nebo neproveditelné úkoly. Tato kapitola představí některá konkrétní využití a společnosti, které už v daném odvětví podnikají.

4.1 Pořizování fotografií a videa

Nejznámějším příkladem komerčního využití dronů je pořizování fotografií a videa. Zde díky dronům dochází jak k úspoře financí, času a námahy, tak i k pořízení záběrů, které by jinak ani nebylo možné zaznamenat. Mezi největší výrobce dronů pro tyto účely patří firmy DJI a 3DR. Drony od těchto firem jsou přizpůsobené pro nesení tzv. akčních kamer typu GoPro Hero nebo typu Zenmuse, kde natočené video může být až ve 4K (4096 x 2160 pixelů) rozlišení. Jednou ze společností, která v České republice poskytuje právě služby spojené s natáčením a focením pomocí dronů, je Groovy Copters, která je schopná natáčet jak na zařízení GoPro, tak na profesionální DSLR fotoaparáty. Další společností v tomto odvětví je Vertical Images, která disponuje drony schopnými nést profesionální kamery o váze až 7kg.

Dalším příkladem kreativity ve využití dronů v tomto odvětví je společnost UgCS, jenž vyvíjí software, pomocí kterého bude možné nastavit trasu letu v uživatelském rozhraní. To pak bude využito například k fotografování výhledu z bytů ještě neexistujících budov. Cílem je, aby klient měl představu o svém budoucím bydlení, ještě než se začne stavět. Dále se z fotografií a videa mohou udělat 3D modely budov a krajiny. Díky tomu je tak možné sledovat například v jaké fázi je stavba budovy. [5, 13]

4.2 Technická kontrola staveb

Pro mnoho společností, které spravují větší či menší technickou infrastrukturu, je zásadní technická kontrola této infrastruktury. Příkladem jsou energetické společnosti, které spravují tisíce kilometrů elektrického vedení a dále radiokomunikační společnosti, které potřebují kontrolovat vysoké vysílače za chodu. Kontrolují se i větrné elektrárny, které jsou umístěné v severním moři. Drony mohou létat blízko u země, blízko kontrolovaného zařízení a díky možnosti předem definovat cestu, kterou poletí, je možné provést záznam kontroly jedním stiskem tlačítka. Pokud se navíc dron osadí kamerou s vysokým rozlišením, tak technik na zemi rozpozná i ty nejmenší detaily. [14]

V České republice využívá společnost České radiokomunikace drony ke kontrole a servisování svých zařízení. Vysílače, jenž pomocí dronů kontrolují, jsou napájeny vysokým elektrickým napětím a vytváří ve své blízkosti ionizující záření, které na lidské tělo negativně působí. Při kontrole takového vysílače člověkem, je nutné vysílač odstavit z provozu a poté provést kontrolu. Kontrola se provádí i na těžko přístupných místech a zabere hodně času. Drony, kterým ionizující záření nevádí, mohou provést kontrolu vysílače za plného provozu a tím přispějí jak k zefektivnění kontroly, tak ke snížení nákladů a rizik. [15]

4.3 Nouzová odezva na katastrofy a záchranné složky

Fukušimu v Japonsku zasáhla v roce 2011 dvojitá přírodní katastrofa. Nejdříve jí postihlo silné zemětřesení a poté vlna tsunami. Největším problémem však bylo, že tyto události poškodily jadernou elektrárnu, která se v té oblasti nachází, a došlo k úniku radiace. Při podobných situacích často chybí záchranářům podstatné informace pro rozhodování, jako je například úroveň zamoření v okolí elektrárny. Drony jsou ideálním zařízením pro sběr dat v takovéto situaci. Nejsou závislé na potencionálně zničené infrastruktuře a díky jejich nasazení se lidé nemusí vystavovat nebezpečí. Ve Fukušimě byl takový dron společnosti Honeywell nasazen a poskytl záchranářům obraz toho, jak moc je zničená elektrárna a přilehlá infrastruktura.

Dále se drony využívají pro hledání a záchranu ztracených lidí například v horách nebo národních parcích. Pro tento účel je nutné vyškolit operátora. Dalším krokem v této ob-

lasti je návrh algoritmu, který by v záběrech dokázal rozpoznat člověka. Pro policejní účely se také už na několika místech drony používají. Policie je využívá hlavně v situacích, kdy je běžná helikoptéra moc nákladná nebo je její použití příliš nebezpečné. [14]

4.4 Zemědělství a lesní správa

Zemědělství a lesnictví nejsou na první pohled oblasti, kde by člověk mohl spatřit uplatnění dronů, ale opak je pravdou. V dnešní době se drony stávají prodlouženou rukou farmářů a lesníků. Jejich využití zde nabízí možnost získávat data o úrodě v reálném čase. Díky tomu je možné co nejdříve zpozorovat nepravidelnosti v růstu a na základě získaných údajů se lépe rozhodnout, jaká opatření proti tomu podstoupit. Při senoseči se pomocí termovize připevněné na dronu nechá zjistit přítomnost zvířat ve sklizených polích. Za pomoci myslivců se zvěř odežene a zachrání před smrtí. K tomuto účelu drony využívá například Česká zemědělská univerzita v Praze. [16] V lesnictví se drony mohou využít ke sledování lesních požárů. [14]

Mezi hlavní společnosti vyvíjející drony pro zemědělství jsou 3D Robotics, Yamaha a PrecisionHawk. Drony jsou také vyvíjeny pro autonomní chemické ošetřování polí a vyžadují interakci pouze při doplňování chemikálií do nádrže. Dron se po vybití baterie nebo vyčerpání postřiku vrátí na startovní pozici. Dále jsou na trhu drony s infračervenými kamerami, které jsou schopné sledovat průběh fotosyntézy u rostlin a využívají se například pro kontrolu kvality hroznů v sadech. [5, 17]

4.5 Doručovací služba

Tomuto tématu se hlouběji budu věnovat v následující kapitole, nicméně toto odvětví zde trochu představím. Mezi prvními kdo přišel s doručováním poštovních zásilek k zákazníkům byla společnost Amazon se službou Prime Air. Amazon plánuje roznášet v okruhu 16 km od skladu s tím, že hmotnost zásilky bude až 2,3 kg. [18] Avšak kvůli legislativním důvodům je doručování zásilek pomocí dronů zatím ve formě výzkumu.

Společnost DHL začala od roku 2014 využívat jejich Parcelcopter k přepravě zásilek

ze severoněmecké vesnice Norddeich na 12 km vzdálený ostrov Juist. Zásilkou jsou většinou léky a jiné potřebné věci. [19] Další zajímavou společností v tomto odvětví je Rakuten z Japonska, který provádí doručování občerstvení a náhradních golfových míčků na japonských golfových hřištích. Golfový hráč si tak přes telefon objedná věci z nabídky a zadá na jaké jamce se nachází. Dron poté s nákladem doletí na přistávací plochu, která je u každé jamky. [5, 20]

5 Rozbor využití v doručovací službě

V této kapitole se blíže zaměřím na komerční využití dronů v doručovací službě. Nejprve představím jak daleko je z dostupných informací vývoj této technologie a poté uvedu legislativní omezení, která tento sektor zatím drží jen ve vývojové fázi. Na základě poznatků z části vývoje pak nastíním systém, jakým se samotná aplikace dronů v doručovací službě nejspíše bude ubírat.

5.1 Vývoj

Vývoj v tomto odvětví předbíhá legislativu. Technologie je už na takové úrovni, že je možné provádět autonomní doručování zásilek, ale musíme myslet na to, že je nutné vymyšlené systémy dobře otestovat a zabezpečit. Následující společnosti se už několik let zabývají vývojem autonomních dronů pro doručování zásilek. Představily jak několik konstrukčních návrhů dronů, tak i několik odlišných systémů doručení zásilky. Rozsah této práce neumožňuje představení všech společností, které doručovací drony vyvíjejí a aplikují, a tak zde jsou alespoň ty nejvíce mediálně známé.

5.1.1 Google

Projekt Googlu, který se zabývá doručovací službou pomocí dronů, je nazván Project Wing. Google poprvé veřejně představil tento projekt v roce 2014 na videu, kde pomocí dronu s naklápěcím křídlem dodal psí krmivo na farmu v Austrálii. Od Googlu se na veřejnost moc informací nedostává, nicméně v lednu roku 2016 si patentoval automatický systém doručování zásilek do mobilního zařízení určeného na příjem zásilek. [21] Podle tohoto patentu, by byl dron jen mezičlánkem mezi skladem zboží a mobilním zařízením, které by zajišťovalo konečné doručení zásilky. Dron by ve skladu nabral zboží a letěl by na místo, kde se nachází mobilní zařízení pro příjem zásilek. Se zařízením by dron navázal kontakt a poté na něm přistál, předal zásilku a letěl zpět. Mobilní zařízení by se pak dopravilo na místo koncového předání zboží zákazníkovi. Samozřejmě není jisté, jestli Google doopravdy tento systém bude využívat.

Začátkem srpna 2016 dostal Google pro svůj projekt podporu od Bílého domu. Bílý dům se tím snaží urychlit vývoj civilní a komerční aplikace dronů a přislíbil okolo 35

miliónů dolarů na vývoj bezpilotních systémů. FAA (Federal Aviation Administration- federální letecká správa) vyhradila šest oblastí v Americe, která jsou určena právě pro testování dronů a může se zde létat i mimo přímý vizuální kontakt pilota. Google se dále zabývá vývojem řízení letového provozu pro malá bezpilotní letadla. Project Wing by rád vybavil drony malými a levnými rádiovými vysílači, které by identifikovali svoji lokaci jiným letadlům a operátorům na zemi. Tato zařízení budou muset být do roku 2020 na všech běžných letadlech v Americe. Google plánuje, že jeho doručovací služba bude sloužit veřejnosti od roku 2017. [22, 23]

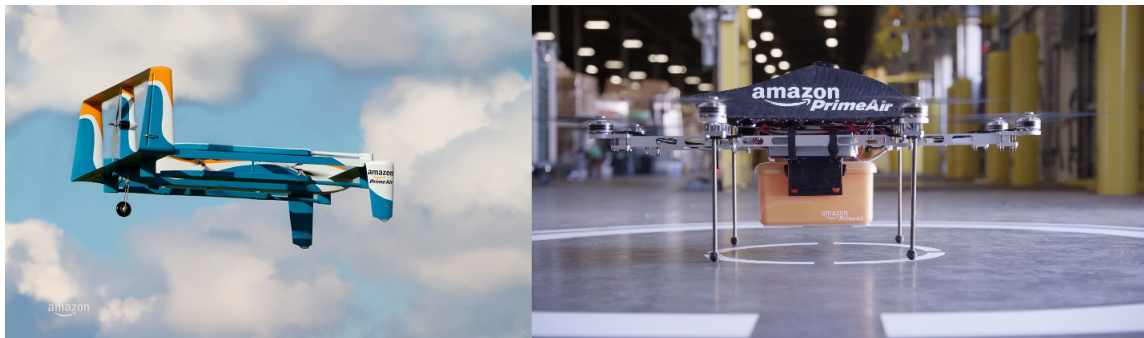


Obrázek 3: Dron představený na videu Project Wing v roce 2014. [24]

5.1.2 Amazon

Amazon pojmenoval svůj budoucí doručovací systém pomocí dronů Amazon Prime Air. Služba je navržena tak, že bezpečně dopraví balíček k zákazníkovi do 30 minut pomocí autonomního bezpilotního letadla, které bude schopno detekovat za letu překážky a vyhnout se jim. Amazon zatím představil dvě verze svých dronů. Jedna je v podobě hexakoptéry a byla zveřejněna koncem roku 2013 a druhá v podobě letounu s nosními plochami a možností vertikálního vzletu a přistání byla zveřejněna koncem roku 2015. Nicméně Amazon vyvíjí více typů dronů zároveň, kde každý bude přizpůsoben pro různé situace a prostředí. Vychází se z toho, že zákazníci, žijí na různých místech po světě. Na některých místech bude potřeba překonat delší vzdálenosti a na některých naopak bude kratší vzdálenost, ale v cestě budou budovy. Cílem je doprava na vzdálenost 16 km s možností nést zásilku o váze až 2,3 kg. Dron by měl vážit okolo 25 kg a zboží by měl vysadit u domu, tam kde si zákazník navolí. Testování těchto dronů

provádí Amazon v Kanadě, Velké Británii a Nizozemsku. Na stránkách Amazonu jsou k dispozici dva dokumenty ve kterých Amazon předkládá jak by měla vypadat bezpečná integrace malých bezpilotních systémů a zveřejňuje svůj návrh letových hladin. [18, 25]

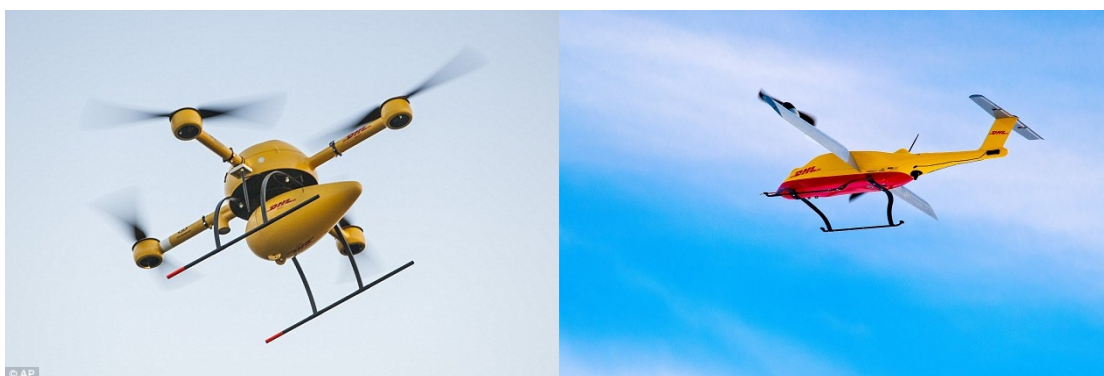


Obrázek 4: Dva typy představených dronů služby Amazon Prime Air. [25]

5.1.3 DHL

Vývoj této společnosti v oblasti doručování pomocí dronů započal v roce 2013, kdy první generace jejich Parcelcopter byla použita pro dodávku léků v Bonnu z jednoho břehu řeky Rýn na druhou. V roce 2014 dostala tato společnost oprávnění pro první autonomní lety v Evropě a vytvořila pilotní projekt pro pravidelnou dodávku léků a potřebného zboží na severomořský ostrov Juist v Německu, který je od pobřeží vzdálený zhruba 12 km. Tento výzkumný projekt byl prvním projektem, při kterém operovalo bezpilotní letadlo bez přímého vizuálního kontaktu pilota a při plnění skutečného úkolu. Pro tento výzkumný projekt ustanovilo německé ministerstvo dopravy a digitální infrastruktury vyhrazenou letovou zónu. U tohoto projektu byla použita Parcelcopter druhé generace, která se od té první lišila tím, že řídicí systém byl již autonomní místo manuálního. Dále byla vybavena boxem pro uložení zboží, také se zvýšila doba letu a dolet. Z konstrukčního hlediska byla první generace stejná jako druhá, tedy klasická kvadroptéra. [19]

Tento rok (2016) DHL dokončila tři měsíce trvající test automatizovaného doručovacího systému pomocí dronů, který je již třetí generací. Oproti předchozí generaci se zvýšila hmotnost zásilky, kterou tento stroj unese, z 1,2 kg na 2kg a také se zvýšila nadmořská výška ve které je schopný operovat. Celý test probíhal od ledna do března v německém



Obrázek 5: Druhá [19] a třetí generace [26] Parcelcopter společnosti DHL.

Bavorsku. Tento systém funguje v kombinaci s poštovní schránkou v heliportu, který dokáže automaticky naložit náklad na dron a poté ho z něj znovu vyložit. Doručená zásilka je pak uchována ve výdejní schránce, která je také součástí heliportu, dokud si jí příjemce nevyzvedne. Hlavní myšlenkou tohoto projektu bylo vyzkoušet, jestli dokáže takovýto systém obsloužit vzdálené a špatně přístupné oblasti, kam běžné doručení zásilky zabere mnoho času. Během tohoto testu bylo úspěšně splněno 130 autonomních transportů s vykládkou a nakládkou zásilky. Každá cesta byla dlouhá 8 km a trvala 8 minut při rychlosti zhruba 70 km/h, autem tato cesta v zimě trvá zhruba 30 minut. Dron se při této cestě musel potýkat s nepříznivými povětrnostními podmínkami a nadmořskou výškou 1200 m nad mořem. Konstrukčně je dron řešen jako hybrid s vertikálním vzletem a přistáním, který za letu otočením křídla s rotory přejde do režimu letadla s klasickou nosnou plochou. [26, 27]

5.1.4 Další společnosti

Zde představím další společnosti, které se mediálně v menším měřítku také zabývají doručovací službou pomocí dronů.

UPS - Společnost UPS se spojila se společností Zipline, která zakládá síť autonomních dronů pro doručování krve, vakcín a dalších medikamentů do vzdálených oblastí Rwandy. V rámci spolupráce pomůže UPS svými zkušenostmi z logistiky Zipline v doručování teplotně senzitivních vakcín a krve. Při této příležitosti se bude moci UPS podívat na přístup Zipline k doručování pomocí dronů. Zipline používá drony s pevným křídlem, které jsou vypouštěny pomocí zařízení na bázi praku o velikosti automobilu. Drony létají autonomně a nastavenou cestu sledují pomocí GPS. Zipline dron unese až 1,5

kg a zásilka je vyložena pomocí padáku. V plánu je doručení až 150 zásilek za den v Rwandě a cena doručení pomocí dronů by měla být stejná jako pomocí motocyklu. [28]

Rakuten - Japonská společnost Rakuten působí ve stejném odvětví jako Amazon a také se zabývá doručovací službou pomocí dronů. Její konkrétní aplikace je zatím na japonských golfových hřištích. Doručovací služba nese název Sora Raku a je určena golfovým hráčům. Dron bude doručovat golfové vybavení, občerstvení, nápoje a další věci hráčům na předem stanovené body u každé jamky. Hráč si pomocí mobilní aplikace vybere zboží, které chce zaslat a potvrdí. Následně mu jsou zasílána hlášení o průběhu doručení. Na straně operátora dojde k přijetí objednávky a naložení dronu objednaným zbožím. Poté operátor vyšle dron na cestu. Dron autonomně letí na zvolené místo vyložení, kde vyloží zásilku a letí zpět na místo naložení. Maximální hmotnost zásilky je 2 kg ale je závislá na povětrnostních podmínkách. [20]

Alibaba - V roce 2015 uskutečnila společnost Alibaba v Číně testování svojí doručovací služby pomocí dronů. Testování probíhalo 3 dny a bylo do něho zapojeno 450 nakupujících z Pekingu, Šanghaje a Kantonu. Byly použity malé kvadrokoptéry, které jako zásilku nesly balení zázvorového čaje. Každý dron mohl nést maximálně 1 kg a letět na vzdálenost 10 km. [29]

5.2 Legislativní omezení v doručovací službě

V sekci legislativy jsem představil současný stav legislativy pro provozování dronů v běžném komerčním provozu a bezpečnostní pravidla pro jejich provoz. V této části se zaměřím na konkrétní omezení pro autonomní doručovací službu.

Hlavním legislativním omezením v Doplňku X předpisu L2 je bod **4. Dohled pilota**, který říká: „S výjimkou, kdy ÚCL povolí jinak, musí být bezpilotní letadlo provozováno v přímém dohledu pilota, tj. takovým způsobem a do takové vzdálenosti, aby:

- a) pilot během pojíždění a letu mohl udržovat trvalý vizuální kontakt s bezpilotním letadlem i bez vizuálních pomůcek jiných než brýle a kontaktní čočky na lékařský předpis; a
- b) pilot, nebo kromě pilota i poučená osoba, mohl sledovat a vyhodnocovat dohlednost,

překážky a okolní letový provoz.“²

Tabulka 1: Podmínky pro provoz bezpilotních letadel [11]

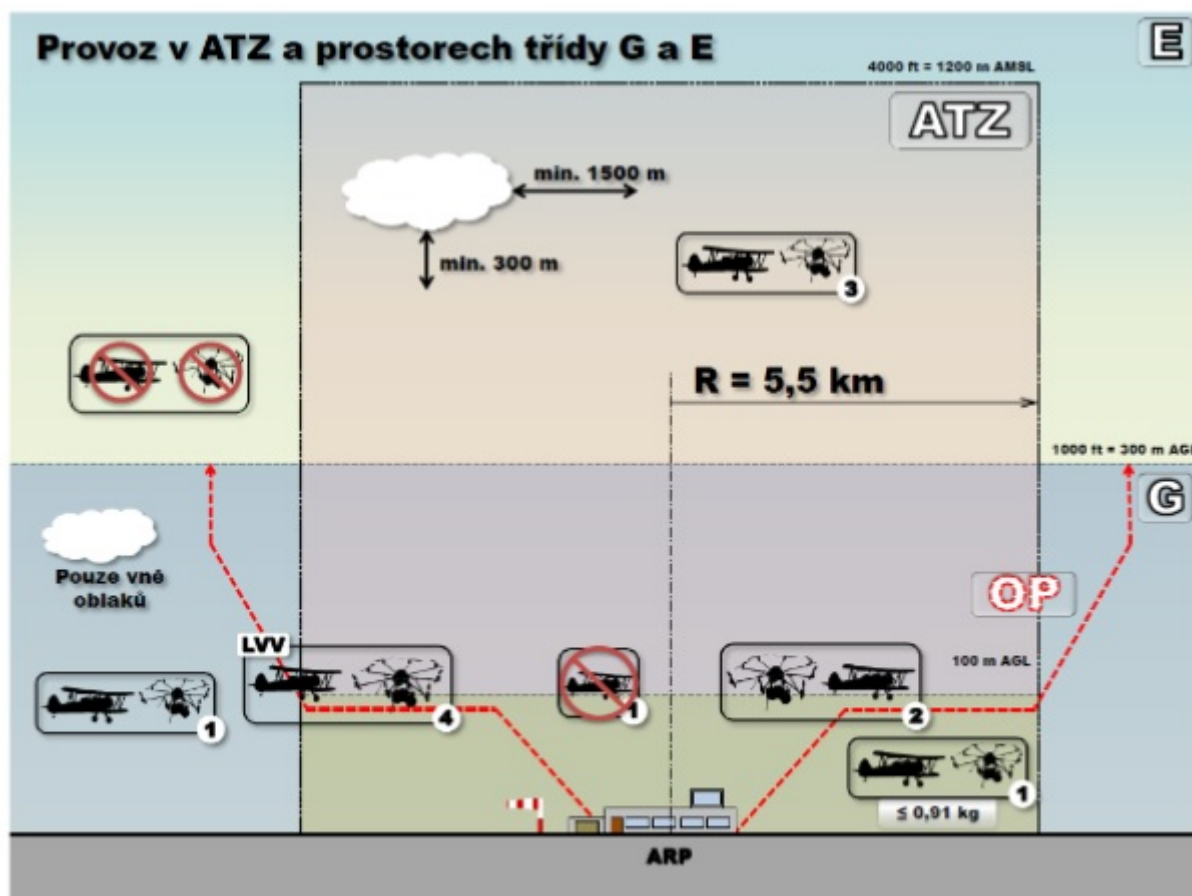
Tabulka 1 (viz ust. 16)										
ř.	maximální vzletová hmotnost	≤ 0,91 kg		> 0,91 kg a < 7 kg		7 – 20 kg		> 20 kg		bezpilotní letadlo provozované mimo dohled pilota
-	účel použití požadavek	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreačně sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	
1	evidence letadla	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
2	evidence pilota	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
3	praktický a teoretický test pilota	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
4	povolení k létání	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
5	povolení k provádění LP a LČPVP	nelze	ano	nelze	ano	nelze	ano	nelze	ano	nelze
6	označení UA: ID štítek / ID štítek + pozn. značka	ne / ne	ano / ano	ano / ne	ano / ano	ano / ne	ano / ano	ano / ne	ano / ano	ano / ano
7	min. ve vzdálenosti (m): vzlet, přistání / osoby, stavby / osídlený prostor	bezpečná	bezpečná	bezpečná	bezpečná	bezpečná, ale minimálně 50/100/150	bezpečná, ale minimálně 50/100/150	bezpečná, ale minimálně 50/100/150	bezpečná, ale minimálně 50/100/150	bezpečná, ale minimálně 50/100/150
8	pojištění: běžný provoz / LVV (mil. Kč)	ne / 0,25	dle nař. č. 785/2004 ¹	ne / 1	dle nař. č. 785/2004 ¹	ne / 3	dle nař. č. 785/2004 ¹	dle nař. č. 785/2004 ¹	dle nař. č. 785/2004 ¹	dle nař. č. 785/2004 ¹
9	dozor	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne
10	„failsafe“ systém	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
11	provozní příručka UAS	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ne
12	hlášení událostí	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano

Drony tedy prozatím pro autonomní doručování zásilek v České republice nemůžeme používat. Nicméně může probíhat jejich vývoj, kde však musí být drony v neustálém

²Přímá citace: Doplněk X, str. 1. [11]

přímém dohledu pilota. Pokud se vezme v úvahu, že maximální vzletová hmotnost doručovacího dron v podobě koptéry bude do 20 kg a v podobě dronu s naklápěcím křídlem pak kolem 20 kg, jak je tomu u Amazonu, tak budou platit podmínky, které jsou v tabulce 1 červeně ohraničené. Pro testovací lety je tedy nutné mít certifikaci pro bezpilotní letadlo, certifikaci pro pilota, povolení k létání a letový deník. Pro drony nad 20 kg pak ještě musí být projektování, výroba a počáteční letové zkoušky dozorovány ÚCL. Proces vyřizování certifikací zabere okolo šesti měsíců.

Další důležitou věcí je prostor, ve kterém se může s dronem operovat. Doplněk X stanovuje v **bodě 7.1 a)**, kdy let bezpilotního letadla smí být prováděn ve vzdušném prostoru třídy G (viz obrázek 6). Další omezení v **bodě 8.** jsou ochranná pásma, mezi která patří nadzemní dopravní, inženýrské a telekomunikační sítě a také zvláště chráněná území, okolí vodních zdrojů a objektů důležitých pro obranu státu. Avšak vždy musí být pouze vně oblaků.



Obrázek 6: Provoz v ATZ a prostorech třídy G a E. [11]

Dle **bodu 10.** tohoto předpisu nesmí bezpilotní letadlo přepravovat nebezpečné látky

a zařízení, která by mohla způsobit obecné ohrožení. **Bod 11.** Shazování nákladu omezuje, způsoby vykládky zásilky tak, že „Bezpilotní letadlo nesmí být použito ke shazování předmětů za letu, kromě leteckých veřejných vystoupení a soutěží, včetně příprav na ně, jsou-li přijata přiměřená opatření proti ohrožení dle ust. 3.“³. V poslední řadě se při vzletu a přistání musí zachovat bezpečná vzdálenost, která je minimálně 50 m. Za letu je tato vzdálenost minimálně 100 m (horizontálně) od osob a staveb a 150 m (horizontálně) od osídleného prostoru. [11]

5.3 Varianty doručovací služby

V sekci vývoje jsem představil společnosti, které se zabývají doručováním pomocí dronů a jejich prozatímní řešení. Rozborem těchto řešení bych chtěl stanovit rozumné obecné specifikace doručovací služby. Dle charakteru existují čtyři typy doručování, kde každý typ má jiná specifika. Nejtypičtější je doručení ze skladu zboží k zákazníkovi. Další možností je doručování od odesilatele k příjemci a to přímo a nebo skrze další část doručovacího řetězce. Rozlehlé mimoměstské oblasti také mají jistá specifika z pohledu doručování zásilek. Posledním typem je doručování v rámci společnosti, které je specifické dle potřeb a zaměření dané společnosti.

5.3.1 Ze skladu k zákazníkovi

Do tohoto sektoru spadají hlavně velké společnosti prodávající spotřební zboží jako například Walmart, Amazon, ale také i restaurace a řetězce rychlého občerstvení. Tento typ doručovací služby má následující scénář. Zákazník si nakoupí zboží z internetového obchodu. Internetový obchod disponuje mnoha sklady, ve kterých má zboží. Na základě objednávky zákazníka se vyhodnotí, jestli je ve skladu, který je nejbližší zákazníkovi, dané zboží a jestli je zákazník v okruhu, který je schopný dron obsloužit. Pokud jsou oba požadavky splněny, tak dron se zásilkou opustí sklad a letí k zákazníkovi a předá mu zboží. Poté letí bez nákladu zpět do skladu, kde se vymění baterky a je připravený na další let. Pokud není zboží ve skladu, odkud je možné obsloužit zákazníka, tak musí dojít buď k přesunu zboží ze skladu do skladu, odkud bude možnost přepravit zásilku pomocí dronů, a nebo zvolit jiný typ přepravy. Jiný typ přepravy může být například

³Přímá citace: Doplněk X, str. 3. [11]

pomocí dronu a mobilního zařízení pro příjem zásilek, jako si nechal patentovat Google. [21] Nevýhodou tohoto typu doručování je, že dron letí zpět do skladu prázdný a také, že drony od představených společností létají jen s jednou zásilkou najednou.

Předání zásilky je stále kritickým elementem fungování této služby. Pokud se zákazník pohybuje venku, je možné mu zásilku předat přímo venku za chodu, ale je potřeba aby sdílel svojí GPS pozici a identifikoval se například pomocí QR kódu nebo NFC. Pokud je zákazník doma, tak předání zásilky je trochu komplikovanější. V případě, že má zákazník zahradu nebo balkón, je možné zásilku vyložit na něm. U velkých budov a mrakodrapů je možné přistát na střeše a na ní zásilku vyložit. Ale středně velké budovy se šikmou střechou, které jsou typické pro evropský region, vyžadují alternativní místo pro doručení. Například něco podobného jako heliport, který představilo DHL u Parcelcopter 3.0.

Přínos tohoto typu doručování je spíše pro městské a příměstské oblasti, kde je dostatečná hustota obyvatel, a tedy více zákazníků, které bude služba moci obsloužit. Pro doručování ve městech s výškovými budovami a dalšími potencionálními překážkami pro drony je výhodnější použít kvadrokoptéru. Ta nabízí lepší možnosti ve změně směru letu a vyhýbání se překážkám, než dron s naklápěcími křídly. Není zde nutné překonávat velké vzdálenosti a tudíž ani rychlost není tak rozhodující. Na druhou stranu v příměstských oblastech, které jsou rozlehlejší a nenachází se v nich tolik překážek pro drony, jsou aplikovatelnější spíše drony s naklápěcími křídly.

Dle Amazonu až 90 % zboží, které nabízí, váží pod ca. 2,3 kg. [30] Parcelcopter 3 společnosti DHL s nosností 2kg se této hranici pro váhu zásilky blíží. S rostoucí váhou zásilky se prodražují náklady na jeden dron, který by ji byl schopný nést a navíc jak vyplývá od Amazonu, objem těžšího zboží na trhu není tak velký. Velkou roli mimo jiné hraje rozumná velikost dronu vzhledem k doletu a výdrži baterie, proto je stanovení maximální velikosti zásilky do 2,3 kg u tohoto typu rozumné. Dále je důležité, aby se zboží vešlo do přepravního boxu, který ho bude chránit před nepříznivým počasím a bude usnadňovat manipulaci s ním. Dle společnosti Walmart (řetězec velkých diskontních obchodních domů) žije 70 % Američanů ve vzdálenosti do 8 km od Walmartu. [31] Tedy dolet takového dronu by se měl minimálně pohybovat okolo dvojnásobku této vzdálenosti, tedy 16 km. [14]

5.3.2 Od odesílatele k příjemci

Tento typ doručování je specifický tím, že zde máme zapojeného i odesílatele. Odesílatel může být ať už fyzická osoba, tak společnost, která chce využít rychlou doručovací službu pomocí dronů. Scénář fungování tohoto typu služby je následující. Odesílatel chce poslat příjemci zásilku a využije k tomu doručovací službu pomocí dronů od nějaké společnosti. Zde buď bude muset odesílatel zásilku donést do některého z boxů pro odesílání a příjem zásilek, ze kterého si zásilku dron vyzvedne a bude s ní pokračovat dále, a nebo dojde k přímému předání zásilky dronu. Poté dron může pokračovat buď rovnou k příjemci, pokud je v dosahu, nebo do depa, či na předání dalšímu dronu. Příjem zásilky by pak byl podobný jako u typu doručování ze skladu k zákazníkovi.

Při této aplikaci by se typy dronů z konstrukčního hlediska lišily v závislosti na tom, kde se nachází odesílatel a kde příjemce. Nicméně dělily by se minimálně na dva typy podle toho, co by nesly, kde jeden by byl přizpůsobený pro přepravu listovních zásilek a druhý pro přepravu balíků.

U tohoto typu doručování je výhodou, že dron může být vytižen i cestou zpět po předání zásilky, pokud se v jeho blízkosti nebo po cestě objeví požadavek na odeslání zásilky. Toto sice bude vyžadovat rychlé a dynamické plánování ale to s dnešní technologií nepředstavuje větší problém. Do tohoto sektoru tedy hlavně spadají pošty a přepravní společnosti jako DHL, UPS a další.

5.3.3 Mimoměstské oblasti

Mimoměstské oblasti jsou charakteristické malou hustotou obyvatelstva ale také slabší a méně kvalitnější infrastrukturní sítí. Jsou zde různé geografické aspekty, jako například hory, řeky a zálivy, které komplikují a prodlužují doručení zásilek. Na některých místech je výhodnější transport pomocí dronu než výstavba nákladné infrastruktury. Donáška tohoto typu je hlavně zaměřená na věci, u kterých čas hraje zásadní roli, jako například vakcíny, či léky.

Příkladem může být společnost Matternet, která se nezabývá jen plánováním doručovací sítě pomocí dronů, ale jednu skutečně vybudovala v Lesothu, což je vnitrozemský stát v Jižní Africe. Zde byla zautomatizována doručovací síť pomocí dronů, které

přepravovaly vzorky krve pacientů z klinik, kde byly odebrány, do nemocnic, kde byly vyhodnoceny. [31] Podobný typ doručování zásilek byl proveden také společností DHL a Zipline ve spolupráci s UPS, jak jsem již zmínil výše.

Z hlediska provedení je u tohoto typu doručování více možností. První je vybudování infrastrukturní sítě, jako představila společnost Matternet. [32] Znamená to, že by v pokryté oblasti existovaly stanice, které by byly rozmístěné na pevných pozicích a umožnily výměnu baterií u dronu. Dron by pak nebyl tolik omezen doletem. Druhou možností je vybudování bodů, odkud by zásilka putovala dále pomocí dronu, jako má například společnost Zipline v Rwandě. Poslední možností je doručování z bodu do bodu, kterou představila například společnost DHL u třetí generace Parcelcopter, kde transport probíhal z heliportu do heliportu. Avšak využití některého z těchto typů záleží na tom, jestli se pokrývá oblast, nebo je potřeba překonat jen jeden geografický aspekt, který znesnadňuje nebo prodlužuje doručení. [14]

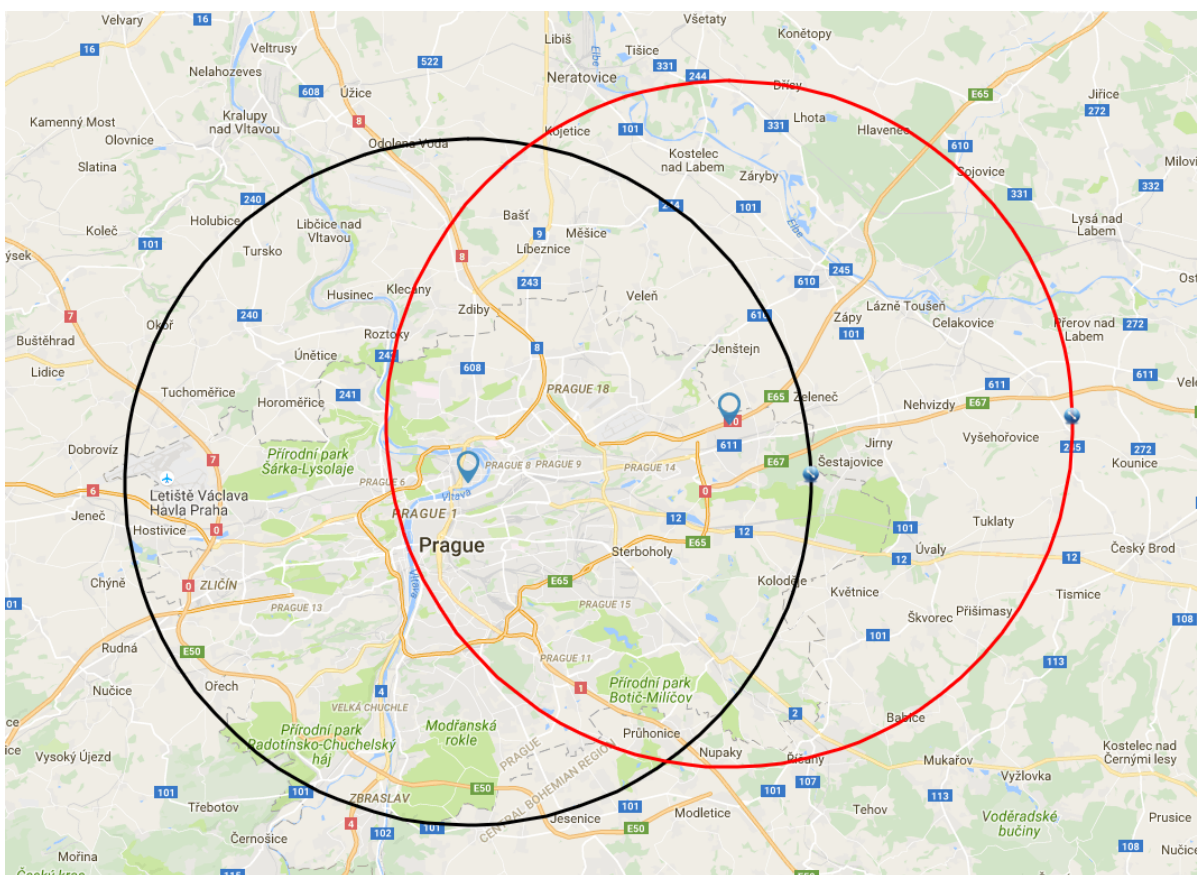
5.3.4 Interfiremní

Tento typ doručovací služby je specifický tím, že probíhá v rámci jedné společnosti nebo skupiny společností. Perspektiva tohoto typu doručovací služby pomocí dronů je obzvláště v přenosu náradí nebo náhradních dílů na místa, kde je jich rychle potřeba. K této situaci může dojít například na ropné plošině, kde je potřeba při závadě na některé kritické součástce její rychlá výměna, jinak dojde k velkým ztrátám z přerušení těžby. Dalším příkladem může být automatizovaný automobilový průmysl, kde každé zastavení výrobní linky přináší velkou finanční ztrátu. Zde by drony mohly poskytovat nouzové doručení potřebných komponentů, aby linka nemusela zastavovat. Dalším příkladem využití je logistika v rámci skladu, kde drony poskytují dobrou flexibilitu a mohou přistupovat i k vysoko položeným věcem v regálech.

Dnešní drony se snadno ovládají a dokáží sledovat naplánované trajektorie. Není tedy potřeba speciálně vyškolený personál, který by je ovládal. Navíc interfiremní typ přepravy pomocí dronů by byl většinou limitován na firemní prostory. To znamená jen minimální omezení provozu dronů a narušování soukromí.

6 Finanční analýza

Zajímavou finanční analýzu využití dronů pro doručování zásilek přinesla Tasha Keeney na webu ark-invest.com, která analyzovala službu Prime Air společnosti Amazon. [33] Na základě této analýzy jsem se rozhodl pro provedení finanční analýzy využití dronů pro doručování zásilek v České republice. Společností, které by v České republice mohli této službě využívat, je několik ale každá se liší typem doručované zásilky a velikostí své infrastruktury. Po dlouhém zvažování jsem došel k rozhodnutí, že jedinou společností, u které se nechá rozumná analýza nákladů provést, je Alza, i přestože neposkytuje všechna potřebná data. V této finanční analýze budu uvažovat, že se společnost Alza rozhodne pro doručování zásilek pomocí dronů po Praze.



Obrázek 7: Mapa zobrazující pokrytí službou. (červený rádius: Logistické centrum Praha - Horní Počernice, černý rádius: Sklad Praha 7 - Holešovice) Zpracování vlastní, pomocí [34]

Doručování bude probíhat stylem "Ze skladu k zákazníkovi", které jsem uvedl v předešlé kapitole. Alza má jedno velké logistické centrum v Praze - Horních Počernicích a jeden

menší sklad se showroomem a prodejnou v Praze 7 - Holešovicích. Drony budu uvažovat podobného typu jako si dává za cíl Amazon, tedy dolet zhruba do 15 km rádiusu a nosnost kolem 2,3 kg. Na obrázku 7 je mapa pokrytí službou při poloměru 15 km, kde je jak v černém kruhu pokrytí skladem v Holešovicích, tak v červeném kruhu pokrytí logistickým centrem v Horních Počernicích. Na mapě je vidět, že je pokryta skoro celá oblast Prahy. Dále vidíme, že obě logistická centra jsou v doletové vzdálenosti a může na nich probíhat mezipřistání, či doplňování zásob drony. [35] Pro přehlednost jsou pak všechny níže uvedené náklady vyplývající z analýzy uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Přehled nákladů. Zdroj: vlastní

Odhadované náklady na službu				
Náklady	Produkt	Cena (Kč)	Množství	Cena celkem (Kč)
Počáteční	Infrastruktura	3,6 milionů	1	3,6 milionů
	Drony	120 000	144	17,28 milionů
	Extra baterie	6 000	180	1,08 milionu
Celkem počáteční				21,96 milionů
Provozní	Operátor	600 000 ročně	35	21 milionů ročně
	Mobilní internet	10 000 ročně	120	1,2 milionu ročně
	Údržba	-	-	3,18 milionů ročně
	Elektrická energie	5 za kWh	52 560	262 800 ročně
Celkem provozní				25,64 milionů ročně

6.1 Počáteční investice

U počáteční investice je potřeba stanovit několik věcí jako jsou náklady na předělání současné infrastruktury, aby bylo možné doručovat pomocí dronů. Dalšími body jsou stanovení velikosti letky dronů a počet náhradních akumulátorů. Nejdříve začnu se stanovením velikosti letky dronů, kde odvodím potřebná data pro stanovení dalších nákladů.

6.1.1 Letka dronů

Letku dronů stanovím na základě odhadu počtu objednávek v Praze. Alza na svých internetových stránkách uvádí, že za rok 2015 vyřídila 5 milionů objednávek. Avšak je potřeba počítat s tím, že v těchto objednávkách je jak celá Česká republika, tak Slovensko a další země, kde Alza také nabízí své produkty. Dále je uvedeno, že obrat za rok 2015 činil 14,5 miliardy korun bez DPH a že se očekává překročení miliardové hranice u prodeje do dalších zemí. Z toho plyne, že český trh představoval obrat zhruba 13,5 miliardy. Pokud uvážím, že obrat je proporční s počtem objednávek, tak z České republiky plynulo zhruba 4,66 milionů objednávek. [36]

Zbývá tedy stanovit počet objednávek v Praze. Zde vycházím z toho, že firma s takovým obratem bude mít jistě podrobnou analýzu toho, odkud její objednávky pocházejí. Na základě těchto informací má tedy vybudovanou svojí síť prodejen a alzaboxů, která co nejlépe pokrývá všechny objednávky. V České republice má Alza celkově 33 prodejen a 45 alzaboxů, v Praze z toho počtu je 6 prodejen a 26 alzaboxů. Jelikož alzaboxy umísťuje společnost nejspíše tam, kde poptávka není až tak vysoká oproti prodejnám, tak pro můj výpočet jsem stanovil alzaboxům váhu objemu objednávek 0,5 a prodejnám 1. Z toho dostanu hodnotu 55,5 pro Českou republiku a 19 pro Prahu, tedy v Praze je něco přes třetinu z celkového počtu objednávek pro Českou republiku. Konkrétně je toto číslo 1,59 milionů objednávek. To dělá v průměru 4356 objednávek denně. Jelikož Alza nabízí i mnoho zboží, které váží nad 2,3 kg, odhadoval bych, že celkový podíl zboží vhodného pro transport dronem bude okolo 80 %. Předpokládám totiž, že tento podíl bude menší jak u Amazonu, kde čítá kolem 90 %. [30] Celkový počet objednávek vhodných pro přepravu dronem je tedy 3485 denně.

Společnost Matternet, která síť dronů provozovala v Africe, uvádí, že cesta na 10 km s 2kg nákladem trvala v průměru 15 minut. Mimo jiné cena dronu, kterého tato společnost použila, je kolo 120 000 Kč a cena jedné stanice s nabíjením je zhruba 100 000 Kč. [32] Dále uvažuji, že služba by fungovala přes den od 7 hodin do 22 hodin a průměrná vzdálenost na kterou by se létalo je 8 km s dobou letu 12,5 minut. Poslední věcí je doba na výměnu baterie a nakládku zboží, která by představovala zhruba 5 minut, ale v praxi by se tento proces nechal zvládnout rychleji. Za těchto podmínek zvládne dron vyřídít zhruba 30 objednávek denně. Při počtu 3485 objednávek denně je potřeba kolem 120

dronů. Je nutné také přidat několik náhradních dronů, které budou nahrazovat rozbité nebo opravované drony, či se připojí v nákupní špičce do doručování objednávek. Tento nárůst by byl o 20 % z potřebné letky, tedy 24 dronů. Pokud každý dron bude stát 120 000 Kč, tak celkové náklady na letku představují 17,28 milionů Kč.

6.1.2 Infrastruktura

Z infrastrukturního hlediska je potřeba rozšířit nebo vyčlenit místo pro nakládku zboží, dále místo pro nabíjení a parkování dronů. Tato místa se pak musí vybavit potřebným zařízením. Čas vyčleněný na výměnu baterií a nakládku zboží je 5 minut. Když každý dron za den vyřídí 30 objednávek, tak výměnou baterií a nakládkou zboží stráví denně 2,5 hodiny. Při počtu 120 aktivních dronů a provozní době 15 hodin bude potřeba pro plynulý provoz minimálně 20 míst pro výměnu baterií a nakládku zboží. Pokud použijeme podobné stanice jako již zmiňovaná společnost Matternet, tak po provedení drobných úprav pro potřeby společnosti by se cena jedné stanice mohla pohybovat kolem 150 000 Kč. Je nutné také uvažovat s výpadkem některé ze stanic a špičkou v objednávkách. Přidáním 20 % z minimálního počtu stanic tak získáme celkem 24 stanic. Celková cena za stanice bude představovat 3,6 milionů Kč.

6.1.3 Výměnné baterie

Aby dron mohl operovat po dobu služby prakticky bez přestání, tak je potřeba aby se po každém doručení vyměnila vybitá baterie za nabitou. Jelikož dron bude létat na velké vzdálenosti, tak bude potřeba vysokokapacitní LiPo baterie. Cena jedné takové je kolem 6 000 Kč. [37] Tyto baterie by se měli nabít na plnou kapacitu během jedné hodiny. Je možné zkrátit dobu nabíjení i na 30 minut ale bateriím to neprospívá. Bude potřeba okolo 180 baterií, když počítáme s tím, že na průměrné vzdálenosti se tolik baterie nevybije. Celková cena za výměnné baterie je 1,08 milionu Kč.

6.2 Provozní náklady

Provozní náklady se skládají z operátorů, kteří budou muset na drony dohlížet a případně s nimi manuálně přistávat. Dále jsou provozní náklady tvořeny mobilním interne-

tem, kterým každý dron bude muset disponovat, aby mohl streamovat video z kamery pro případné manuální přistání. V poslední řadě musíme do provozních nákladů započítat náklady na údržbu infrastruktury a dronů, ale také náklady na elektřinu pro dobíjení baterií dronů.

6.2.1 Operátoři

Operátoři musí projít školením a poté dohlíží na průběh doručování. V případě, že si dron neví rady, tak můžou manuálně zasáhnout do řízení. Počítá se s tím, že na počátku této služby jich bude potřeba. Analýza Tashy Keeney počítá s jedním operátorem na 10-12 dronů. Z toho také budu vycházet. Pracovní doba dronů je 15 hodin a to znamená, že bude dvousměnný provoz. Každý operátor se bude starat o 12 dronů. Na každý den bude potřeba 20 operátorů ale k tomu ještě musíme připočítat náhradní operátory. Navíc každý operátor nebude pracovat 7 dní v týdnu, takže celkově bude potřeba zaměstnat zhruba 35 operátorů. Průměrná měsíční mzda za 1. čtvrtletí roku 2016 v Praze činila 32 934 Kč. [38] K tomu ještě připočítáme 35 % z této částky a dostaneme tzv. superhrubou mzdu 44 461 Kč. Řekněme, že operátor bude muset mít ještě školení a certifikaci pro bezpilotní systémy, takže se touto specializací posune v platové třídě trochu výše a náklady na jednoho operátora tak odhaduji na 50 000 Kč měsíčně. Ročně jsou náklady na jednoho operátora 600 000 Kč a na všech 35 operátorů 21 milionů Kč.

6.2.2 Mobilní internet

Proto, aby mohl operátor s dronem manuálně přistát, je potřeba spojení s dronem na velkou vzdálenost. Nejvýhodnější je asi využít mobilní internet, kterým je pokryta prakticky celá Praha. Operátor potřebuje aby mu dron streamoval video z kamery a na druhou stranu do dronu se zas musí dostat řídicí signály. Pokud uvážíme, že objem dat by byl do 20 GB za měsíc, tak cena takového tarifu je zhruba 830 Kč měsíčně. [39] Pro 120 dronů na rok to představuje skoro 1,2 milionu Kč.

6.2.3 Údržba infrastruktury a dronů

Náklady na údržbu infrastruktury a dronů převezmu od Tashy Keeney. Ta uvádí cenu na údržbu infrastruktury jako 10 % z pořizovací ceny ročně. Cena za údržbu a opravu dronů je stanovena jako 20 % z jejich pořizovací ceny ročně. Toto procento je stanoveno na základě podílu nehod dronů z celkového počtu letů. V našem případě tedy budou náklady na aktivně využívanou infrastrukturu představovat 300 000 Kč ročně a na aktivně využívané drony 2,88 milionů Kč ročně. Celkově 3,18 milionů Kč ročně.

6.2.4 Elektrická energie

Pro výpočet nákladů na elektrickou energii budeme počítat s horší variantou a to, že každý dron baterii plně vybije. Každý aktivní dron provede za den 30 letů a tedy bude potřeba plně nabít 360 baterií. To u zvoleného typu baterií představuje denně ca. 144 kWh za všechny baterie. Po sečtení všech složek, které tvoří cenu energie, vychází jedna odebraná kWh zhruba na 5 Kč. Celkově bude elektrická energie na dobíjení baterií stát kolem 263 000 Kč ročně. [40]

6.3 Zisky a doba návratu investice

Aby Alza pokryla provozní náklady, tak cena služby bude muset být při průměrných 3485 denních objednávkách minimálně 20,16 Kč. Alza si v současné době účtuje dopravné na prodejnu 30 Kč a do Alzaboxu 49 Kč. Pokud by doručování pomocí dronů stálo 30 Kč, tak by odhadované tržby činily 38,16 milionů Kč ročně. Po odečtení provozních nákladů by roční zisk představoval 12,52 milionů Kč.

Pro stanovení doby návratnosti investice se využívá mnoho metod. Já jsem zvolil metodu výpočtu prosté doby návratnosti. To je definováno jako doba, za kterou peněžní příjmy z investice vyrovnají počáteční investiční výdaje.

$$\text{Doba návratnosti v letech} = \frac{\text{Investiční výdaje}}{\text{Roční zisk služby}} = \frac{21,96 \text{ milionů Kč}}{12,52 \text{ milionů Kč}} = 1,76$$

Z toho plyne, že počáteční investice 21,96 milionů Kč by se za stanovených předpokladů vrátila za méně než dva roky.

6.4 SWOT analýza

V této části práce se zaměřím na silné a slabé stránky dané doručovací služby. Ale také uvedu příležitosti a hrozby, kterých může tato doručovací služba využít nebo naopak se jich musí vyvarovat.

6.4.1 Silné stránky

Za cenu stejnou jako je doručení na prodejnu má tato služba mnohem více výhod. Je daleko rychlejší než doručení na prodejnu nebo alzaboxu, kam je objednané zboží většinou dopravováno párkrát za den. Zákazník pro objednané zboží nemusí chodit daleko a je mu doručeno prakticky až do domu. To přináší časovou úsporu, díky které budou zákazníci s celkovým nákupem více spokojenější. Navíc také ušetří peníze, jelikož je tato služba levnější než doručení pomocí běžné doručovací služby. I přestože se pražská doprava bude potýkat s velkou mírou kongescí, tak zákazník stále může počítat s tím, že mu zásilka ve stanovený čas bude doručena na určeném místě.

Při pokrytí Prahy touto službou není potřeba tolik alzaboxů, které tak mohou být umístěné v lokalitách, kde se jejich použití teprve plánuje a nemusí se tolik investovat do nových. Navíc se sníží vytíženost řidičů a vozidel pro doručování na prodejnu nebo alzaboxu. Zde může dojít k úsporám, jelikož doprava po městě je značně nákladná jak na spotřebu paliva, tak na amortizaci vozu. S tímto bodem také souvisí i zmenšení negativního vlivu na životní prostředí, na které se v dnešní době příkládá důraz a posune vnímání této společnosti o kus výše.

6.4.2 Slabé stránky

Jedním z problémů, se kterým se bude doručování po Praze potýkat, je doručování do centra města. Zde ve většině případů není možné předat zásilku přímo zákazníkovi. Většina domů v této lokalitě má zkosenou střechu a jsou bez zahrady nebo balkónu. Je tedy potřeba předat zásilku na ulici, na které však bývá mnoho chodců. Zde je zapotřebí vyčlenit místa pro předání zásilek. Ty buď mohou být zřízená veřejně nebo v horším případě na náklady společnosti, což se ovšem promítne do velikosti počáteční investice.

Pokud je špatné počasí se silným větrem, tak se jednak zmenšuje vzdálenost, kterou dron může uletět, ale také se zvyšuje riziko havárie dronu a je tedy lepší vůbec nelétat. V České republice naštěstí nejsou takové situace moc časté. Dalším činitelem, který ohrožuje vzlet dronů, jsou silné sluneční aktivity, které do značné míry ovlivňují přesnost GPS a mohlo by se tak stát, že dron zabloudí nebo doručí zboží jinam než má.

Důležitým aspektem je i dolet dronů. Oblast, kterou drony mohou obsloužit je omezena jak výdrží baterky, vahou zásilky a povětrnostními podmínkami, tak i bezletovými zónami. Do méj analýzy jsem pro zjednodušení nezahrnul zakázaný prostor o poloměru 1,11 km, který se nachází nad Pražským hradem. Dále se nad městem mohou vyskytnout dočasné bezletové zóny, se kterými bude potřeba při používání dronů pro doručování počítat. Bude nutné je přidávat a odebírat z letového plánu.

Přestože z analýzy vyšlo, že investice do této služby bude zisková, tak je stále nutné počítat s nejasnou návratností investice. Je mnoho faktorů, které výsledné náklady mohou ovlivnit a v této fázi se nedají plně podchytit. Takže o výsledné návratnosti investice rozhodne až budoucí reálný provoz této služby.

6.4.3 Příležitosti

Jako hlavní příležitost vidím, že rozšířením této služby do dalších velkých českých měst, jako je Brno nebo Ostava, dojde k velkému nárůstu objednávek a upevnění si postavení na trhu. Společnost se začíná v posledních pár letech rozrůstat i do zahraničí, kde by tato služba mohla dopomoci k vybudování si jména a postavení na tamějším trhu. Celkově by rozšíření této služby mohlo pomoci k rychlejší expanzi společnosti na evropském trhu a dřívějšímu naplnění dlouhodobých cílů.

Tento typ služby bude po zavedení z hlediska marketingu velice úspěšný, jelikož jako novinka se objeví ve velkém množství médií. Pokud se této příležitosti využije a vypracuje se marketingová kampaň, která bude stavět na mediální popularitě, tak bude možné přitáhnout mnoho nových zákazníků, kteří si ze zvědavosti budou chtít službu vyzkoušet. Velké procento těchto nových zákazníků, pak při dalších nákupech u této společnosti zůstane.

Za jednu z dalších příležitostí bych považoval, že s vývojem stále propracovanějšího softwaru bude možné v budoucnu počet operátorů dále redukovat. Ale nejde jen o soft-

ware ale také o to, že s postupem času bude přibývat oblastí, kde se dron naučí přistávat a operátoři nebudou díky tomu tolik vytížení. Jelikož plat operátorů představuje největší položku v provozních nákladech, tak stojí za uvážení, aby hned od začátku služby byly drony schopné se učit podle toho jak je operátor v manuálním režimu řídí a kde konkrétně přistávají.

6.4.4 Hrozby

I přestože jsou počítače v dnešní době čím dál více zabezpečovány, tak stále dochází k jejich napadení počítačovými hackery. Počítačové systémy jsou dnes zabudovány snad ve všech věcech a pokud jsou připojené k internetu, tak jak tomu je například u dronů v této doručovací službě, tak zde existuje riziko jejich ovládnutí a zneužití. Takové napadení systému při medializaci může jednak vyvolat nedůvěru v doručovací službu pomocí dronů, ale také nedůvěru ve společnost, která tuto službu provozuje, jelikož se zákazníci budou obávat, že společnost nemá dostatečné zabezpečení a jsou v ohrožení i jejich osobní údaje. Díky tomu může společnost přijít o mnoho současných i budoucích zákazníků.

Další hrozbu pro tuto službu představuje změna legislativy. Pokud bude legislativně možné tuto službu provozovat a bude docházet k častým a vážným nehodám, tak je pravděpodobné, že se znovu přejde ke starému legislativnímu rámci. To bude znamenat, že počáteční investice přejde v utopené náklady. Hrozbou je také to, jak bude legislativně stanovena odpovědnost za autonomně létající doručovací drony. V případě, že budou odpovědní operátoři, tak bude nutné zlepšit jejich platové a pracovní podmínky vzhledem k jejich vysoké odpovědnosti. Nakonec se může stát, že platy operátorů budou tak vysoké, že tato služba nebude zisková.

Vzhledem k tomu, že je zatím obtížné stanovit kolik bude stát pojištění dronů pro autonomní doručování zásilek, tak bych tuto položku zařadil mezi hrozby. Výše pojištění se bude ve velké míře odvíjet od procenta nehodovosti, které tyto drony při doručování budou mít. Pokud toto procento bude velké, bude se i pojištění pohybovat hodně vysoko. Pojištění se tak může stát celkem podstatnou položkou v provozních nákladech.

6.5 Zhodnocení

Na tomto praktickém příkladu je vidět, že doručovací služba pomocí dronů má velký komerční potenciál pro svoji rychlost a malou nákladnost. Tato služba nepochybně zkvalitní doručovací službu a přispěje tak k větší spokojenosti koncových zákazníků. V analýze jsem neuvedl některé aspekty, které se podílejí na konečných nákladech na službu a nejsem schopen je rozumně stanovit nebo dohledat. Ale jsem přesvědčen, že hlavní a nejdůležitější položky jsou v analýze zahrnuty. Do analýzy jsem například nezapočítal pojištění bezpilotních letadel, které se vztahuje i na jejich vybavení, kde je cena závislá na hodnotě pojišťovaného stroje, zařízení v podvěsu a na řadě dalších parametrů, jako je spoluúčast, kategorie dronu, zkušenosti pilota a podobně. Dále je obtížné stanovit počet rezervních zařízení, kde vhodný počet ukáže až skutečný provoz. Nicméně jsem se snažil stanovit rozumné procento, které se odvíjelo od nákladů na údržbu a opravu dronů. V poslední řadě není zatím z vývoje této služby jasné, jak bude probíhat doručování do center měst a zda proto bude potřeba vybudování infrastruktury.

Z analýzy je vidět, že konečné provozní náklady jsou závislé hlavně od počtu a platu operátorů. To je důležitá položka, která rozhoduje o tom, jak moc velký bude zisk nebo případná ztráta. Při současném vývoji technologie však můžeme do budoucna počítat s tím, že operátoři časem nebudou potřeba nebo se jejich počet vztažený na letku dronů bude zmenšovat. Dále stojí za povšimnutí relativně malé náklady na provoz dronů v porovnání se zbylými provozními náklady. Nemalý vliv bude mít tato služba na zkvalitnění životního prostředí, které bude vlivem elektricky napájených dronů méně znečištěné.

7 Závěr

Zpracování bakalářské práce mi přineslo možnost se podrobněji seznámit s bezpilotními letadly a komerčním prostředím, které je v dnešní době obklopuje. To společně s nastudováním legislativních pravidel přispělo k lepšímu pochopení dále rozvinuté problematiky využití dronů pro doručování zásilek, jak z obecného hlediska současného vývoje, tak z finančního a investičního hlediska.

V průběhu hledání podkladů pro tuto práci jsem se seznámil s mnoha zajímavými druhy dronů, které nejenže létají ale také jezdí, plavou, potápí se a využívají různých kombinací pohonů a konstrukcí. Jakožto nadšence, který si malého drona s pomocí 3D tiskárny také postavil, mě tyto získané informace velice nadchly. To samé překvapení na mě čekalo v sekci využití dronů, kde jsem objevil drony, které sprejují nebo jich sto na nebi synchronně zatančí. Bohužel jsem neměl prostor se těmito využitím věnovat.

Ukázalo se, že využití dronů, co do fantazie, nezná mezí, ale jen některá využití mají skutečný komerční potenciál. Avšak tomuto potenciálu v mnoha případech brání legislativa, která umožňuje ve většině států jen omezené aplikace dronů. Každopádně i legislativa prochází vývojem a v brzké době můžeme čekat legislativní změny v této oblasti, které mohou otevřít brány širšímu využití dronů.

Konkrétně u doručovací služby pomocí dronů je omezení způsobeno tím, že dle legislativy ve většině zemích musí mít pilot s dronem přímý vizuální kontakt. Nicméně vývoj této služby probíhá alespoň na experimentální a výzkumné úrovni. Mnoho společností již představilo svůj koncept a je tedy možné nahlédnout, jakým směrem se tato služba bude pravděpodobně ubírat.

Při finanční analýze, která byla provedena z dostupných dat, se ukázalo, že doručovací služba pomocí dronů má velký potenciál se na trhu uplatnit. Dobře si vede také návratnost počáteční investice do této služby, která je v mém příkladě do dvou let. Tím je možné posunout doručování zásilek na novou úroveň, kde zákazník nebude čekat dny či hodiny, ale jen minuty. S tím samozřejmě také souvisí větší spokojenost, úspora času a financí.

Kritickým bodem této služby jsou operátoři, kteří přinášejí do budoucna jak příležitosti, tak hrozby. Je možné, že v budoucnu se drony naučí na základě manuálního řízení

operátorem zvládat komplikovaná přistání a díky tomu se počet potřebných operátorů bude postupem času snižovat. Nebo bude na operátory uvalena taková zodpovědnost a s tím související platové ohodnocení, že z finančního hlediska nebude tato služba zisková.

Při zadávání bakalářské práce jsem byl ještě na počátku poznávání tohoto tématu. Při vypracování se ukázalo, že vzhledem k tomu jaký je trend ve vývojové fázi doručovací služby pomocí dronů, tak původní předpoklad na využití lokačních úloh nebyl nutný. Umístění dep společnosti na optimální místo by bylo nákladnější než využití současného zázemí, které navíc splňuje předpoklad na pokrytí obsluhovaného území. Vzhledem k tomu, že dron se zásilkou letí ze skladu přímou čarou k zákazníkovi, tak zde odpadá nutnost optimalizovat trasu. Dále literatura uvedená na zadání bakalářské práce se ukázala, že mi k tomuto tématu mnoho nepoví. Ale poskytla alespoň některé informace, které mi pomohly k lepšímu pochopení logistického fungování společností a tím zvolení vhodného kandidáta pro finanční analýzu.

Vypracování této práce bylo pro mě velkým přínosem v mnoha aspektech. Nejenže jsem se více seznámil s tématem, které mě baví a o které se zajímám, ale také jsem si rozšířil obzory co do technické stránky psaní akademických prací. Věřím, že nashromážděné informace, vzhledem k rychlému vývoji sektoru bezpilotních letadel a jejich využití, zúročím ať už při dalším studiu nebo v pracovním životě. Každopádně tuto oblast zájmu osobně pokládám za jeden ze základních kamenů pro rozvoj lidstva v tomto století.

Literatura

- [1] CRAIGI. 2016 Overview of the Civilian Drone Market. *Droneflyers.com*. [online]. 11.1.2016 [cit. 2016-07-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.droneflyers.com/2016/01/2016-overview-of-the-civilian-drone-market/>>.
- [2] DRONICZ. Kvadrokoptéra nebo octocoptéra? Proč je počet vrtulí důležitý a kdy je na škodu?. *Droni.cz*. [online]. 20.7.2016 [cit. 2016-07-30]. Dostupné z WWW: <<https://www.droni.cz/kvadrokoptera-octocoptera-dron/>>.
- [3] NEDVĚDICKÝ, Jan. *Diplomová práce: Systém stabilizace letu vícerotorového létajícího prostředku*. Brno, 2014. s. 11-13.
- [4] SMASHINGDRONES. Hexacopters, Quadcopters and Octocopters – What is the Difference? *SmashingDrones.com*. [online]. 21.10.2015 [cit. 2016-07-30]. Dostupné z WWW: <<http://smashingdrones.com/hexacopters-quadcopters-and-octocopters-what-is-the-difference/>>.
- [5] LASNOVSKÝ, Lukáš. *Bakalářská práce: Sociální funkce dronů a jejich využití ve veřejném prostoru*. Brno, 2016.
- [6] TOP10DRONE. Top 5 Best Drone With Wheels – 2016. *Top10drone.com*. [online]. 7.2.2016 [cit. 2016-07-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.top10drone.com/top-5-best-drone-with-wheels/>>.
- [7] ENGINEERX. Flimmer: The flying, swimming drone. *Diydrones.com*. [online]. 2.9.2015 [cit. 2016-07-31]. Dostupné z WWW: <<http://diydrones.com/profiles/blogs/flimmer-the-flying-swimming-drone>>.
- [8] BUSSING, Kim. A Drone That Can Fly And Swim? Sweet!. *Dogonews.com*. [online]. 18.2.2016 [cit. 2016-07-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.dogonews.com/2016/2/18/a-drone-that-can-fly-and-swim-sweet>>.
- [9] LISZEWSKI, Andrew. This Hybrid Quadcopter Drone Can Take Off and Land Vertically. *Gizmodo.com*. [online]. 21.3.2013 [cit. 2016-07-31]. Dostupné z WWW: <<http://gizmodo.com/this-hybrid-quadcopter-drone-can-take-off-and-land-vert-1177032394>>.

- [10] HORČÍK, Jan. Hybridní dron létá 100 km/h a unese 5 kg zátěže. *Hybrid.cz*. [online]. 29.5.2015 [cit. 2016-07-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.hybrid.cz/hybridni-dron-leta-100-kmh-unese-5-kg-zateze>>.
- [11] Doplněk X předpisu L2 o bezpilotních systémech ze dne 4.12.2014 . *Letecká informační služba*. [online]. [cit. 2016-07-30]. Dostupné z WWW: <<http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>>.
- [12] Uživatelé dronů - Pozor na předpisy! *Techmagazín*. Prosinec 2015. str. 52. ISSN 1804-5413.
- [13] Ground Station Software for Real Estate. *Gizmodo.com*. [online]. [cit. 2016-08-01]. Dostupné z WWW: <<https://www.ugcs.com/en/applications/ground-station-software-for-real-estate>>.
- [14] Unmanned aerial vehicles in logistics. *Dhl.de*. [online]. 2014 [cit. 2016-08-07]. Dostupné z WWW: <https://www.dhl.de/content/dam/dhlde/images/ueber_uns/content/dhl_trend_report_uav.pdf>.
- [15] COUDY. Zajímavé využití dronů v praxi. *Magazin.stahuj.centrum.cz*. [online]. 1.7.2015 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z WWW: <<http://magazin.stahuj.centrum.cz/zajimave-vyuziti-dronu-v-praxi/>>.
- [16] BARTOŠKA, Jan. ČZU opět zachraňuje srnčata. *pef.czu.cz*. [online]. 30.5.2015 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z WWW: <<https://www.pef.czu.cz/cs/r-7011-projekty-a-spoluprace-s-praxi/r-10179-aktuality-projektu-a-spoluprace-s-praxi/i-22948-czu-opet-zachranuje-srncata.html>>.
- [17] ANDERSON, Chris. Agricultural Drones. *technologyreview.com*. [online]. 2014 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z WWW: <<https://www.technologyreview.com/s/526491/agricultural-drones/>>.
- [18] POGUE, David. Press Release: Exclusive: Amazon Reveals Details About Its Crazy Drone Delivery Program. *Yahoo.com*. [online]. 18.1.2016 [cit. 2016-08-02]. Dostupné z WWW: <<https://www.yahoo.com/tech/exclusive-amazon-reveals-details-about-1343951725436982.html>>.

- [19] Press Release: DHL parcelcopter launches initial operations for research purposes. *Dhl.com*. [online]. 24.9.2014 [cit. 2016-07-31]. Dostupné z WWW: <http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2014/group/dhl_parcelcopter_launches_initial_operations_for_research_purposes.html>.
- [20] Rakuten to Launch “Sora Raku” Delivery Service Utilizing Drones. *Global.rakuten.com*. [online]. 25.4.2016 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z WWW: <http://global.rakuten.com/corp/news/press/2016/0425_01.html>.
- [21] United States Patent. Automated package delivery to a delivery receptacle. Číslo patentu: US 9,244,147 B1. *United States Patent and Trademark Office*. [online]. 26.1.2016 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=09244147&IDKey=80C8A951450D&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect1%3DPT02%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnethtml%25252FPT0%25252Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%25>>.
- [22] GROTHAUS, Michael. This is How Google's Project Wing Drone Delivery Service Could Work. *Fastcompany.com*. [online]. 27.1.2016 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.fastcompany.com/3055961/fast-feed/this-is-how-googles-project-wing-drone-delivery-service-could-work>>.
- [23] LEVIN, Alan. Alphabet's Project Wing Delivery Drones to Be Tested in U.S. *Bloomberg.com*. [online]. 2.8.2016 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.bloomberg.com/politics/articles/2016-08-02/google-s-project-wing-delivery-drones-to-be-tested-at-u-s-site>>.
- [24] ROSTON, Brittany A. Google Project Wing drone delivery testing will take place in US. *Slashgear.com*. [online]. 2.8.2016 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.slashgear.com/google-project-wing-drone-delivery-testing-will-take-place-in-us-02450480/>>.
- [25] Amazon Prime Air. *Amazon.com*. [online]. [cit. 2016-08-02]. Dostupné z WWW: <<https://www.amazon.com/b?node=8037720011>>.
- [26] DHL Parcelcopter 3.0. *Dpdhl.com*. [online]. 9.5.2016 [cit. 2016-08-01]. Do-

stupné z WWW: <http://www.dpdhl.com/en/media_relations/specials/parcelcopter.html>.

- [27] PETROVA, Magdalena. DHL's latest model drone can speed package delivery to remote areas. *Computerworld.com*. [online]. 10.6.2016 [cit. 2016-07-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.computerworld.com/article/3082652/robotics/dhls-parcelcopter-is-drone-delivery-in-action.html>>.
- [28] TILLEY, Aaron. UPS Experiments With Drone Delivery In Partnership With Zipline. *Forbes.com*. [online]. 9.5.2016 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.forbes.com/sites/aarontilley/2016/05/09/ups-experiments-with-drone-delivery-in-partnership-with-zipline/#894856975dab>>.
- [29] WANF, Yue. Alibaba Starts Drone Delivery Test In Three-Day Program. *Forbes.com*. [online]. 3.2.2015 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.forbes.com/sites/ywang/2015/02/03/alibaba-starts-drone-delivery-test-in-three-day-program/#53cc3b3c12e1>>.
- [30] Amazon to test drone delivery in partnership with UK government. *The Guardian*. [online]. 26.7.2016 [cit. 2016-08-06]. Dostupné z WWW: <<https://www.theguardian.com/technology/2016/jul/25/amazon-to-test-drone-delivery-uk-government>>.
- [31] WANG, Dan. The Economics of Drone Delivery. *Spectrum.ieee.org*. [online]. 5.1.2016 [cit. 2016-08-04]. Dostupné z WWW: <<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/the-economics-of-drone-delivery>>.
- [32] Our company. *Mttr.net*. [online]. [cit. 2016-08-08]. Dostupné z WWW: <<http://mttr.net/company>>.
- [33] KEENEY, Tasha. How Can Amazon Charge \$1 for Drone Delivery?. *Ark-invest.com*. [online]. 5.5.2015 [cit. 2016-08-11]. Dostupné z WWW: <<https://ark-invest.com/research/drone-delivery-amazon>>.

- [34] Radius Around Point Map. *FreeMapTools.com*. [online]. [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <<https://www.freemaptools.com/radius-around-point.htm?mt=r&r1=50.1228579|14.60780490000002|15|0|3|FF0000&r2=50.10009753431241|14.447611570358276|15|0|3|000000>>.
- [35] Logistika. *Alza.cz*. [online]. [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <<https://www.alza.cz/kariera/logistika-art7657.htm>>.
- [36] Zákazníci utratili u Alzy rekordních 14 miliard korun. *Alza.cz*. [online]. 27.1.2016 [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <<https://www.alza.cz/zakaznici-utratili-u-alzy-rekordnich-14-miliard-korun-art16316.htm>>.
- [37] LiPo Batteries. *Atomikrc.com*. [online]. [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.atomikrc.com/collections/lipo-batteries/100-250+10-000mah-22-000mah>>.
- [38] Průměrné hrubé měsíční mzdy v Praze v 1. čtvrtletí 2016. *Český statistický úřad*. [online]. 6.6.2016 [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <<https://www.czso.cz/csu/xa/prumerne-hrube-mesicni-mzdy-v-praze-v-1-ctvrtletí-2016>>.
- [39] Ceník základních služeb pro firemní zákazníky. *O2.cz*. [online]. 15.8.2016 [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <http://www.o2.cz/file_conver/159641/Cenik_zakladnich_a_volitelných_sluzeb_O2_Mobilni_hlasova_sluzba_pro_firemni_zakazniky_01082016__novy.pdf>.
- [40] WOFF, Petr. Jaká je aktuální cena kWh a MWh elektřiny? *Cenyenergie.cz*. [online]. 22.1.2015 [cit. 2016-08-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.cenyenergie.cz/jaka-je-aktualni-cena-kwh-a-mwh-elektriny/#/promo-ele>>.

Seznam obrázků

1	Základní civilní kategorie dronů. [1]	10
2	Různá uspořádání dronů dle počtu vrtulí (zleva: kvadrokoptéra, trikop- téra, oktakoptéra, hexakoptéra) a směr otáčení jednotlivých vrtulí. [2] . .	13
3	Dron představený na videu Project Wing v roce 2014. [24]	26
4	Dva typy představených dronů služby Amazon Prime Air. [25]	27
5	Druhá [19] a třetí generace [26] Parcelcopter společnosti DHL.	28
6	Provoz v ATZ a prostorech třídy G a E. [11]	31
7	Mapa zobrazující pokrytí službou. (červený rádius: Logistické centrum Praha - Horní Počernice, černý rádius: Sklad Praha 7 - Holešovice) Zpra- cování vlastní, pomocí [34]	36

Seznam tabulek

1	Podmínky pro provoz bezpilotních letadel [11]	30
2	Přehled nákladů. Zdroj: vlastní	37