



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

ÚSTAV LETECKÉ DOPRAVY

Bc. Olga Shiliakova

**BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY V OBLASTI  
ZEMĚDĚLSTVÍ A CHOVU HOSPODÁŘSKÝCH  
ZVÍŘAT**

Diplomová práce

**2018**



**K621..... Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Olga Shiliakova**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Bezpilotní prostředky v oblasti zemědělství a chovu  
hospodářských zvířat**

Název tématu (anglicky): **Unmanned Aerial Vehicles in The Field of Agriculture and  
Livestock Breeding**

### **Zásady pro vypracování**

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

- Vymezení pojmu bezpilotní létající prostředky a jejich obecná využití
- Možnosti využití bezpilotních prostředků v zemědělství a chovu hospodářských zvířat
- Limity a omezující faktory bezpilotních prostředků
- Rizika plynoucí z použití bezpilotních prostředků v zemědělství
- Legislativa týkající se použití bezpilotních prostředků v zemědělství



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: KARAS, J., TICHÝ, T. Drony. Computer Press. Brno 2016.  
Agriculture Archives. sUAS News [online]. Dostupné z: <https://www.suasnews.com/category/the-market/agriculture/>  
AUSTIN, R. Unmanned aircraft systems. UK 2010.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Hůlek**

Datum zadání diplomové 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 diplomové práce: **29. května 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 diplomové práce.

Bc. Olga Shiliakova  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....28. července 2017

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala všem, kteří mi poskytli informace a podklady k vypracování diplomové práce. Zvláště děkuji panu Ing. Davidu Hůlkovi za odborný, precizní a vstřícný přístup a cenné připomínky. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině a blízkým za poskytnuté zázemí a veškerou podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

## Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 29. května 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Alena', written in a cursive style.

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

## BEZPILOTNÍ PROSTŘEDKY V OBLASTI ZEMĚDĚLSTVÍ A CHOVU HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT

diplomová práce

2018

Bc. Olga Shiliakova

### ABSTRAKT

Diplomová práce „Bezpilotní prostředky v oblasti zemědělství a chovu hospodářských zvířat“ se zaměřuje na detailnější využití bezpilotních prostředků v oblasti zemědělství a chovu dobytka. V teoretické části se zabývá vymezením a využitím bezpilotních leteckých prostředků obecně, jejich výhodami a nevýhodami, legislativní stránkou a právními normami. Omezující faktory a případná rizika vztahující se jak na zvířata, tak i na jejich okolí, jsou také součástí práce. Praktická část obsahuje výběr vhodného bezpilotního prostředku pro konkrétní cíl a oblast.

### KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpilotní prostředky, zemědělství, hospodářská zvířata, pastviště, rostliny, rizika, limity, legislativa

# **CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE**

Faculty of Transportation Sciences

## **UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE FIELD OF AGRICULTURE AND LIVESTOCK BREEDING**

Master's Thesis

2018

Bc. Olga Shiliakova

### **ABSTRACT**

The Master's Thesis called "Unmanned Aerial Vehicles in the Field of Agriculture and Livestock Breeding" focuses on the more detailed use of unmanned vehicles in the field of agriculture and livestock breeding. In the theoretical part it deals with the definition and use of unmanned vehicles in general, their advantages and disadvantages, then looks at the legislative aspects and the legal norms. Restricting factors and possible risks for animals and their surroundings are also problematic issues. The practical part focuses on various reasons why to use a special drone specifically for given target and area.

### **KEY WORDS**

Unmanned vehicles, agriculture, livestock, plants, risks, limits, legislation, drone

# Obsah

Obsah.....	6
Seznam použitých zkratek .....	9
Úvod .....	10
1 Bezpilotní prostředky .....	12
1.1 Historie vývoje .....	12
1.2 Vymezení základních pojmů .....	13
1.3 Klasifikace UAV .....	14
1.4 Obecné využití UAV v současnosti .....	16
1.5 Budoucí vývoj a možné oblasti využití bezpilotních prostředků .....	19
1.5.1 Zemědělství .....	20
1.5.2 Hospodářství .....	21
1.5.3 Geodzie a geologie.....	22
1.5.4 Letectví.....	23
1.5.5 Ochrana a bezpečnost.....	24
1.5.6 Pojištění.....	24
2 Využití bezpilotních prostředků v oblasti zemědělství a chovu hospodářských zvířat....	25
2.1 Trendy ve vývoji UAV v zemědělství .....	25
2.2 SWOT Analýza .....	27
2.3 Vhodné UAV .....	28
2.3.1 SenseFly eBee SQ .....	29
2.3.2 Precision Hawk Lancaster 5 .....	30
2.3.3 Trimble UX5.....	31
2.3.4 Yamaha RMAX.....	33
2.3.5 Agribotix Enduro Quad .....	34
2.3.6 Agras MG-1 .....	34
2.3.7 Agri OPTiM.....	35
2.4 Výběr vhodného UAV .....	36



2.5	Model hospodaření zvířat .....	39
2.5.1	Detailnější popis modelu hospodaření .....	42
2.5.2	Výška a rychlost letu UAV.....	43
2.6	Hlavní metody v zemědělství a chovu hospodářských zvířat .....	43
2.6.1	Identifikace objektů .....	44
2.6.2	Veterinární pomoc .....	46
2.6.3	Sazení rostlin.....	47
3	Rizika a limity plynoucí z použití bezpilotních prostředků v zemědělství .....	48
3.1	Použití létajících prostředků v zemědělství .....	48
3.2	Dostupnost .....	48
3.3	Lidský faktor .....	49
3.4	Meteorologické podmínky .....	49
3.5	Legislativa .....	49
3.6	Financování .....	49
3.7	Způsobení škody .....	50
3.8	Konflikty.....	50
3.9	Eliminace rizik.....	51
3.9.1	Školení .....	51
3.9.2	Safety Management pro UAV .....	52
3.9.3	Údržba.....	52
3.9.4	Okolní nebezpečí.....	52
3.9.5	Ochrana soukromí .....	52
3.9.6	Meteorologická nebezpečí .....	53
3.10	Shrnutí kapitoly.....	53
4	Legislativa.....	54
4.1	Doplněk X.....	55
4.2	Hlavní ustanovení .....	56
4.3	Vlastní návrh změny legislativy .....	57
4.3.1	Dohled pilota.....	57

4.3.2	Prostory .....	57
4.3.3	Ochranná pásma .....	57
4.3.4	Shazování nákladu .....	58
4.3.5	Minimální vzdálenosti .....	58
4.4	Shrnutí kapitoly .....	58
	Závěr .....	59
	Seznam tabulek .....	61
	Seznam obrázků .....	62
	Literatura použitá při studiu problematiky .....	63
	Seznam citovaných zdrojů .....	64

## **Seznam použitých zkratek**

AFIS – Aerodrome Flight Information Service

EASA – European Aviation Safety Agency

EWASS – European Week of Astronomy and Space Science

FAA – Federal Aviation Administration (Federální letecká správa)

GNSS – Global Navigation Satellite System (globální družicový polohový systém)

NASA – National Aeronautics and Space Administration (Národní úřad pro letectví a kosmonautiku)

SSSR – Sojuz Sovětskich Socialističeskich Respublik

RPAS – Remotely Piloted Aircraft System (dálkově řízené systémy letadel)

UA – Unmanned Aircraft (bezpilotní letoun)

UAV – Unmanned Aerial Vehicle (bezpilotní vzdušný prostředek)

UAS – Unmanned Aircraft System

ÚCL – Úřad pro civilní letectví

ÚOOÚ – Úřad pro ochranu osobních údajů

## Úvod

Hlavní motivací pro zpracování této práce byla snaha ověřit, jestli lze v praxi využít nové možnosti využívání bezpilotních leteckých prostředků, které mohou zajistit farmářům usnadnění chovu hospodářských zvířat a také i pěstování rostlin a jejich plodů.

Cílem diplomové práce je navrhnout zjednodušení a zároveň zlepšení chovu dobytku na venkově a na rozlehlých a širokých místech pomocí využití bezpilotních prostředků.

V první části této práce se autorka věnuje historii, vymezení základních pojmů a rozdělení bezpilotních prostředků. Dále vysvětluje několik důležitých rolí, které bezpilotní prostředky aktuálně plní. Závěrem první části je vymezení směrů, kterými by se vývoj bezpilotních prostředků měl v budoucích letech rozšířit.

Druhá část se zaměřuje na samotný návrh řešení problematiky, který se skládá z několika segmentů. Jedním z nich je hodnocení různých částí pastviště, což umožní bezpilotnímu prostředku zjistit úroveň poškození a opotřebení jednotlivých stanovišť pastviště, např. ohodnotit stav trávy a oznámit, jestli v dané oblasti rostou jedovaté rostliny nebo zda jsou plodiny poškozené. Tudíž bezpilotní letouny mohou být vybaveny senzory pro odběr vzorků půdy, vody, trávy atd. Další způsob pro využití letounů v praxi je nahnání ztraceného či opožděného zvířete zpět do stáda. Součástí praktické části této diplomové práce je zhodnocení využití bezpilotních prostředků pro vzdálenou kontrolu zdravotního stavu zvířat, protože včasné veterinární ošetření a případná lékařská pomoc mohou zachránit život zvířete. Bzpilotní prostředek může nést injekční stříkačku a následně rychle potřebný medikament aplikovat do kůže tvora. Následujícím využitím bezpilotních prostředků je jejich pomoc při rychlém doručování zboží (droni kurýři doručí objednané léky na farmu v krátkém časovém intervalu nebo odvezou odběry krve do místní kliniky). Existuje mnoho dalších použití bezpilotních prostředků, jejichž využití je zhodnoceno. Pomocí využití laserového dálkoměru a vysoko kvalitní kamery je možné sbírat detaily škody, které budou moci být použité u soudu a u pojišťoven. Bzpilotní prostředky jsou užitečné i při monitorování během ekologických katastrof, např. jsou schopné zajistit karanténu a v průběhu hodnotit stav pastvin v okolí. Samozřejmě ochrana a bezpečnost jsou jedny z nejdůležitějších prvků v dané oblasti, proto bezpilotní prostředky mohou být využívány pro zajištění bezpečnosti v noci díky termokameře, která zabrání přiblížení člověka i dravce ke stádu.

Třetí část této práce řeší legislativní stránku a její případnou úpravu v rámci letů v celé České republice. Patří sem také limity z důvodu ochrany soukromí, omezující faktory z ekonomického hlediska a důležitou roli hraje i rozlehlost samotné farmy či pastviště, reakce zvířat, velikosti bezpilotního prostředku a meteorologické podmínky.

Již dlouhou dobu se využívají bezpilotní prostředky pro zemědělské účely v USA, Číně, Japonsku, Brazílii a v některých evropských zemích. [44] Cíle používání UAV<sup>1</sup> jsou různé, například pro zahnání ptáků, stříkání rostlin na malých oblastech, ochranu proti krádežím, vytvoření terénních map, analýzu dostupnosti všech potřebných živin v rostlinách v rozsáhlých oblastech. [24, 25, 26] UAV lze naprogramovat tak, aby prováděl pravidelné lety a umožňoval zemědělcům monitorovat stav půdy pomocí použití infračervené kamery. UAV mohou také detekovat nemocné rostliny pouze porovnáním jejich barvy, protože zdravé organismy odrážejí více infračerveného záření, na rozdíl od těch, které jsou náchylné k infekcím.

Jak je známo, věda se nikdy nezastaví a vývoj technologií získává dynamiku přibližně každý rok. Nejdůležitější a nestandardní myšlenky a sny se stávají skutečností, ve které dřívější v minulosti spisovatelé sci-fi nemohli ani doufat. Avšak, nejvíce globálních změn a inovací je provedeno v oblasti robotiky a automatizace různých zařízení, od průmyslových strojů až po roboty zastávající lidskou práci a vykonávající vojenské povinnosti.

---

<sup>1</sup> (angl.) Unmanned Aerial Vehicle

# 1 Bezpilotní prostředky

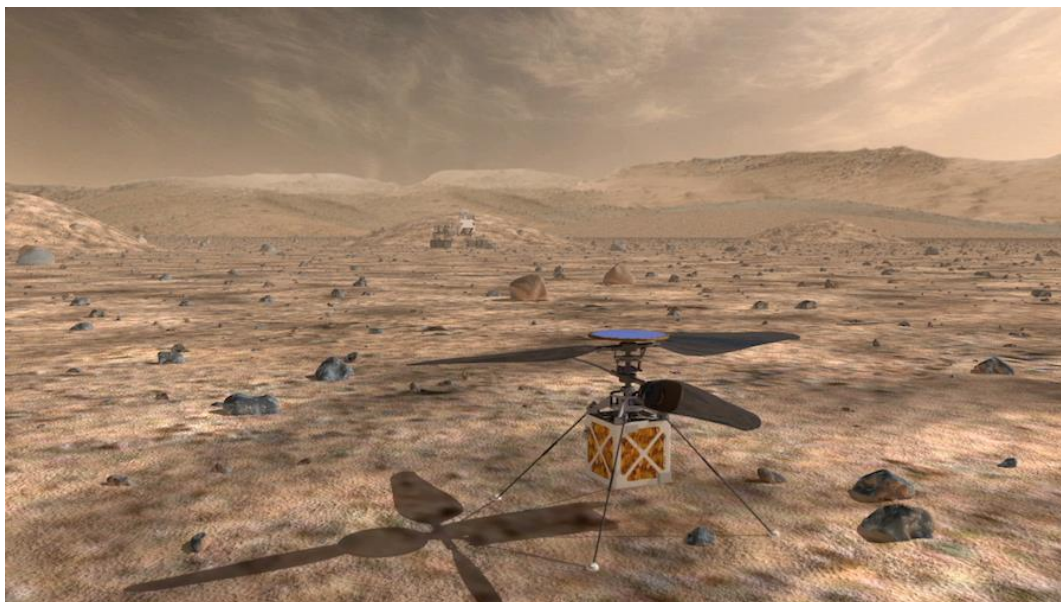
Bezpilotní letecké prostředky každý rok zvyšují svou důležitost ve vojenské i civilní sféře. Takový vývoj této třídy letounů je způsoben řadou specifických výhod, z nichž hlavní je zachování života letové posádky. Kromě toho existují i další důležité pozitivní vlastnosti těchto letounů jako nízké provozní náklady, kompaktnost, účinnost, šetrnost k životnímu prostředí, nízké náklady na pořízení letounů a na jejich údržbu, možnost využití letadel na dlouhé vzdálenosti a rychlá připravenost k vzletu. Je také velkou výhodou, že k UAV existuje mnoho víceúčelových doplňků, které zvyšují a zkvalitňují využitelnost letounů v praxi.

## 1.1 Historie vývoje

Bezpilotní letecký prostředek je letadlo bez posádky na palubě. Historie tvorby bezpilotních vzdušných prostředků začíná nejdříve pro využití na vodě. Na konci 19. století v roce 1899 známý vynálezce, fyzik a inženýr Nikola Tesla navrhl a ukázal veřejnosti jako první na světě loď na dálkové ovládání [4], které si ve vědeckém prostředí všiml úplně každý, a tím dala impuls k rozvoji sféry objektů řízených na dálku. Navzdory zmatenému a šokovanému publiku se už nevyrobily jen dálkově ovladatelné lodě, ale začala se vytvářet i letadla. Vojenský inženýr a vynálezce Charles Kettering inspirovaný úspěchem bratří Wrightů, v roce 1910 navrhl zařízení pro letadla fungujícím na podobném principu jako mechanismus u hodinek pod názvem Kettering „Bug“. [5] Jednalo se o experimentální bezpilotní letecké torpédo, požadované americkou armádou pro bombardování měst, velkých průmyslových center a míst, kde se soustředily nepřátelské jednotky za první světové války. Přestože přístroj byl poměrně úspěšný při testování, první světová válka skončila a projekt zůstal pouze prototypem. Počínaje 30. lety mnoho vyspělých zemí navrhovalo a vyrábělo bezpilotní prostředky primárně pro vojenské použití. Existovaly UAV pro opakovaná použití, na jejichž bázi byly vyrobeny radiově řízené terče pro flotilu Spojeného království. Také v Německu navrhli okřídlenou raketu V1, která se však jako první bezpilotní letecký prostředek používala v reálných bojových operacích a sloužila jako zbraň pro bombardování nepřátelských jednotek. [52] V SSSR byl navržen koncept torpédového nosiče typu křídla a následovně projekt bezpilotního létajícího torpéda s rozsahem letu od 100 kilometrů, ale stejně jako mnoho návrhů zůstaly pouze náčrty a v praxi byly použity minimálně. Ačkoli některé projekty se nepovedly, po 2. světové válce zájem o vyrábění bezpilotních letounů vzrostl. Na začátku 60. let tato součást letectví dostala široké uplatnění v oblasti řešení a plnění úkolů nevojenského charakteru, což přetrvává až do dnes. Civilní bezpilotní létající zařízení se aktuálně používají v oblastech, např. ve sportovních a zájmových závodech bezpilotních prostředků (neboli dronů) [6], v zemědělství pro výsev a zalévání rostlin a jejich plodů, ve stavebnictví pro monitoring a geodetický průzkum, pro vytváření map, plánů a 3D modelů

měst a podniků, v důlním průzkumu pro stanovování objemů důlních děl a skládek. Tato zařízení se také používají k detekci lesních požárů, pro kontrolu a pro rychlou reakci na nouzové situace. Užitečné jsou také ve sportovním sektoru, a to přesněji pro natáčení sportovních akcí, reklam. V současnosti jsou využívána i jako aerotaxi [7].

O bezpilotních prostředcích se dost často hovoří v novinách a v televizi, obzvláště se to týká bezpilotních letounů, které se využívají ve vojenském a výzkumném sektoru. Například snížení rozpočtu NASA vedlo k tomu, že se vědci začali věnovat návrhu dálkově ovladatelné výzkumné sondy. [8] Vědci pokračují ve využívání robotů mimo Zemi nadále. V roce 2020 by na Marsu měl pravděpodobně přistát speciálně navržený a vyrobený dron, který bude přizpůsoben environmentálním podmínkám panujícím na této planetě a také bude vybaven příslušným vybavením sloužícím k vědeckým účelům. (viz Obrázek 1). Nicméně bezpilotní prostředky se stávají také více a více populární i v nejrůznějších oblastech civilního života.



**Obrázek 1. Vrtulníkový UAV na Marsu v roce 2020 [8]**

## **1.2 Vymezení základních pojmů**

Kdybychom si představili auto bez řidiče nebo letadlo bez pilota, v nichž se lidská práce vyměňuje za počítač, tak to je právě dron<sup>2</sup>. Mělo by být řečeno, že dron není oficiální název tohoto létajícího zařízení, protože podle překladu z anglického jazyka dron znamená trubec, což pravděpodobně souvisí se bzučením včely. Stejně jako včela bezmyšlenkovitě plní své úkoly pod vedením královny, tak i bezpilotní prostředek se řídí pilotem na dálku nebo se před

---

<sup>2</sup> (hovor.) Bepilotní letadlo neboli letadlo bez posádky (angl. Drone)

letem nastaví v autonomním režimu. [53] Podle leteckého předpisu L2<sup>3</sup> je autonomní letadlo bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu ani přítomnost člověka na palubě. [3] Termín UA<sup>4</sup>, bezpilotní letadlo, je pouze označení pro dané letadlo. Pro oficiální název dronu se používá zkratka UAV, což znamená bezpilotní létající prostředek. Místo odborného názvu UAV může být používán širší odborný termín bezpilotního prostředku UAS<sup>5</sup>, bezpilotní samočinný systém, který zahrnuje samotný létající prostředek čili UAV, řídicí systém, prostředky dálkové komunikace a ovládací zařízení pro vypuštění a návrat, počítač, inerciální měřicí jednotku, speciální software a přístroj pro práci se signálem GNSS [9]. Pojem RPAS<sup>6</sup> znamená označení pro letecké systémy a prostředky, které fungují na základě dálkového ovládní. Pro bezpilotní letouny existuje také všeobecná klasifikace podle hodnot hmotnosti. Například MAV<sup>7</sup> se používá pro bezpilotní letouny váhou méně než 1 g. Podle FAA<sup>8</sup> je sUAS<sup>9</sup> akronymem UAV, což se používá v případě bezpilotního prostředku, kde je váha menší než 25 kg. Zatímco UAV je více použitelným pro letouny s váhou nad 25 kg. [10]

### 1.3 Klasifikace UAV

Koncepty bezpilotních létajících zařízení jsou různorodá, počínaje lehkými malými letadly, vrtulníky, stroji s více než jednou vrtulí až po klasické letouny. Bepilotní prostředky lze dělit několika způsoby. První specifikace UAV je ta, zda se používají v civilní či vojenské oblasti. V této práci se autorka zabývá problematikou pouze civilní složky letectví, proto bude vymezena primárně jen tato oblast. Existuje velmi mnoho různých klasifikací bezpilotních prostředků bez posádky, jako například klasifikace podle funkce neboli účelu létání, kategorie vybavení, typu řídicího systému, principu letu, režimu řízení, typu křídla (či bez křídel, jen s vrtulí), směru vzletu a přistání, druhu vzletu a přistání, typu motoru nebo podle palivového systému. [1, 2, 22] Rozdíl mezi civilní a vojenskou využitelností UAV je ta, že vojenské bezpilotní prostředky plní funkce sledování, transportování, bombardování, průzkumu, rozhlasového vysílání, vojenské inteligence, imitace cíle neboli terče a zničení cíle ve vzduchu.

---

<sup>3</sup> Letecký předpis L2, Doplněk X – Bepilotní systémy

<sup>4</sup> (angl.) Unmanned Aircraft

<sup>5</sup> (angl.) Unmanned Aircraft System

<sup>6</sup> (angl.) Remotely Piloted Aircraft Systems

<sup>7</sup> (angl.) Micro Air Vehicle

<sup>8</sup> Federal Aviation Administration

<sup>9</sup> (angl.) Small UAS



Bezpilotní letadla můžeme dělit nejen podle funkce a účelů, ale také podle velikosti, konstrukce, ovládání a konfigurace.

Dělení UAV podle konstrukce: [1]

- Multikoptéra
- Bezpilotní letoun
- Bezpilotní vrtulník
- Samokřídlo
- Vzducholodě
- Balóny
- Ostatní

Dělení multikoptér podle počtu vrtulí: [22]

- Jednorotorová konstrukce
- Dvourotorová konstrukce
- Třírotorová konstrukce
- Quadroptéra
- Hexakoptéra
- Oktokoptéra

Dělení podle ovládaní: [1]

- Autonomní
- Automatické
- Manuální

Autonomní ovládání funguje na základě umělého intelektu a umí pracovat bez zásahu člověka. Automatické ovládání je založeno na programování, které je zapotřebí zapínat a vypínat člověkem, podobně jako autopilot.

Dělení podle typu pohonu UAV: [2]

- Elektrický
- Spalovací
- Proudový
- Raketový
- Ostatní (např. vodík)

## 1.4 Obecné využití UAV v současnosti

Jak bylo zmíněno výše, lze bezpilotní prostředky využít nejen pro vojenské účely, ale také pro civilní. Jejich největšími výhodami jsou nižší cena, větší dolet a vytrvalost letu, eliminace rizika nebezpečí posádky, nižší náklady na výcvik a provoz, menší počet technického personálu a samozřejmě i víceúčelové využití. V následující tabulce (viz Tabulka 1) jsou uvedeny současné sféry využití bezpilotních prostředků v civilní složce a dále i jednotlivé příklady k nim.

**Tabulka 1. Příklady obecného využití UAV**

Zdroj: vlastní úprava

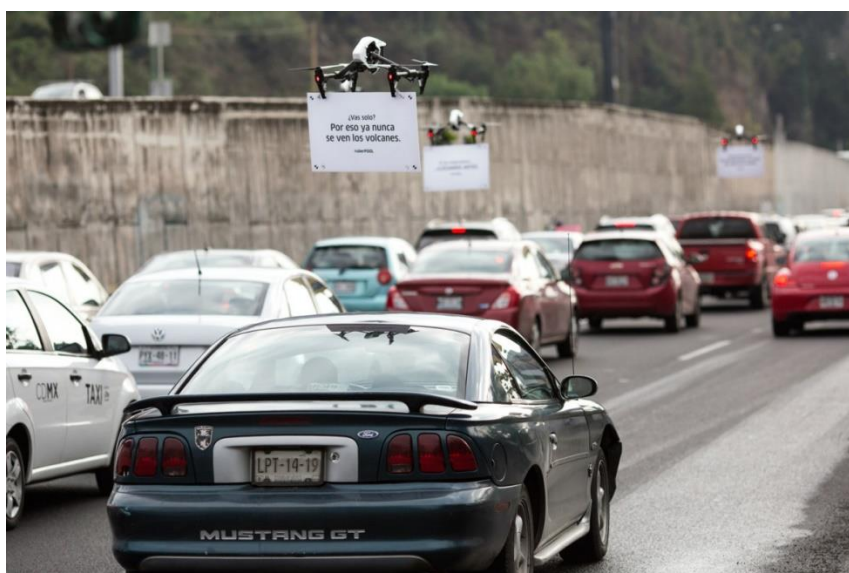
Kategorie	Využití UAV
Zemědělství	Zalévání, postřik
	Monitoring stavu rostlin
Životní prostředí	Sledování a sběr dat environmentálních podmínek
	Kontrola stavu za nestandardních podmínek okolí
Geologie	Průzkumy v těžko dostupných oblastech
Geodezie	Stanovení výšky terénu
	Aktualizace stavu terénu
Zpravodajství	Monitoring a sběr informace
	Reklama a poskytování informací
Letectví	Zkoumání míst po nehodách
Pozemní doprava	Sledování dopravních situací
	Vyřešení krizových situací
Sport a rekreace	Snímání, fotografování, sledování při závodech
	Reklama, marketingové účely a propagační akce
Stavebnictví	Vytváření map a 3D plánů měst a určitých oblastí
	Vyhledávání a analýza vhodné oblasti pro konkrétní účel
Logistika	Přeprava a doručení zásilek a pošty
	Řízení procesů v logistickém podniku
	Kontrola a řízení výrobků a materiálu na pracovním místě

Ve vědecké oblasti se UAV používají k získávání nových poznatků a nezáleží na tom, z jaké oblasti jsou tyto znalosti a kde budou později uplatňovány. Může to být vynález nové technologie a její zkoušky, a to včetně nových principů letu, nebo pozorování přírodních jevů.

Podle Tabulky 1 existuje mnoho odvětví, kde civilní bezpilotní prostředky už v současnosti plní své funkce. Hlavními výhodami bezpilotních prostředků pro civilní využití jsou šetření času, usnadnění práce a relevantní snížení nákladů. Aktuálně v oblasti zemědělství zjednodušuje práci farmářům tím, že veškeré zalévání, postřik rostlin a plodů dělá bezpilotní prostředek (viz Obrázek 2). [11] Sledování a monitoring stavu poskytuje rychlý přehled celého areálu a všech změn působících na rostliny a jejich plody.



**Obrázek 2. UAV GAIA 160-AG – postřik rostlin [12]**



**Obrázek 3. Využití UAV pro marketingové účely v Mexiku [13]**

Kromě samotných činností v oblastech geodzie a geologie bezpilotní prostředek hraje důležitou roli pro šetření času a zkrácení pracovních úkolů a tím i pro usnadnění práce

inženýrům takovým způsobem, že UAV poskytuje například letecké snímání, které zajišťuje vytvoření digitálního modelu terénu, účelovou mapu, vrstevnicový plán nebo zajišťuje zdrojová data pro výpočet kubatur. [14] Bez ohledu na převládající nové technologie, například Internet a další masová media, odkud člověk snadno získává informace o čemkoliv, bezpilotní letoun může pomoci i v oblasti marketingu a poskytování služeb kdekoliv, například na vesnici, kde je těžké nalezení místa pro billboard s reklamou nebo zde není snadno proveditelná dlouhodobá propagační akce (viz Obrázek 3). [15] Letectví je nepochybně také jedno z odvětví, kde by UAV mohlo mít širší uplatnění. Například SAR<sup>10</sup>, služba pátrání a záchrany, už dávno používá bezpilotní prostředky pro zkoumání míst po leteckých nehodách či katastrofách. Bzpilotní létající prostředky mohou sledovat i pozemní dopravní provoz, případné krizové situace a pomáhat bojovat s narušitelem v silničním provozu. [16] Pro aplikace v oblasti medií, sportu a zábavy se UAV používají už dávno. V tomto oboru se zavedla velká poptávka po snímání, fotografování rozlehlých míst, sledování při zápasech a závodech, poskytování reklamních akcí, a proto je tato oblast využití dnes na profesionální úrovni. [17] Vytvořené mapy, 3D plány a obrazy bezpilotním letounem jsou užitečnou dokumentací, která může v budoucnu být prospěšná nejen pro vedení záznamů o projektech a plánech, ale i pro odhalení určitých chyb nebo odchylek reality od navrženého projektu. UAV jsou prospěšná také ve stavebnictví i na začátku plánování projektu, protože jsou schopné usnadnit vyhledávání a následně i analýzu vhodné oblasti pro konkrétní účel a záměr. [18] Oblast logistiky se postupně rozvíjí ve sféře přepravy a doručení balíků a zásilek na určitou adresu (viz Obrázek 4).



**Obrázek 4. UAV MD4-1000 pro doručení zásilek společnosti DHL [19]**

---

<sup>10</sup> Search and Resque

V logistických podnicích UAV se mohou podílet na přesunu nákladu ve skladištích. Zatím ale, kvůli jejich nízké autonomii obvykle trvající 20 minut a potřebě komplexního řízení, tato myšlenka existuje pouze jako koncept. Nejrealističtější oblastí použití bezpilotních prostředků ve skladech se jeví inventarizace, kontrola zboží před jeho odesláním a přijutím pomocí sejmutí čárového kódu. Všechny tyto procesy společně umožňují i další bezproblémovou práci s doplňováním, umisťováním nebo přijímáním materiálů a výrobků (viz Obrázek 5). [20]



**Obrázek 5. Používání UAV ve výrobním procesu společnosti Audi [21]**

### **1.5 Budoucí vývoj a možné oblasti využití bezpilotních prostředků**

Z důvodu nezastavitelnosti pokroku, si lze bezesporu představit a uvést další možné směry vývoje bezpilotních prostředků a ukázat jejich možné budoucí použití (viz Tabulka 2). Některá z níže uvedených příkladů se již testují nebo dokonce i používají, ale pouze v malém množství a jen v některých zemích.

**Tabulka 2. Budoucí využití UAV**

Zdroj: vlastní úprava

Kategorie	Využití UAV
Zemědělství	Sazení rostlin a stromů, sbírání plodů
Hospodářství	Kontrola hospodářských zvířat na farmách
	Sledování divokého života
	Veterinární ošetření, medicínská pomoc
Geodezie	Stanovení objemu důlních skládek
	Založení výbušnin
Letectví	Sledování leteckého provozu
	Kontrola vizuálního stavu letounu před letem
	Sledování meteorologické situace
	Zahánění ptáků blízko letiště
Bezpečnost	Ochrana člověka a zvířat v nouzi
Konflikty	Soudní a pojistné události
	Zkoumání a hodnocení úrovně škody, sběr detailů

### 1.5.1 Zemědělství

V již zmíněném zemědělství potenciál pro používání bezpilotních létajících prostředků je opravdu neomezený. Například, sazení rostlin a stromů v těžko dostupných místech a lesích, které potřebují více stromů. Také sbírání plodů nejrůznějších rostlin by mohlo ovlivnit rozvoj UAV v oblasti zemědělství. Úspěšné výsledky tohoto návrhu odpovídají nejen snížení finančních a účetních nákladů majitelům podniků, ulehčení plnění povinností pracovníků a šetření jejich času, ale i minimalizaci rizik z hlediska bezpečnosti. Bepilotní letouny budou spuštěny nad uvedeným terénem, aby sestavily podrobný plán sázení. Poté budou v souladu s daným schématem vhadzovat biologicky odbouratelné nádoby s předklíčenými semeny do terénu. [23] (viz. Obrázek 6). UAV by také mohli shromažďovat informace o stavu oblastí, kde proběhlo odlesňování, a šířit údaje, které pomohou zlepšit určitý projekt. Moderní technologie sledování plodin umožňují zemědělcům používat hnojiva a přípravky na ochranu rostlin právě v těch oblastech, kde je to skutečně nutné. UAV lze použít i k posouzení vhodnosti rostlin pro reprodukci a při sběru potřebného pylu, spor a prachu.



**Obrázek 6. Sazení stromů pomocí UAV [24]**

Zemědělské plodiny vyžadují rychlé provozní sledování. Pro tyto účely je obecné letectví drahé a ne vždy možné. Prostorové snímání a obrazy z kosmu nejsou vždy aktuální a mají nízké rozlišení. Pozemní metody při studiu stavu plodin nejsou také alternativou, protože musí být zkoumány velmi velké plochy, což zabere velké množství času. Avšak s pomocí moderního bezpilotního zařízení může zemědělec získat operativní a přesné informace, což mu umožní co nejrychleji učinit správná rozhodnutí. Například, letecké fotografování 3000 hektarového pole pomocí UAV trvá přibližně 50 minut, zpracování obrázků za dalších 50-60 minut, tj. po 2 hodinách je již připravená zpráva o stavu pole a plodin na něm. [55] Farmář má proto možnost činit správná rozhodnutí na základě spolehlivých údajů v ten stejný den, kdy zadal svůj požadavek na analýzu své farmy.

### **1.5.2 Hospodářství**

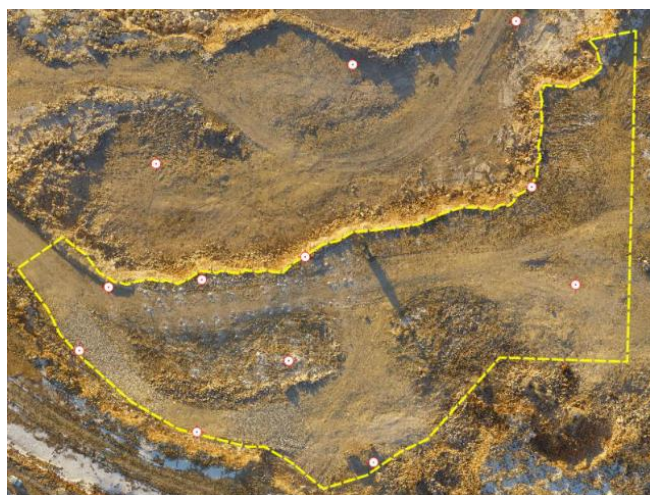
Složka hospodářství zahrnuje chov dobytka neboli hospodářských zvířat na farmách, do čehož patří vzdálená kontrola jejich zdravotního stavu, sledování vypásání potravy (viz. Obrázek 7), případná veterinární a obecná medicínská pomoc. Pak je možné použít bezpilotní letouny pro studium vzorků migrace zvířat, detekce nemocných zvířat, a to včetně vztekliny. [56] UAV pomáhají najít zvířata v otevřených prostorách a také posoudit, zda je místo vhodné pro vytvoření loveckého areálu.



**Obrázek 7. Sledování vypásání ovce [24]**

### **1.5.3 Geodezie a geologie**

V oblasti geodezie by se věda mohla nadále rozvíjet v případě a to díky využití UAV. Například UAV může stanovit objemy důlních skládek pomocí kamery, která snímá a vytváří digitální povrchové modely (viz. Obrázek 8), které jsou vytvářené ve formě mřížky s prostorovým rozlišením v centimetrech. UAV může být také dobrým pomocníkem při dokumentaci rozlehlých objektů a stanovišť těžebních podniků, které jsou charakteristické svojí rychlou přeměnou tvaru a velikosti dolů, povrchových i hlubinných, a variabilitou strojního zařízení. Bezpilotní letouny dokáží na tuto proměnlivost rychle a adekvátně reagovat. [25]



**Obrázek 8. Projektování místa pro založení výbušnin [28]**



#### 1.5.4 Letectví

Libovolné velké letiště (neboli hub) ve světě odbavuje a obsluhuje miliony cestujících a stovky tisíc letů ročně. Proto je velmi důležité zajistit maximální bezpečnost provozu. Ale jedním z problémů, kterým čelí všechna letiště, jsou ptáci. Často narazí do letadel a dostanou se do motorů, z čehož plynou velké finanční nároky na rekonstrukce a náhradu letadel pro další lety. V současné době se nejvíc používají senzory a lasery se specifickým zvukem nebo speciálně vyškolení draví ptáci a speciálně vycvičení psi pro zabránění takovýchto incidentů. Alternativním řešením by mohly být právě bezpilotní prostředky. Například nizozemská společnost Clear Flight Solutions [26] představila veřejnosti návrh nestandardního UAV pod názvem Robird v podobě sokolu (viz. Obrázek 9). Maximální rychlost letounu dosahuje 80 km/h, což vypadá realisticky, že ptáci budou brát stroj jako nebezpečného dravce a nebudou se usazovat v dané oblasti. UAV je řízen pilotem ze země, ale vývojáři pracují na tom, aby letoun byl zcela autonomní, a nezávisle bude plašit různé druhy ptáků.



Obrázek 9. Robird [26]

Kdybychom akceptovali bezpilotní prostředky dříve jako pomocníky pro kontrolu letadla a jeho vizuálního stavu před letem, bylo by možné se vyhnout některým leteckým nehodám. V roce 2012 letoun ATR-72 se zvláštní konstrukcí havaroval kvůli námraze a sněhu vytvořeného na povrchu křídel, což vedlo ke zhoršení aerodynamických charakteristik tohoto daného letounu. V tomto případě by UAV mohl zkontrolovat stav letadla shora a zachytit daný problém. [27]

### 1.5.5 Ochrana a bezpečnost

UAV by mohly být populárními i pro ochranu lidstva, zvířat a okolí. Bezpilotní prostředky zvyšují úroveň zabezpečení tím, že kontrolují objekty a osoby na určitých územích. Existuje mnoho příkladů potvrzujících existenci tohoto využití. Bepilotní letadla kontrolují, aby se zabránilo neoprávněnému pronikání do budov, do ropovodů a plynovodů, hlídají ložiska nerostných surovin, chrání lesy proti možným požárům a protiprávní těžbě dřeva, monitorují vodní útvary proti znečišťování a nelegálnímu rybolovu, vedou záznamy měst a meziměstských cest při velkých událostech, sledují nehody a incidenty (viz. Obrázek 10). Pokud jde o zemědělství, nejdůležitější je úroda. UAV budou potřebné pro ochranu plodin od ptáků a jiných zvířat, pro určení přesného stupně dozrávání plodin a hlavně pro jejich celkové ohodnocování.



**Obrázek 10. Sledování situace při požáru [28]**

### 1.5.6 Pojištění

Některé zahraniční pojišťovny se začaly aktivně zabývat leteckými dopravními prostředky bez posádky. [57] UAV mohou vzdáleně kontrolovat stav technických konstrukcí, zařízení a polí, jejichž kontrola může být spojena s rizikem pro zdraví člověka a stav životního prostředí. Obecně platí, že UAV jsou velmi výhodné při posuzování téměř všech případů pojištění. Pojišťovny používají UAV k získávání vizuálních údajů ve fázi hodnocení velkých průmyslových objektů před uzavřením pojistné smlouvy. [58] Totéž v oblasti zemědělského pojištění. Bepilotní prostředky pomohou vizuálně vyhodnotit pojistnou událost, jestli k tomu dojde. Například, v případě požárů ve výsevných oblastech je možné stanovit a dokumentovat plochu poškozených a přežívajících oblastí s přesností na čtvereční metr.

## **2 Využití bezpilotních prostředků v oblasti zemědělství a chovu hospodářských zvířat**

Použití UAV v zemědělství a obecně ve vedení hospodářství je jednou z perspektivních oblastí uplatnění této technologie. UAV lze efektivně využívat pro plánování a řízení fází zemědělské výroby, jakož i pro chemické ošetření plodin a jiných rostlin. Současně hlavním kritériem pro zavedení UAV je ekonomická proveditelnost. UAV umožňují získat aktuální a efektivní informace, pokud je to potřeba, a navíc získané informace po dlouhou dobu umožní analyzovat procesy v dynamice.

Podle vlastních zkušeností a shrnutí všech informačních zdrojů je dnes nejčastějším využíváním UAV v zemědělství považováno v rámci kontroly vývoje plodin, posuzování jejich výnosů, sestavení elektronických map polí a další. Je však možné tyto prostředky účinně používat i v jiných směrech.

Jedna z nejdůležitějších odvětví zemědělství je považována za odvětví chovu hospodářských zvířat. Mléčné a masné výrobky vždy vyvolávají poptávku u spotřebitelů, což poskytuje zemědělcům dobrý zisk. Chov malého a velkého skotu je však spojen s velkým počtem obtíží. Často chovatelé vypouštějí na volnou pastvu svůj dobytek během dospívání, což může trvat déle, od několika dní až po měsíce. Během této doby jsou hospodářská zvířata náchylná k mnoha nebezpečím, a proto dohled nad jejich stavem a polohou v tomto období je nesmírně důležitý.

### **2.1 Trendy ve vývoji UAV v zemědělství**

Je zřejmé, že UAV je složkou nové oblasti v technologickém světě, a proto i poptávanou, obzvláště ve sféře B2B služeb, což je podmíněno tím, že skoro každá oblast výroby může být asistována bezpilotním prostředkem. Také stále roste poptávka po službách IT firem, které vytvářejí software pro shromažďování a zpracování dat v zájmu přesného zemědělství definovaného jako integrovaný systém řízení v zemědělství, který zahrnuje globální technologie pro určování polohy (GPS), geografické informační systémy (GIS), technologie posuzování výnosů plodin (Yield Monitor Technologies), technologii s proměnlivou sazbou (Variable Rate Technology) a technologii dálkového snímání. [11] Namísto orby, setí, hnojení od oka, jak se dělo v celé minulé historii zemědělství, mohou dnes zemědělci přesně vypočítat počet semen, hnojiv a dalších zdrojů pro každou část pole do jednoho metru. [59] Proces řízení ve velkých farmách byl vždy považován za náročnou aktivitu. Mají-li k dispozici obrovské pole, jsou zemědělci často fyzicky neschopní sledovat všechny změny, ke kterým dochází s jejich zemědělskou půdou a její stavem. Nepochybně tato funkce negativně

ovlivňuje výnos a úrodu. Vyřešit tento problém je možné s bezpilotními leteckými prostředky. Zemědělské UAV jsou inovačním trendem ve vývoji hospodářství. UAV jsou schopny provádět různé typy výzkumů, které nejsou dostupné běžnému člověku. S hmotností pouze několik kilogramů může zemědělský UAV zůstat ve vzduchu po dlouhou dobu a během této doby zkoumat oblasti působivé velikosti.

V současné době je taková robotizace výroby obzvláště důležitá hlavně pro větší farmy. Během létání po polích UAV pomocí kamer a snímačů umožňují zemědělcům zjistit v reálném čase, jak vypadá každá rostlina, jak dozrávají zemědělské plodiny a jak se mění barva půdy. Dnes je trh zemědělského UAV v počáteční fázi svého vývoje. Odborníci se však domnívají, že zemědělství se v budoucnu stane jedním z největších segmentů trhu pro tyto bezpilotní lety. V roce 2016 Markets and Markets odhadly trh se zemědělskými UAV ve výši 864,4 milionů dolarů, a následně předpověděli do roku 2022 sebevědomý roční růst tohoto odvětví o 30%, tj. až 4,2 miliardy dolarů. Podle expertů Markets and Markets aktivní růst trhu bude vyvolán postupným zlepšováním regulačního a právního prostředí, které je nyní pozorováno v různých zemích po celém světě. [32]

Podle odhadů analytické agentury PwC by za několik desetiletí mohl trh s některými zemědělskými UAV činit zhruba 32,4 miliardy dolarů. [33] Tento růst bude způsoben zvýšením světové lidské populace. Aby se všichni užívali, inovace v hospodářství a zemědělství jsou nezbytné.

Podle odhadů BI Intelligence, vedoucího výzkumné služby Business Insider, náklady na společný trh bezpilotních prostředků překročí hranici 12 miliard dolarů do roku 2021. [34] Avšak, podle prognózy Global Market Insights velikost trhu zemědělských UAV do roku 2024 překročí jen 1 miliardu dolarů. [35] Očekává se, že popularita bezpilotních prostředků se zvýší v poměru se zvyšováním povědomí o výhodách a nevýhodách používání těchto technologií v zemědělství. Vědci také tvrdí, že inovační úspěchy v oblasti zemědělských zařízení neboli v daném případě, UAV technologií, budou stimulovat poptávku spotřebitelů v období předpovědi. Zvýšení úrovně automatizace spojené s nedostatkem kvalifikovaných odborníků a pracovní krizí rovněž přispěje k poptávce.

Mezi zeměmi, kde je v současné době aktivní využívání zemědělských bezpilotních prostředků, je možné vyčlenit USA, Čínu, Japonsko, Brazílii. Nicméně, každá země, kde existuje zemědělská výroba, je atraktivní pro vývoj UAV. Uplatnění bezpilotních prostředků se dobře kombinuje s konceptem koordinačního zemědělství, které vyžaduje moderní technologie pro přesné osivo a diferencované hnojení. [60]

## 2.2 SWOT Analýza

Tato univerzální technika zcela umožnila zhodnotit faktory ovlivňující zvolenou problematiku využití UAV. Sestavená matice se čtyřmi kvadranty (viz Tabulka 3), jimiž jsou silné a slabé stránky, jako vnitřní činitele, a příležitosti a hrozby, jako vnější činitele. Stanovení těchto faktorů usnadňuje určení metod, jak posílit silné stránky a jak eliminovat slabé stránky, jak využít příležitostí a jak se vyhnout hrozbám.

**Tabulka 3. SWOT analýza UAV**

Zdroj: vlastní úprava

SWOT Analýza		
	Silné stránky	Slabé stránky
Vnitřní prostředí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rychlé nasazení</li> <li>• Mobilita</li> <li>• Jednoduchost ovládání</li> <li>• Skladnost</li> <li>• Rozmanitost využití</li> <li>• Neomezená dostupnost v terénu</li> <li>• Velký výběr UAV pro konkrétní účel</li> <li>• Levnější provoz a údržba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Závislost na meteorologických a povětrnostních podmínkách</li> <li>• Absence certifikovaných bezpečnostních prvků</li> <li>• Omezující a nejednotná mezinárodní legislativa, nespecifikovaná pro zemědělské a hospodářské účely</li> <li>• Zkrácený letový čas</li> </ul>
	Příležitosti	Hrozby
Vnější prostředí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rychle se rozvíjející technologie</li> <li>• Zkušenosti ze zahraničí</li> <li>• Zvyšující se počet registrovaných pilotů a bezpilotních prostředků</li> <li>• Zvyšující se počet dodavatelů a výrobců UAV technologií</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Možnost zneužití UAV teroristy a dalšími nežádoucími organizacemi</li> <li>• Možnost používání UAV pro protizákonné činnosti (drogy, vezení)</li> </ul>

Bezpilotní létající prostředky nejsou výjimkou a mají také své výhody i nevýhody. Výše uvedené slabé stránky mají pouze dočasný charakter. Závislost na meteorologických a povětrnostních podmínkách zůstanou, ale s vyvíjejícími se UAV technologiemi se budou snižovat. Omezená vzdálenost a délka letu se budou ještě více vylepšovat i nadále z důvodu poptávky po službách. K využití příležitostí bude potřeba neustálé spolupráce všech zúčastněných subjektů, kteří se na výrobě, propagaci, distribuci, prodeji a provozu podílejí, a

to nejen v rámci České republiky, ale především na mezinárodní úrovni. Podobně to je i s eliminací existujících hrozeb, kde existuje zapotřebí i dostatečné informovanosti veřejnosti, aby nevznikaly otázky způsobené obavami z neznámého a nového. K silným stránkám patří především jednoduchost a mobilita UAV, protože na prvním místě je vždy časová náročnost a ekonomická stránka. Zdá se, že využití UAV je limitováno, ale není to tak. Samozřejmě, UAV má levnější provoz a údržbu na rozdíl od klasické letecké dopravy, také i snadnější manipulovatelnost díky rozměrům UAV. Současně je nutné pořád dodržovat krok s vývojem a sledovat novinky v této sféře, tak aby státní složky byly ve využívání bezpilotních prostředků stále technicky a organizačně napřed.

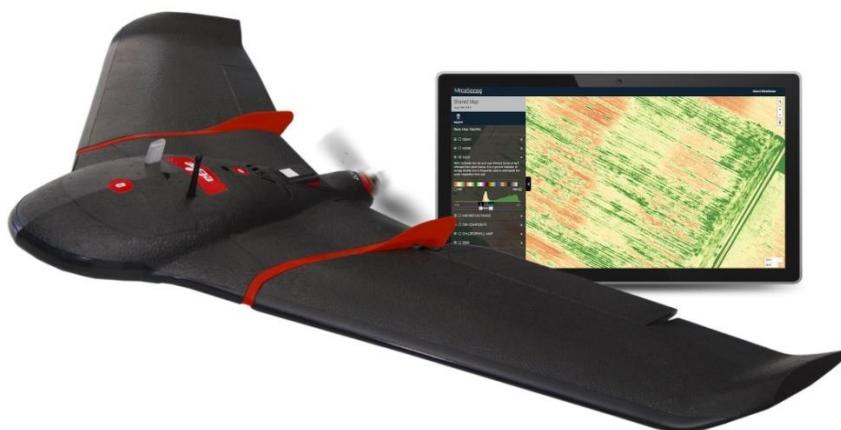
## 2.3 Vhodné UAV

Jedním z nejpřesnějších a nejvhodnějších způsobů řízení stád je použití bezpilotních létajících prostředků. Ve srovnání s lehkými letadly s posádkou nebo jinými prostředky jako koně či motorky pro zahánění stáda, UAV jsou mnohem cenově dostupnější, plně se zaplatí za výsledky své práce, protože umožňují zkrátit čas a analyzovat velké množství prostoru. Pro řízení a kontrolu stáda jsou tato zařízení vybavena kamerou nebo infračerveným snímačem, s kterými obléhá možné umístění zvířat po předem stanovené trase. Může být kdykoli nastavena na pozemní řídicí stanici, která bere v úvahu všechny technické charakteristiky bezpilotního komplexu. V noci lze použít infračervenou kameru schopnou rozlišit živé objekty ve tmě. Během letu se vytvoří video nebo snímek určitého povrchu. Poté jsou přijatá data zpracována a dekodována v automatickém režimu pomocí softwaru vyvinutého přesně pro tato zařízení. [1]

Pokud je potřeba rychle zkontrolovat oblast velkého prostoru, pak efektivním řešením bude UAV typu letoun. Bepilotní prostředky tohoto typu jsou schopny pokrýt desetinásobek plochy, než jsou schopné obyčejné multikoptéry. [63] Avšak, jsou mnohem dražší. Hlavní nevýhoda těchto zařízení s výjimkou ceny je kvalita obrazu. Snímek může trpět kvůli vyšší rychlosti, protože UAV často nemůže opravit 3D a topografické detaily průzkumu.

Pro pravidelný průzkum terénních oblastí do 10 kilometrů čtverečných nebo s pravidelným sledováním otevřených důlních operací je efektivní metodou používání UAV s hmotností menší než 10 kg. Na rozdíl od letadel s posádkou, zařízení této třídy nevyžadují zvláštní letiště. Dostatečnou podmínkou pro vzlet a přistání je otevřená oblast. Technické schopnosti moderních systémů UAV (fotografické vybavení, navigační, řídicí a komunikační systémy) poskytují vyšší efektivitu při získávání výsledků ve srovnání se satelitními snímky, také i vyšší rozlišení (3 cm na bod) [36] a minimální závislost na povětrnostních podmínkách.

### 2.3.1 SenseFly eBee SQ



**Obrázek 11. SenseFly eBee SQ [36]**

Jedná se o nejnovější a poslední inovaci agentury Ag<sup>11</sup> od švýcarské společnosti SenseFly (viz Obrázek 11). Popularita těchto zařízení mezi americkými zemědělci je způsobena rychlým pokrytím významných oblastí. UAV je vybavena snímačem SensFlex Sequoia s 5 spektry, z čehož jsou 4 spektrální rozsahy a 1 viditelný neboli RGB<sup>12</sup>. Vlastní software eMotion Ag zjednodušuje proces plánování letu. Zpracování zachycených dat lze provádět pomocí libovolného populárního softwaru. Mezi informace, které UAV může zaznamenat, patří vegetační indexy, jako jsou například NDVI<sup>13</sup>, CCCI<sup>14</sup>, NDRE<sup>15</sup>, MCARI<sup>16</sup>, CWSI<sup>17</sup>, pak mezi data také spadá počet rostlin, úroveň zvlhčování a teplota půdy. Obrázek 12 ukazuje záběr obrazovky 200 hektarového pole NDVI mapy, generované pomocí multispektrální kamery Sequoia eBee SQ, kterou je vybaven UAV. Tento let byl proveden 400 ft<sup>18</sup> nad úrovní terénu, což mělo za následek rozlišení země 12 cm na 1 pixel. K dispozici je také funkce pro provádění topografie a 3D mapování. Vytvořené indexové karty mohou být zpracovány pomocí speciálních programů a nahrány do palubních počítačů zemědělských strojů. [36]

---

<sup>11</sup> Agriculture

<sup>12</sup> (angl.) Red, green, blue

<sup>13</sup> (angl.) Normalized Difference Vegetation Index

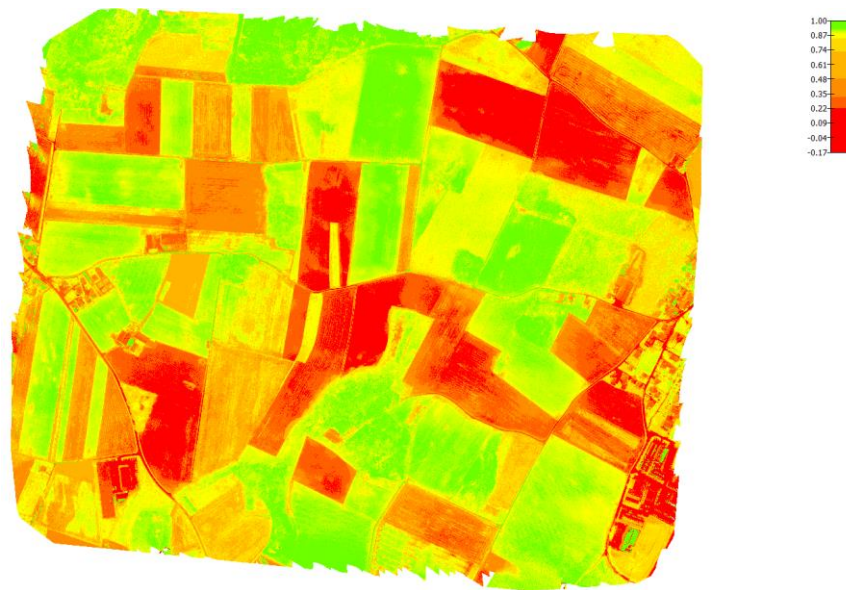
<sup>14</sup> (angl.) Canopy Chlorophyll Content Index

<sup>15</sup> (angl.) Normalized Difference Red Edge

<sup>16</sup> (angl.) Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index

<sup>17</sup> (angl.) Crop water stress index

<sup>18</sup> 120 m



**Obrázek 12. Záběr obrazovky NDVI mapy [61]**

### 2.3.2 Precision Hawk Lancaster 5



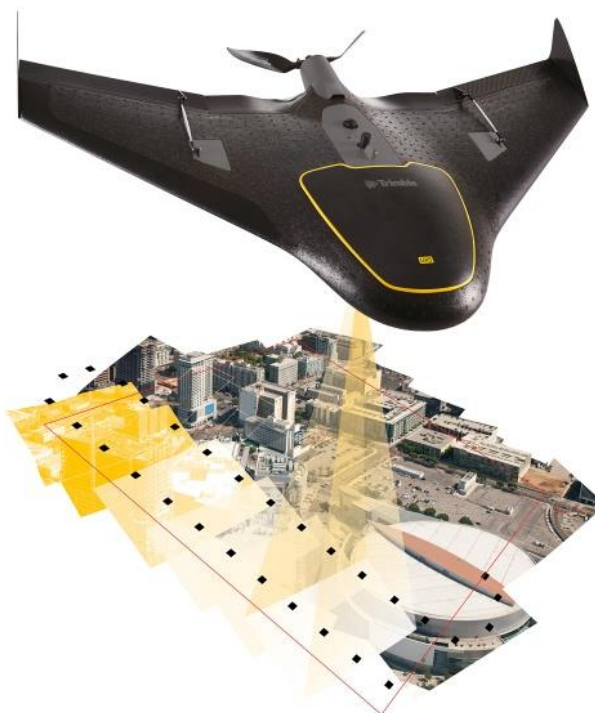
**Obrázek 13. Precision Hawk Lancaster 5 [37]**

Jeden z nejchytřejších UAV, který je v současnosti na trhu, je Lancaster 5 od firmy PrecisionHawk (viz Obrázek 13). [37] Bezpilotní prostředek má různorodou sadu výplní a vybavení, která bude užitečná pro účely v zemědělství. Kromě povinného multispektrálního čidla je UAV vybaven snímači, které měří v reálném čase vlhkost, teplotu, tlak a množství slunečního záření. Umělá inteligence reaguje na měnící se povětrnostní podmínky, úroveň zatížení při činnosti, zohledňuje rychlost větru a viditelnost. Daný UAV je také vybaven robustním podvozkem, který umožní odolat tvrdému přistání a prodloužené rozpětí křídel zajišťuje stabilitu letu. Byl zaveden i systém inteligentní kontroly letu na palubě, takže je potřeba pouze jeden stisk tlačítka. Platforma Lancaster je postavena na softwaru



s otevřeným zdrojovým kódem, což usnadňuje vytváření a integraci senzorů pro všechny libovolné potřeby. Proto má tento UAV širokou řadu senzorů, které zachycují vizuální, tepelné nebo infračervené, multispektrální, LIDAR<sup>19</sup> a hyperspektrální data. Kdyby byla potřeba změnit senzory, nebude nutná žádná další nastavení, protože tento UAV má přístup založený na Plug and Play<sup>20</sup>.

### 2.3.3 Trimble UX5



**Obrázek 14. Trimble UX5 [40]**

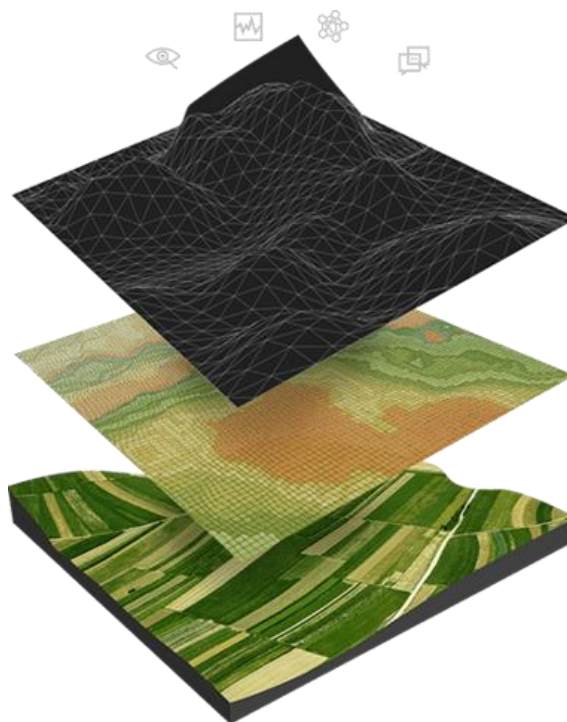
Francouzská kosmická společnost Trimble vyvinula model UX5 (viz Obrázek 14), který lze použít v nejnáročnějších klimatických podmínkách. Speciálně vyvinutá aplikace Trimble Access Aerial Imaging co nejvíce zjednodušuje tyto náročné procesy. Jednoduchost a spolehlivost jsou dvě slova, která mohou být charakteristikou tohoto UAV. Kvůli inovacím založeným na reverzním tahu byl zjednodušen vzlet bezpilotního prostředku. Toto UAV snadně přistane kdykoli a není třeba hledat delší dráhu. Vývojáři kladou další důraz na jednoduchost obsluhy systému, rychlost montáže UAV a spolehlivost připojení vnitřních elektronických zařízení. Také, pokud jsou některé součásti poškozeny, jsou rychle a snadno nahrazeny. Lety Trimble UX5 jsou drženy v plně automatickém režimu a nepotřebují

---

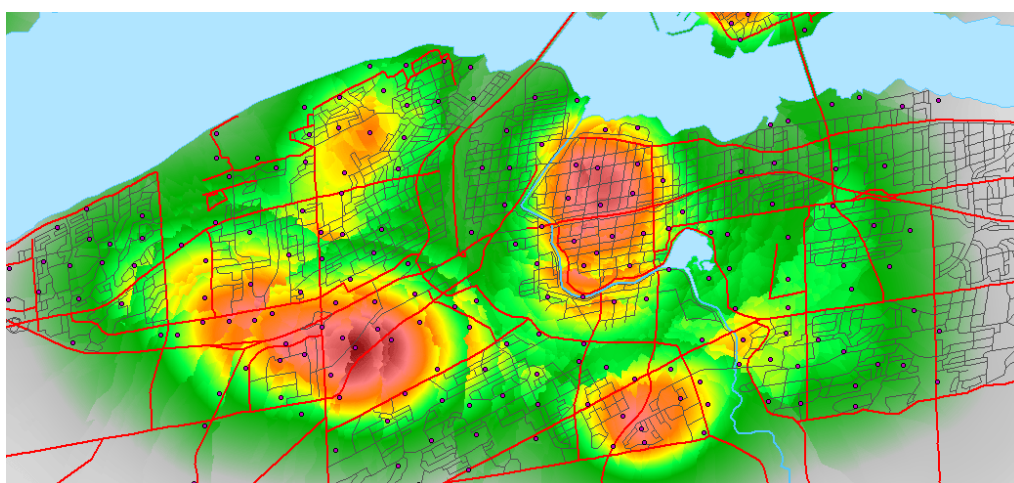
<sup>19</sup> (angl.) Light Detection And Ranging

<sup>20</sup> Počítačová technologie umožňující jednodušší rozpoznávání a konfigurace hardware bez nutnosti instalace softwaru

speciální dovednosti pilotáže. Provozovatel musí pouze řídit let a zabudované softwarové úlohy zajišťují bezpečné vzlety a přistání při každém zahájení letu. Optimalizovaný pro sběr dat pomocí UAV fotogrammetrický modul Trimble Business Center Photogrammetry Module zpracovává a prezentuje výsledky ve vhodné podobě přes bodový oblak, trojúhelníkovou nepravidelnou mřížku neboli model TIN (viz Obrázek 15) a mapu obrysu terénu a trajektorie (viz Obrázek 16), na níž byl let prováděn.



**Obrázek 15. TIN-model [39]**



**Obrázek 16. Analýza lokace [39]**

S využitím doplňkové vizuální 24-megapixelové kamery MicaSense Trimble UX5 může zachytit data s rozlišením až 2 cm na 1 pixel a pracovat v nejnáročnějších povětrnostních

podmínkách při zachování vysoce kvalitního snímání. Zvládnout různé meteorologické podmínky pomáhá i materiál, ze kterého je UAV vyroben, tj. z pěny vyztužené karbonovým rámem. [38]

### 2.3.4 Yamaha RMAX



Obrázek 17. Yamaha RMAX [41]

Japonský bezpilotní létající prostředek Yamaha RMAX byl navržen v 90. letech. V roce 2014 společnost Yamaha společně s Kalifornskou univerzitou představila UAV v podobě vrtulníku, který byl určen speciálně pro stříkání vinic. UAV může nést náklad až do 28 kilogramů. Díky dvouválcovému motoru může Yamaha RMAX letět rychlostí 105 kilometrů za hodinu a výdrž baterie stačí na jednu hodinu letu. Stroj je vybaven dvěma nádržemi a třemi tryskami, takže může okamžitě rostliny postříkat pesticidy a hnojivem, což by plně vyhovělo velkým farmám. Typ paliva je směs benzínu a oleje, stejně jako u motorových pil nebo sekáček na trávu. Yamaha RMAX je zároveň automatický i autonomní, tzn. UAV musí být sice ovládán pilotem, ale může sám udržet nadmořskou výšku a rychlost, a také i létat na jednom místě bez pomoci pilota. [41]

### 2.3.5 Agribotix Enduro Quad



Obrázek 18. Agribotix Enduro Quad [45]

S vestavěným softwarem a kamerami GoPro Enduro Quad (viz Obrázek 18) dokáže vytvářet snímky 3D krajiny pro plánování budoucí expanze a vylepšení v terénu. Shromažďuje také údaje o zdraví plodin a půdní vlhkosti, což přispívá k vyšším výnosům. UAV může být použit i k ovládní a kontrole zvířat na farmách. Výsledky provedené práce jsou přijímány prostřednictvím Wi-Fi v mobilním zařízení nebo v počítači. Ve vzduchu se může držet 25 minut, během kterého zpracuje až 160 akrů. [42]

### 2.3.6 Agras MG-1



Obrázek 19. Agras MG-1 [43]

Hlavním účelem Agras MG-1 (viz Obrázek 19) je rychlé zpracování plodin v polích. Pro tento účel je UAV vybaveno speciální desetilitrovou nádrží. Podle výrobce Agras MG-1 je deset

krát účinnější než ruční postřik. Maximální rychlost zařízení dosahuje 28 kilometrů za hodinu, zatímco kapacita produktivity práce v polích je od 17 do 24 akrů za hodinu. Nabíjení baterie trvá pouhých 12 minut, a při návratu k výchozímu bodu a výměně baterie může Agras MG-1 pokračovat v zpracování pole od místa, kde se zastavil. UAV pracuje ve třech režimech: [62]

- Autonomní;
- Poloautomatické (nastavení trajektorie letu autopilotem);
- Manuální.

Kromě toho je UAV vybaven prachotěsným a vodotěsným pouzdem s antikoročním nátěrem, díky kterému by měl pracovat dlouho. [46] I když Agras MG-1 nepovoluje nastavení kamery, je avšak vybaven mikrovlnným radarovým snímačem pro skenování terénu v reálném čase. [47]

### 2.3.7 Agri OPTiM



Obrázek 20. Agri OPTiM [44]

UAV Agri OPTiM je kolektivní projekt Univerzity Ságy a společnosti OPTiM, která snižuje používání insekticidů. Prototyp provádí let v noci podle předem stanovené trasy autonomně. S pomocí infračervených a termálních kamer zachycuje místa, kde se hromadí velké množství hmyzu, a zničí je malými dávkami insekticidů (viz Obrázek 20). Tato metoda významně snižuje škodlivé účinky chemických látek na rostliny. Navíc k boji proti škůdcům mohou UAV používat světelné elektrické pasti. Testování ukázalo, že Agri OPTiM je schopen zničit asi 50 druhů různých škůdců. [44]

## 2.4 Výběr vhodného UAV

Podle níže uvedené Tabulky 3, ve které jsou představené potenciálně úspěšné varianty pro jejich využití v hospodářství a zemědělství a lze posuzovat, že nejvýhodnějším řešením ze všech možných a porovnaných jsou tři varianty pro dva konkrétní účely, a to jsou pro přesné zemědělství<sup>21</sup> a pro kontrolu hospodářských zvířat na rozlehlých oblastech a farmách.

Pro účely v oblasti hospodářství nejvýhodnější a nejvhodnější variantou je bezpilotní prostředek Agribotix Enduro Quad, který má dobu trvání letu do 25 minut, což je dostatečně na to, aby obletěl střední farmu za účelem kontroly zvířat nebo sledování. Jeho osm baterií Eight Tattu s kapacitou 4000 mAh<sup>22</sup> fungují i přes nežádoucí meteorologické podmínky. Výška, ve které může bezpilotní prostředek létat, je více než dostatečná na to, aby vykonával svou činnost. Je nejvhodnějším i proto, že je to oktokoptéra, což umožňuje pod trupem snadně připevnit nedostačující zařízení v případě potřeby, například další kameru nebo snímač pro spojení se senzory u zvířat. Podrobné využití tohoto UAV a jeho výhody jsou znázorněny v Kapitole 2.5.

Pro zemědělské účely byl zvolen UAV od společnosti Yamaha, který by byl nejlepší variantou pro práci s rostlinami, ale není tak snadné ho pořídit kvůli jeho vysoké ceně. Jinak by zcela vyhověl i UAV Agras MG-1, který je schopen zvednout až 10 kg tekutého nákladu, včetně pesticidů a hnojiv. Kombinace rychlosti a výkonu umožňuje zpracovat plochu od 4000 do 6000 metrů čtverečných za pouhých 10 minut. Inteligentní řídicí systém automaticky upravuje postřikování podle rychlosti letu a zajišťuje jednotnost postřiku. Zařízení je odolné proti prachu a korozi, kdyby nebyl, vedlo by to k nákladné údržbě a krátké životnosti. Pro eliminaci negativních okolností je Agras MG-1 vybaven uzavřeným krytem a účinným chladicím systémem s odstředivým čerpadlem. Během letu vstupuje vzduch do trupu UAV prostřednictvím vstupu, který je vybaven třívrstevným filtrem, který chrání systém před prachem a velkými částicemi. Poté vzduch prochází paprsky k motoru a ochlazuje všechny součásti. Kombinace chladicího a filtračního systému zvyšuje životnost každého motoru. Tryska, která je v sadě s UAV, má vysokou odolnost proti opotřebení a dlouhodobě poskytuje účinné stříkání. Celkově Agras MG-1 je vybaven čtyřmi postřikovači, každý z nich se nachází pod motorem. Zdokonalený ovladač letu okamžitě a přesně reaguje na příkazy pilota. Je možné vybrat jeden ze tří letových režimů, autonomní, poloautomatický a manuální, a to v závislosti na terénu a zvolených letových cílech. V autonomním režimu lze let plánovat stisknutím několika tlačítek. Není třeba kartografických dovedností nebo dalšího softwaru. Díky tomu je

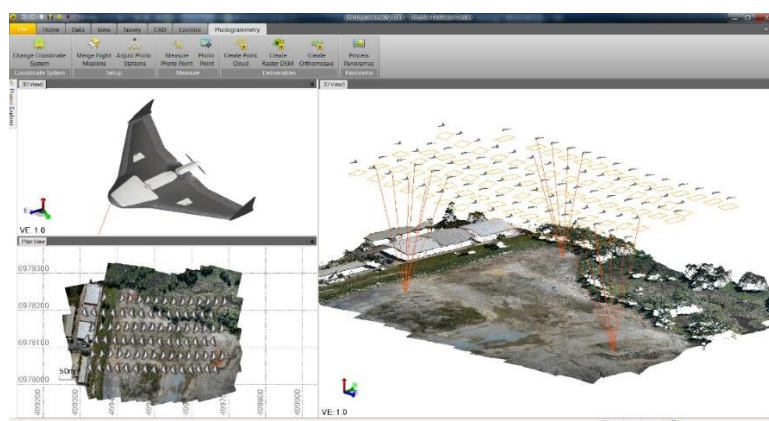
---

<sup>21</sup> Viz Kapitola 2.1

<sup>22</sup> Miliampérhodina

Agras MG-1 nejúčinnější a nejjednodušší platformou. V poloautomatickém režimu model reaguje na pohyb ovládacích prvků stejným způsobem jako v autonomním režimu, který umožňuje plánovat i za letu. Tento režim je vhodný pro oblast s nestandardním terénem. V manuálním režimu pilot plně ovládá model. Agras MG-1 automaticky zaznamenává minulé a aktuální souřadnice letů. Pokud během letu dojde kapalina pro postřikování, UAV automaticky zaznamená bod trasy a po naplnění se sám vrátí do tohoto bodu a pokračuje v práci. Ovládací panel je vybaven nejnovějším systémem přenosu signálu Lightbridge 2 [74], který zajišťuje přenos dat bez zpoždění.

Pro sledování a zkoumání půdy a terénu jsou dva UAV modely, Sense Fly eBee SQ a Trimble UX5. Lepší variantou z těchto dvou je Trimble UX5, jehož extrémně spolehlivý a trvanlivý vyztužený uhlíkem vyztužený buňkový design umožňuje dlouhodobé použití i v drsných podmínkách. Zajišťuje plně automatizovaný proces řízení letů s modulem aerosnímání. Trimble UX5 nepotřebuje dlouhou dráhu, aby přistál, čehož bylo dosaženo prostřednictvím dodatečných metod řízení. Inovace, která je založena na reverzním tahu, zlepšuje charakteristiky při vysokých výškách a poskytuje přesné a předvídatelné přistání v libovolném čase. Profesionálové, kteří pracují v malých oblastech, budou schopni přistát s UAV ve velmi těsných podmínkách díky strmějšímu úhlu klesání a spirálovité trajektorii přistání. Aplikace Trimble Access Aerial Imaging [75] je nainstalována v regulátoru Trimble Secure Field Controller a je jediným softwarovým řešením pro plánování letecké fotografie, předletové kontroly a řízení letu. To vše funguje v autonomním režimu, který poskytuje spolehlivé výsledky. Provozovatel v terénu provádí předletové a letové postupy a kontroluje podrobnou digitální instrukci. Pro další šetření času a zdrojů se většina testů Trimble UX5 provádí automaticky softwarem a nevyžaduje zásah obsluhy. Optimalizovaný fotogrammetrický modul Trimble Business Center Photogrammetry Module vytváří výsledky založené na těchto datech, jako například bodový oblak (viz Obrázek 21), trojúhelníková nepravidelná mřížka (model TIN) a mapa obrysovové lokality, na které byl let prováděn.



**Obrázek 21. Bodový oblak Trimble UX5 [76]**

**Tabulka 4. Výběr vhodného UAV**

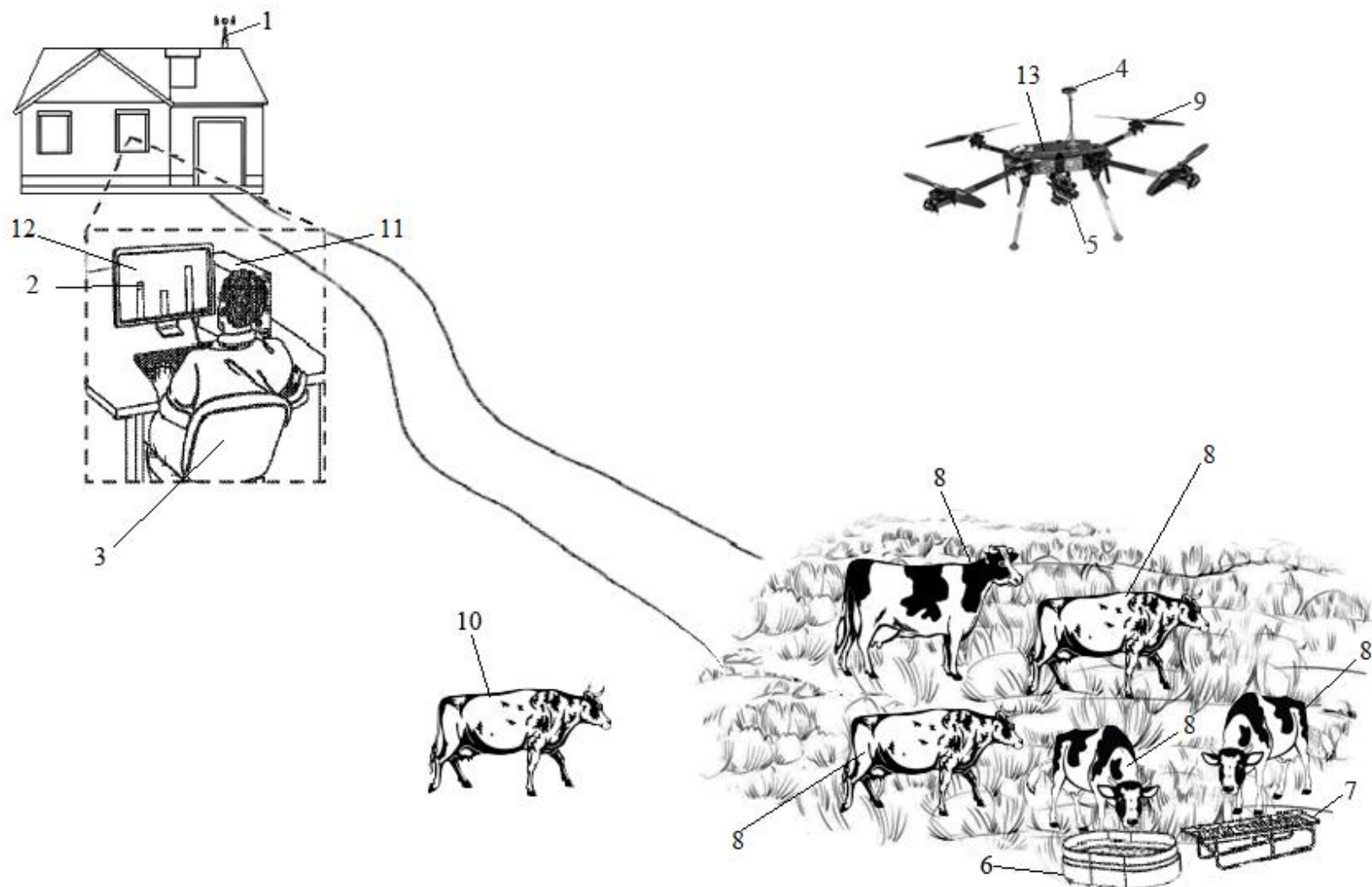
Zdroj: vlastní úprava

	Hmotnost (kg)	Maximální výška letu (m)	Maximální rychlost (km/h)	Pokrytí za jeden let (akr)	Cena (Kč)	Vytrvalost (min)	Náklad (kg)	Baterie (mAh)	Postřik rostlin	Kontrola zvířat	Analýza terénu a půdy	Možnost plánování letu
Sense Fly eBee SQ	1,1	2000	110	500	280 350	55	-	4900	NE	NE	ANO	ANO
Precision Hawk Lancaster 5	2,4	2500	79	300	525 700	40	9,9	-	ANO	NE	ANO	ANO
Trimble UX5	2,5	5000	80	180	187 150	50	-	6600	NE	NE	ANO	ANO
Yamaha RMAX	64	4100	105	10	2 100 000	60	16 litrů	Palivo	ANO	NE	NE	NE
Agrobotix Enduro Quad	2,72	2100	48	160	250 240	25	-	8x4000	NE	ANO	ANO	ANO
Agras MG-1	8,8	150	40	24	249 990	24	10	6000	ANO	NE	ANO	ANO



## 2.5 Model hospodaření zvířat

Následující model na Obrázku č. 22 ukazující hospodaření zvířat se týká obecně oblasti chovu hospodářských zvířat a konkrétněji systému sledování těchto zvířat s využitím UAV. Cílem modelu je poskytnout vhodný a nákladově efektivní systém a metodu pro sledování stavu hospodářských zvířat s cílem získat informace v reálném čase o chování a fyziologických stavech jednotlivých zvířat. Důležité je, že tyto informace mohou být použity k určení zdraví a životních podmínek hospodářských zvířat. Dalším úkolem modelu je navrhnout systém bezobslužného sledování hospodářských zvířat a metodu, která určuje kvalitu krmiva a vody pro hospodářská zvířata, a to vše pomocí UAV. Dodatečným úkolem je poskytnout způsob, který lokalizuje ztracené zvíře a vrátí ho zpět do stáda.



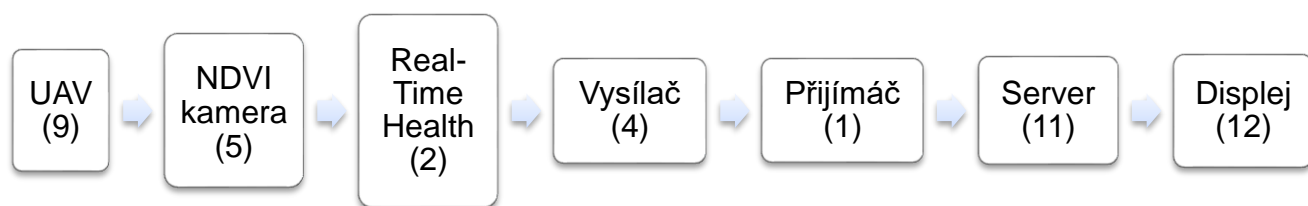
Obrázek 22. Model hospodaření (zdroj: vlastní úprava)

Použití kamery umístěné na bezpilotním prostředku k získání leteckého videa s dostatečnou kvalitou je nástrojem, který v kombinaci s analýzou obrazu k odhalení zvířat může ušetřit značné množství času a peněz. Pro provedení přenosu velkého objemu z kvadrokoptéry je třeba mít k dispozici výkonný počítač, který může provádět zpracování v reálném čase. Přenos velkého množství dat vyžaduje alespoň jeden kanál s vysokou šířkou pásma. Většina multirotorových systémů, které dnes existují, používá analogové kanály k přenosu letových požadavků na multirotor a odesílání zachyceného videa. [36] Navrhovaný systém představuje alternativu k těmto systémům využitím technologického pokroku. Snaží se využívat výkonné antény Wi-Fi s dosahem 3 kilometrů, které jsou v současné době zcela dostupné na trhu, sjednotit proces odesílání informací prostřednictvím jediného digitálního kanálu, včetně letových příkazů, telemetrie a videa ve vysokém rozlišení. V zemědělství je lepší použít starší technologii 2,4 GHz s jakýmkoliv protokolem, buď Wi-Fi nebo dálkové ovládání. [77] Tato technologie je stále stabilnější, má delší rozsah, což je pro zemědělce velmi důležité. Taková zařízení obvykle nepoužívají Wi-Fi a ti, kteří ji budou chtít ukrást, nebudou schopni zachytit signál tak snadno. Lze vybudovat méně základových stanic než například je potřeba u 5 GHz, což je úsporou pořizovacích nákladů. Jedinou nevýhodou je, že je náchylnější k rušení. Ale rušení v poli bude bez toho málo. V případě zvolení Wi-Fi protokolu je vhodné vybavit nejen hlavní stanici (například v domě), ale i kolem pole nechat Wi-Fi zesilovače pro přesný a včasný přenos. Počet zesilovačů závisí na rozměru pole a nutnosti vybavení, jinak 1 zesilovač na 1 kilometr čtverečný. Další výhodou Wi-Fi přenosu je to, že tato forma komunikace umožňuje ovládání UAV a získávání informací o stavu senzorů, které může nést, jako je například GPS nebo výškoměr. Samozřejmě také může posílat obrazové snímky pořízené kamerou. Navíc použití počítače, namísto dálkového ovládání jako multirotorového ovládacího prvku, umožňuje zpracovatelskou kapacitu, kterou stanice nemá, což umožňuje, aby počítač mohl inteligentně řídit UAV bez zásahu pilota. Hardwarová část se týká systému spuštěného softwarem a je přítomna na obou koncích komunikace. Na jednom konci je UAV přesně vybraný Agribotix Enduro Quad (9)<sup>23</sup> s elektrickým pohonem v 25 minut na každou baterii, kterých je celkem 8, NDVI kamerou (5), která je schopná v reálném čase odhalit stav zvířete přes tepelný obraz, PC Laptopem se vším nezbytně nutným softwarem, vysilačem FrSky Taranis RC (4), který je již v sadě s UAV, neboli Wi-Fi signálem (4), Bluetoothovou telemetrií, přes kterou je lze připojit UAV a PC k radiovému telemetrickému zařízení bez kabelů. Na druhém konci komunikace je přístupový bod čili počítač (11), jehož účinnost závisí na vzdálenosti. Tento přístupový bod připojí řídicí počítač PC Laptop k vysoce výkonnému notebooku připojenému k ručnímu ovládání (3). Obrázek

---

<sup>23</sup> Viz. Obrázek 21

č. 23 ukazuje tento vývojový diagram systému a metody tohoto navrhovaného modelu pro sledování zdraví a životních podmínek hospodářských zvířat.



**Obrázek 23. Systémová metoda (zdroj: vlastní úprava)**

### 2.5.1 Detailnější popis modelu hospodaření

Model hospodaření na Obrázku č. 22 znázorňuje systém a způsob tohoto modelu pro sledování stavu životních podmínek hospodářských zvířat. Jak je znázorněno na obrázku 22, systém a způsob systému pro monitoring každého zvířete (8) sestává v tomto případě ze sedmi primárních složek, mezi které patří: alespoň 1 bezpilotní prostředek (9), který zahrnuje i pozemní stanici; NDVI kameru (5), konkrétněji GP Hero4 Silver RGB a GoPro Hero4 Silver pro posuzování životních podmínek zvířat a jejich zdraví, které byly již v sadě s UAV při koupi a jsou přesně zvolené pro hospodářské i zemědělské účely; vzdáleně umístěný přijímač (1) pro příjem údajů o zdraví a dobrých životních podmínkách z vysílače umístěném na UAV (13); server (11) pro příjem údajů o zdraví a dobrých životních podmínkách z přijímače, a dále připojený k počítačovému systému displej (12) pro sledování v reálném čase těchto údajů získaných z bezpilotního prostředku na farmě. Dálkové senzory (8), kterými také mohou být vybavená zvířata, v tomto případě krávy, aby bylo možné sledovat jejich stav i přes další snímače. Dálkové senzory (8) mohou být opakovaně použitelné, aby mohly být přeprogramovány a použity na jiném místě nebo pro jiný účel, například mohou zahrnovat také zjištění stavu plodnosti u chovných zvířat, pH biologických tekutin, průtok krve nebo obsah kyslíku v krvi, rozpoznání vokalizace a respirace, kontrolu dechu a slin, povětrnostní podmínky, teplotu prostředí a dozor biologické bezpečnosti. NDVI kamera (5) může v závislosti na stavu hospodářských zvířat denně, hodinově a vícekrát za den a noc získat údaje o stavu zdraví v reálném čase. Například údaje o zdraví a dobrých životních podmínkách (2) mohou zahrnovat posouzení teploty zvířete předtím, než vykáže příznaky onemocnění, příp. vznik a nakažlivost jakékoli choroby. Tyto údaje (2) mohou dále obsahovat výsledky případné léčby a karanténní sledování nemocných hospodářských zvířat. Kamera funguje i jako kontrolor stavu vody (6) a jídla (7) a pak tyto údaje znázornit zase na displeji (12) a následně člověk (3) zařídí vše potřebné. Kdyby se stalo, že zvíře

vyjde mimo pole nebo farmu, nebo se zpozdí od stáda (10), tak UAV zachytí nedostatečné množství objektů a vydá alarm v systému (11), následně, když zvíře má senzor, ho najde podle něj a vrátí zpět zaháním na původní lokaci.

### **2.5.2 Výška a rychlost letu UAV**

Kvůli tomu, že se v Evropě téměř nepoužívají UAV pro hospodářské účely a nejsou přesně stanovené limity pro tyto činnosti, v rámci této diplomové práce a tohoto návrhu by se mělo označit, že monitoring zvířat by měl být zajištěn z výšky 100 ft, a to proto, že i když si zvíře může zvyknout po uplynutí nějaké doby na hluk vycházející z pro ně cizího objektu posouvajícího se nad ním, se musí ohradit od nežádoucích následků a nechat být v klidu a bezpečí. Stanovená výška přípustná pro vykonávání činnosti, tj. dostatečná pro zkoumání a vytváření potřebných dat. Rychlost letu UAV plně závisí na rozlehlosti místnosti a aktivitě pohybu stáda. Když jsou všechna zvířata v jednom místě a jsou v klidu, UAV bude také v klidu a ve stanovené výšce. Když zachytne zvíře odcházející od stáda, tak nabere výšku, aby viděl všechna, nebo aby ho vrátil zpět do stáda, jak bylo zmíněno výše v případě ztrácení jednoho z nich.

## **2.6 Hlavní metody v zemědělství a chovu hospodářských zvířat**

Použití speciálního programu poskytuje jednoduchý a pohodlný způsob ovládní stáda, protože operátor nepotřebuje osobně prohlížet všechna data získaná v důsledku natáčení, jejichž počet může dosáhnout desítek tisíců fotografií a zabírat stovky gigabajtů na pevném disku. Při ruční analýze takových objemů může doba zpracování informací dosáhnout několika dní a pravděpodobnost chyby způsobené lidským faktorem je značně zvýšena, protože zvířata často mohou splývat s podkladovým povrchem čili terénem. V případě použití UAV, pro úspěšnou automatickou analýzu lokality stáda je nutné pouze nahrát všechna data do speciálního softwaru a získat výsledky jejich zpracování. Proto se technika řízení stáda pomocí bezpilotních létajících prostředků skládá ze tří etap:

- Natáčení a zkoumání vybrané oblasti pomocí instalované kamery na UAV;
- Zpracování a průzkum výsledků snímání prostřednictvím programu pro rozpoznávání zvířat;
- Analýza přijatých informací a dat a provedení rozhodnutí pro další kroky řešení problematiky.

## 2.6.1 Identifikace objektů

Britští ekologové a astrofyzici podle softwaru Astropy vytvořili a otestovali systém, který umožňuje sledování zvířat v noci z bezpilotního prostředku a snímat je pomocí tepelné kamery, i když je zvíře částečně skryto v husté vegetaci (viz Obrázek č. 24-26). Autoři tento princip předložili na Evropském týdnu astronomie a vesmírných věd (EWASS<sup>24</sup>) v Liverpoolu [29] a poznamenali, že tato metoda, kterou vyvinuli, může pomoci i v boji proti pytláctví. [30]

Infračervená termografie umožňuje sledovat divoká zvířata, která vedou noční životní styl. Pomocí termografické kamery lze získat obraz rozložení teplotních polí zvířete. Nicméně termografie má řadu omezení. Je důležité, aby mezi kamerou a předmětem nebyly žádné překážky, například rostliny nebo listy. Jinak se zvíře stává "neviditelným" pro termograf. [30]

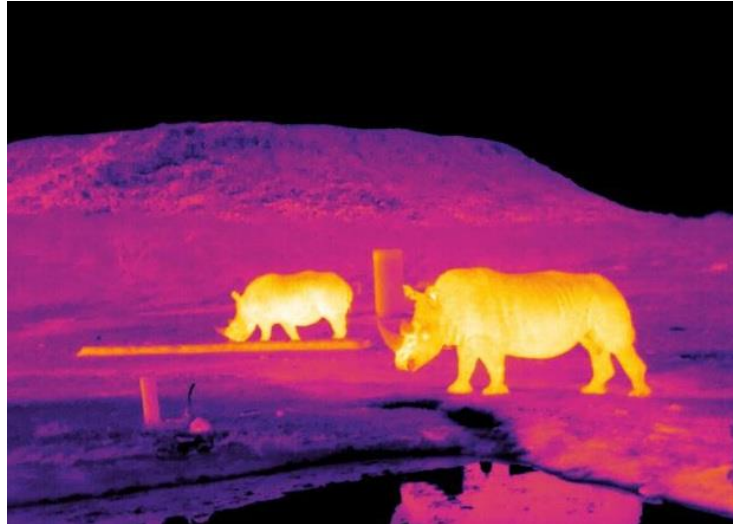
Výzkumníci vyvinuli technologii založenou na otevřeném softwaru Astropy [31], který pomáhá astrofyzikům najít vesmírné objekty a algoritmus strojového učení. V důsledku autoři vytvořili model, kde vegetace blokuje teplo, tj. lidi a zvířata z tepelné kamery, tzn., že jich není vidět přes zeleň. V současné době vědci zlepšují systém tak, aby mohl zohledňovat atmosférické účinky, vlhkost a další faktory počasí, které mohou deformovat výsledky tepelného zobrazení. Výzkumníci poznamenávají, že tato technologie může být použita i k boji proti pytlákům, protože často loví v noci. S pomocí tepelné kamery mohou pracovníci přírodní rezervace odhalit osoby, které jsou na jejich území nelegálně a okamžitě přijmout určitá opatření.



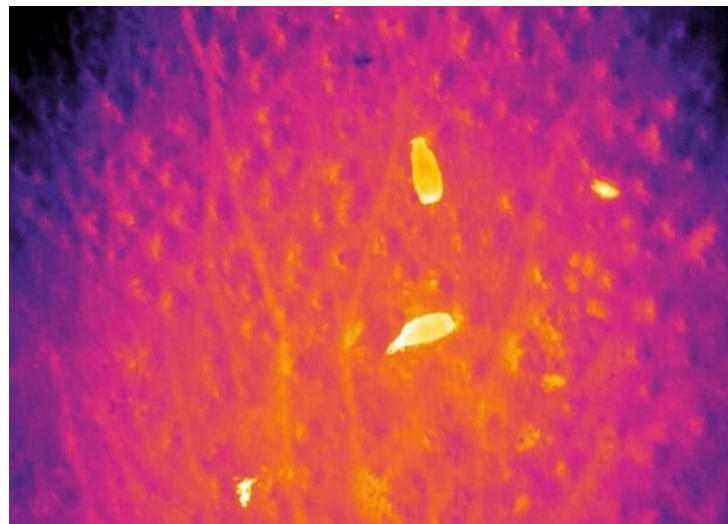
Obrázek 24. Zvířata při denním světle v Jižní Africe [30]

---

<sup>24</sup> European Week of Astronomy and Space Science



**Obrázek 25. Obrázek přes tepelnou kameru [30]**



**Obrázek 26. Obrázek přes tepelnou kameru z UAV [30]**

Program rozpoznávání zobrazuje pouze ty snímky, u kterých byla zvířata nalezena, a polohové souřadnice každého jednotlivce jsou automaticky určovány. Při odlišném druhovém složení stáda a přítomnosti charakteristických rysů jednotlivých typů, program automaticky rozpozná příslušnost zvířete ke každému druhu a zobrazuje tato data ve svém rozhraní. Taková funkce umožňuje detekovat nebezpečné objekty včas. Na základě výsledků programu lze také sestavit elektronickou mapu umístění hospodářských zvířat v kontrolované oblasti, na které jsou zaznamenány body různých druhů, což umožňuje jasně posoudit umístění každého zvířete. [65] Kromě toho, s pomocí UAV je možné stále sledovat stáda v autonomním režimu. Pokud je k dispozici nainstalovaná kamera a je zapnut režim sledování objektů a také výběr správných jednotlivců, pak je zařízení schopno automaticky subjekty sledovat a případně upravit nezávisle jejich trasu. Tato funkce umožňuje nepřetržitě přijímat obrázek na pozemní řídicí stanici o aktuálním stavu stáda a všechno co se děje

v jeho bezprostředním okolí. [64] Sledováním zvířat ze vzduchu bezpilotními prostředky a vyvinutým softwarem umožňuje výrazně zlepšit bezpečnost pasoucího se stáda. Z tohoto důvodu může zemědělský výrobce zvýšit objem vyráběných produktů a zvýšit zisk podniku jako celku.

### 2.6.2 Veterinární pomoc

Vzdálené sledování stavu stád umožňuje UAV s kamerou vysokého rozlišení, takže pomocí ní je možné posoudit kvalitu biomasy trávy, identifikovat jedovaté rostliny a sledovat divokou zvěř, která tam nepatří. [78] Některé UAV mohou být schopny shromáždit vzorky nečistot, trávy nebo vody, které mohou být překážkami pro dobytek a jejich volnou pastvu. Tepelná kamera je schopna zachytit zvířata, která mají horečku a i ty, které přicházejí do estru<sup>25</sup>. Video zobrazování může také rozpoznat jiné klinické příznaky u zvířat. Kdyby došlo k identifikaci choroby, UAV to zachytí a operátor tento údaj následně uvidí na displeji PC a přijme potřebná opatření. Neboli když je potřeba okamžitého zásahu, bezpilotní prostředek je schopen zajistit péči přímo na poli, což znamená následující:

- Identifikovat chorobu pomocí tepelné kamery, podle které je vidět odlišení od ostatních;
- Upozorňovat operátora k posuzování závažnosti lékařské péče pro okamžitou péči nebo k izolaci zvířete od stáda;
- Za stavu jen zvýšené teploty operátor zajistí okamžitý zásah UAV tak, že ho přiblíží na dostatečnou vzdálenost k nemocnému zvířeti, maximálně 35 ft, pro úspěšné vykonání činnosti a nechání zvířete v klidu a následně vstřelit do těla zvířete samorozpouštějící se léčivou tabletu. UAV tuto činnost vykoná pouze jednou, než bude znovu vyžadována.

UAV jsou vhodné ke sledování volně žijících živočichů, ropných skvrn ve vodních pramenech či živočichů v karanténě. Například jeden vládní veterinární lékař by odcestoval do daného prostředí a poté tam poslal několik naprogramovaných UAV a shromáždil jejich data po dobu jednoho dne. Data poslouží poté pro analýzu situace. Jakmile bude každá veterinární klinika vybavena zařízeními pro podávání laboratorních vzorků bezpilotním prostředkem, tak nebude nutné zvyšovat náklady na lidskou práci, které se budou moci soustředit do každé veterinární nemocnice pro vyzvednutí vzorků či dodání laboratorního nákladu pomocí UAV. Bude také snížena uhlíková stopa zanechaná dopravou (auto, autobus, loď, letadlo...) lidí na místo problému. Nebude také nutné, aby v budoucnu veterinární nemocnice musela

---

<sup>25</sup> Periodické, fyziologické změny v těle i chování samic placentálních savců, které jsou navozeny působením pohlavních hormonů a slouží k zajištění reprodukce



nakupovat drahé nástroje, protože bude možnost je nechat doručit a poté je vrátit pomocí UAV, tím pádem si je půjčovat.

### 2.6.3 Sazení rostlin

Nejpřirozenějším způsobem, jak bojovat s přebytečným oxidem uhličitým v atmosféře, je rozsáhlá výsadba lesů. Ruční výsadba stromů trvá příliš dlouho a využívá mnoho zdrojů. Je těžké odhadnout rychlost, s jakou se naše planeta zbavuje „plic“. Podle některých odhadů až 80 % těžby dřeva se uskutečňuje nelegálně, zejména v rozvojových zemích. Také podle odhadů OSN se každoročně kvůli zemědělství zničí 6 milionů hektarů porostu. Dokonce je známo, že každý rok počet výtěžených stromů činí 26 miliard a nově vysazených stromů je pouze 15 miliard. [72] Příroda nezvládá vyhovět všem rostoucím potřebám lidí ve spotřebě dřeva (pro palivo, konstrukce, výrobu nábytku, papíru, dekorací). A potřeby lidstva se zřejmě nezmění a naopak budou růst. Jedinou cestou k řešení situace, která by mohla vést k celosvětové katastrofě v oblasti životního prostředí, je rychle rozvíjet a zavádět technologie pro urychlené obnovení lesů. Proces sázení je následující: v první fázi s využitím UAV, konkrétněji pomocí Sense Fly eBee SQ, protože má velké pokrytí území a dlouhou dobu letu, je vypracována trojrozměrná terénní mapa a jsou plánované možná místa výsevu. Do druhé fáze spadá osévání, kde z UAV padají kapsle, uvnitř kterých už jsou semena v gelu. UAV by si měl stanovit výšku v 20 ft pro přesnou trefu do předem stanovené jamky nastavené v PC mapách. Rychlost letu však záleží na meteorologických podmínkách a síle větru, 20 kilometrů za hodinu je vyhovující rychlost pro tuto činnost. Dva operátoři se dvěma UAV můžou za den vysadit až 30 000 potenciálních stromů, pokud za jeden let jeden UAV bude vybaven 20 kapslemi. Tímto způsobem lze zachránit planetu nebo dané záchraně pomoci díky této metodě mechanizovaného sázení. Náklady s tím související nebudou představovat více než 15% nákladů od sázení obyčejnými metodami, což je velice výhodné pro provozovatele. Jednou zajímavou a nečekanou technologií vysokorychlostní výsadby lesů nedávno navrhla společnost Lockheed Martin. Podle jejich názoru je možné přepracovat drony-bombardéry pro civilní účely a osévat velké plochy pomocí "semenných bomb". [73]

### **3 Rizika a limity plynoucí z použití bezpilotních prostředků v zemědělství**

#### **3.1 Použití létajících prostředků v zemědělství**

Použití letadel pro zemědělskou práci na malých polích je nebezpečné kvůli tomu, že chemikálie často doletí až mimo pole. Existuje několik příkladů, kdy chránící prostředky neboli pesticidy nejen létají okolo pole, ale padají i v obci, protože přesnost rozprášení v důsledku větru a výšce se může pohybovat do jednoho kilometru. Kromě toho, klasická letecká doprava použitá v zemědělství má další významnou nevýhodu, což spočívá v tom, že pilot musí dostávat plat a náklady na provoz letadla jsou vyšší než u obsluhy UAV. Navíc není tak snadné najít dobrého specialistu v tomto oboru. Další nevýhodou je také to, že zemědělská letecká doprava funguje pouze během dne, i když je lepší ošetřovat rostliny v noci, což by byl další problém, který nikdo zatím neřešil.

Nejlogičtějším řešením by bylo proto použití bezpilotních létajících prostředků, které se ve mnoha zemích široce používají v zemědělství, například v progresivním Japonsku více než 20 let. [66] Problémem však je, že stávající UAV používané v zemědělství jsou příliš malé, takže nemohou brát tak těžký náklad jako pesticidy<sup>26</sup> a herbicidy<sup>27</sup>. Z tohoto důvodu se používají především pro sledování plodin a kontrolu hospodářských zvířat. Nejčastěji daná UAV určují stav výsevu, upravují a zpracovávají zemědělské postupy a agrotechniku, a používají se k plánování meliorace<sup>28</sup> půdy. Navzdory praktickému účelu však UAV umožňují vážně ušetřit na zemědělských technologiích. Samozřejmě jejich aplikace je velmi nákladná vzhledem k tomu, že pro takovéto účely nebyly vyrobeny. Proto se nyní připravují specializované UAV pro zemědělství nebo se modernizují stávající zařízení, které budou mnohem větší, než která jsou v současné době používána.

#### **3.2 Dostupnost**

Bezpilotní prostředky v této práci jsou používány k vědeckým a výrobním účelům, takže je nutné zajistit jejich bezporuchový a spolehlivý provoz ve formě 24/7 dostupnosti a fungování. Z toho vyplývá, že je důležité správně zařízení obsluhovat a udržovat. Problémem je, že aktuálně existuje jen velmi málo servisních středisek a center, které se nacházejí pouze ve velkých městech a metropolitních regionech, například po celé České republice jsou

---

<sup>26</sup> Přípravek, který je určen k tlumení a hubení rostlinných a živočišných škůdců, a k ochraně rostlin

<sup>27</sup> Pesticid používaný k likvidaci nežádoucích rostlin

<sup>28</sup> Zlepšení úrodnosti půd

pouze v Praze a Brně. [68, 76] S tím je spojeno riziko časově dlouhých oprav, souvisejících s čekáním na náhradní díly a jejich výměny. Kromě toho, díly zahrnují i vysoké náklady.

### **3.3 Lidský faktor**

Rizikem je ovšem lidský faktor. Nebezpečí může vzniknout, například pokud dojde k chybnému sestavení a nastavení softwaru vlivem špatně zadaných podmínek k provozu nebo zanedbáním vlivu podnebí. Rizikem je i špatná dovednost pilota, pokud dojde ke srážce dvou UAV, hrozí jejich poškození až zničení. Přeci jenom tato robotická zařízení jsou přes svoji vysokou inteligenci stále ovládaná člověkem.

### **3.4 Meteorologické podmínky**

Další nesnází při uplatňování UAV je vliv podnebí. Špatné počasí totiž ohrožuje a často zhoršuje manipulovatelnost UAV využívaných při venkovních aktivitách. Kvůli silnějšímu větru nebo dlouhodobému dešti jsou bezpilotní prostředky nuceny pozastavit svoji činnost a to může způsobit znou zavedení starých technologií do výroby, aby hospodářství fungovalo dál.

### **3.5 Legislativa**

Zákon má tendenci se měnit a zavádět nové nároky, podmínky a pravidla podle aktuálních požadavků společnosti. Navíc oblast bezpilotních létajících zařízení je novou sférou letectví, proto je skoro stoprocentní jistota, že legislativní stránka se pořád bude rozvíjet, měnit a zdokonalovat se. Tyto změny mohou mít vliv na samotné vedení hospodářství, jakož i na pravidla létání v rámci tohoto hospodaření. Například, pokud by se náhle změnilastávající legislativa, mělo by to dopad na všechny pracovníky v dané oblasti. Došlo by k náhlé potřebě zvýšení nákladů pro úpravu stávajících zařízení či pro koupi nového vybavení, aby vyhovovala novým normám.

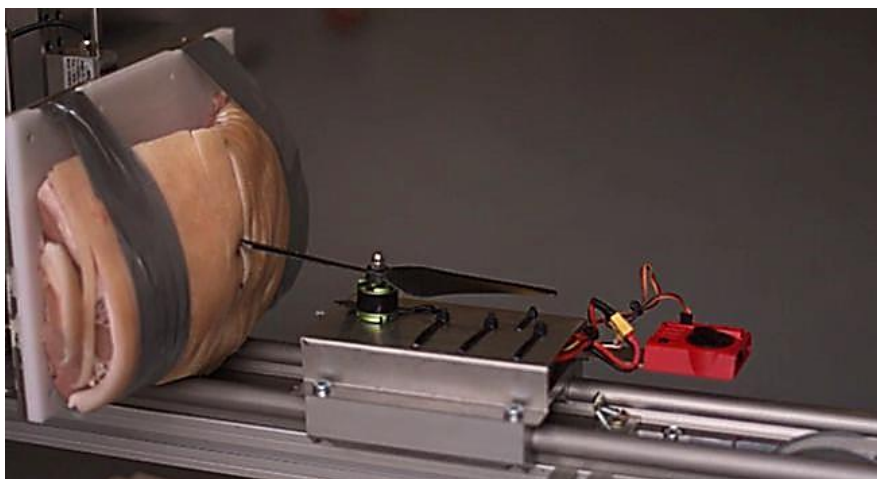
### **3.6 Financování**

Finanční stránka nevyklučuje existenci rizika, což je spojeno s rizikem výpočtu, kde se může vyskytnout chyba nebo nedokonalost spojená s kalkulací provozních nákladů. Zemědělské společnosti nejsou vždy schopné vypočítat provozní náklady, rozpočet potřeb tak, aby se předpověď vždy shodovala se skutečnými čísly a daty. Může to být dáno tím, že finanční data prakticky nejsou zadána. Toto se týká i technické a provozní dokumentace. Výrobci a další související společnosti prodávající UAV jsou zaměřeni především na soukromé spotřebitele a nikoliv na civilní letectví. Technické charakteristiky a vybavení jsou pod vlivem marketingu, nikoliv pod reálnými podmínkami exploatace. Někteří spotřebiteli těžko chápou,

jaká složka při výběru bezpilotního prostředku je důležitá pro jejich využití a od jaké části vybavení se odrážet, aby vybral nejvhodnější model pro konkrétně daný účel.

### 3.7 Způsobení škody

Dalším velmi zásadním problémem je riziko poškození cizího majetku nebo problém ve výrobě při vykonávání dané činnosti, na farmě či obecně v zemědělství. Je intuitivně jasné, že střet s UAV letícím rychlostí několika desítek kilometrů za hodinu je nebezpečná věc a logicky i s vážnými následky. Také se stávají nebezpečným kvůli zvyšujícímu se počtu UAV, jejichž počet je nyní měřen v milionech, a že nejsou vždy řízeny kvalifikovanými piloty. Vědci v Dánsku se rozhodli zjistit, jak je velké nebezpečí zranění při kolizi s malým UAV. Pro experiment určili fragment prasečího masa, který napodoboval lidské tělo. V experimentu je velmi dobře vidět, jak snadno lopatka vrtule proniká přes prasečí kůži hluboko dovnitř. (viz Obrázek 27) [67]



Obrázek 27. Střet s UAV [68]

### 3.8 Konflikty

Konflikt s jinými elektronickými zařízeními jak ve výrobě, tak i v jakékoliv jiné oblasti vykonávání práce je dalším problémem bezpilotních prostředků. V současnosti existuje pouze několik málo úzkých frekvencí pro řízení elektronických objektů, a to může způsobit ztrátu spojení a ovládání, selhání softwaru a vznik technických poruch a závad. Tak například 2. dubna roku 2018 v Rusku UAV s nákladem 2 kilogramů pošty poprvé vzlétl a hned po několika minutách narazil do domu a spadl. Nejčastější příčinou selhání a ztráty spojení se staly četné body bezdrátové komunikační sítě Wi-Fi instalované v domácnostech obyvatelů města. [49] UAV s kupní hodnotou v 400 tisíc Kč nelze pojistit a tedy ušlé peníze nejsou nahrazeny. (viz. Obrázek 28)



**Obrázek 28. První vzlet UAV s poštou „Pochta Rossii“ [48]**

### **3.9 Eliminace rizik**

Rizika musíme definovat a vyhodnocovat pro minimalizaci vzniku. Všechna zjištěná rizika musí být koncepčním nebo operativním zásahem odstraněna nebo alespoň musí být omezena, aby mohl být určitý projekt správně a bezpečně provozován. Eliminace rizik však závisí nejen na uživateli, ale i na provozovateli a výrobci, proto by měli všichni účastníci dodržovat veškerá pravidla a náležitosti provozu UAV.

#### **3.9.1 Školení**

Jedním z primárních nástrojů řízení rizik pro UAV je školení. Bez účinného výcviku v souvislosti s nebezpečí nebudou operátoři UAV nikdy schopni pracovat kompletně bezpečně. Avšak podle EASA, piloti nebo pouze uživatelé budou muset absolvovat test letecké zdatnosti. [71] Je pravděpodobné, že toto přezkušování bude zahrnovat potřebu prokázat pochopení leteckých map, meteorologie, aerodynamiky a dalších znalostí letu. V České republice existuje několik kurzů pro výcvik pilotů UAV, začínaje od výcviku amatérských a zájmových akcí až po profesionální použití a přípravu ke zkouškám od ÚCL. Společnost Pro Drony nabízí odborná školení pro úplné začátečníky a zkušené profesionály, od 1 490 Kč za 2 hodiny až 15 000 Kč za 2 dny školení. [68] Jiná společnost DronPro nabízí své služby, které zahrnují praktickou i teoretickou část školení trvající 2 hodiny za 3 000 Kč. [69] Někteří poskytovatelé pojištění již vyžadují, aby provozovatelé absolvovali určitý typ formálního školení kvůli bezpečnosti. Dalším problémem týkajícím se výcviku v oblasti bezpečnosti je kvalita návodů a manuálů k obsluze a poprodejní podpora. V současné době se to velmi liší. Důležité informace, jako například o relativním poškození baterie v chladném počasí, chybí v mnoha manuálech. Je proto důležité vybírat ke koupi UAV u spolehlivého

prodejce a absolvovat kurzy u známých poskytovatelů těchto služeb, kteří spolupracují s ÚCL nebo jinými vládními složkami.

### **3.9.2 Safety Management pro UAV**

Provozování UAV je další formou letectví, tedy oblast, která musí mít stejně přísné bezpečnostní protokoly a vysoké standardy. Pro jakékoliv druhy komerčního letectví, včetně bezpilotních prostředků, je důležité snižovat riziko, které začíná již od seznámení se s komplexním návodem k exploataci s UAV. Standardní provozní postupy jsou zodpovědné za to, že tradiční letecká doprava je bezpečná, například komerční letecké společnosti po celém světě se řídí stejnými předletovými kontrolami [51] a je i zřejmé, že je to možné provést i před bezpilotním letem. Tím, že každá společnost a piloti dodržují standardní provozní postupy pro každý let, firmy vytvářejí silnou základnu zodpovědnosti a snižují tím náklady, které vzniknou lidskou chybou. Obecný návod k obsluze by měl obsahovat kontrolní seznamy a postupy týkající se pilotních výcvikových protokolů, obsluhy zařízení, údržby, nastavení letového prostoru, plánování letu, regulačních informací, správy dat a všech dalších aspektů provozu bezpilotního prostředku.

### **3.9.3 Údržba**

Potřeba zachování UAV ve vhodném stavu pro bezpečné provozování je nepochybnou podmínkou pro dobrý provoz. Bez ohledu na to, jak jsou navržena konečná pravidla, uživatel zodpovídá za to, že zajistí, aby UAV byl před každým letem zkontrolován a zda je ve vhodném stavu pro bezpečný provoz.

### **3.9.4 Okolní nebezpečí**

EASA<sup>29</sup> určila pravidla pro provoz UAV, tedy aby se vyhnuli přeletu nad lidmi, kteří nejsou přímo zapojeni do provozu daného UAV. [70] Důvodem nastavení těchto pravidel je to, že míra selhání malých UAV je stále příliš vysoká, a existuje riziko vážného zranění. Mnoho začínajících technologických společností pracuje na řešení těchto rizik spojených s UAV. Schopnost vybudovat technologii softwaru, aby se zabránilo létání UAV v omezeném vzdušném prostoru, musí být k dispozici na masovém trhu.

### **3.9.5 Ochrana soukromí**

V neposlední řadě klíčovým rizikovým faktorem UAV je soukromí lidí. Použití UAV zodpovědným a etickým způsobem nakonec povede k nižší rizikové úrovni a k přijetí této

---

<sup>29</sup> European Aviation Safety Agency

kontroverzní nové technologie veřejností. Mohou být přijata jednoduchá opatření, aby nedošlo k překročení rozumného očekávání soukromého uživatele.

### **3.9.6 Meteorologická nebezpečí**

UAV je elektronickým zařízením, a je tedy zřejmé, že není schopné pracovat za nepříznivých podmínek počasí. Například, kdyby se stalo, že při vykonávání činnosti v polích se zvířata, začínalo se prudce měnit počasí, UAV je schopen tuto změnu podnebí za několik minut předpovědět a poslat signálem na pozemní stanici. Díky tomu operátor neboli pasák rychle musí vyhnat všechna zvířata z pole.

### **3.10 Shrnutí kapitoly**

Stejně jako u jakékoliv operace v letecké dopravě, pojištění je nedílnou součástí řízení rizik. Zde se poskytuje finanční náhrada, pokud systém řízení bezpečnosti nedokázal zabránit nehodě nebo škoda byla způsobena nepředvídatelnou událostí. Zatímco regulační situace se stále vyvíjí a mění, předmět pojištění je v rámci UAV stále důležitější. Vlastníci a provozovatelé, jakož i výrobci a další poskytovatelé služeb mají zájem o pojištění a náklady na pojistné. Čím vyšší je limit, tím více budou kladeny otázky týkající se bezpečnosti a provozních postupů. Pojistitelé vyžadují vyšší bezpečnostní normy než ty, které stanovila EASA pro tradiční letecké riziko. V každém případě se předpokládá, že většina profesionálních provozovatelů bezpilotních prostředků si zakoupí pojištění právní odpovědnosti a ochrany svých aktiv.

## 4 Legislativa

Stejně jako řízení pozemních dopravních prostředků se řídí i létání s UAV podle určitých pravidel a zákonů, jejichž cílem je zajištění bezpečnosti létání ve vzdušném prostoru nad územím České republiky.

Hlavním pramenem práva v oblasti letectví je Úmluva o mezinárodním civilním letectví [50] provedenou 7. prosince 1944 v Chicagu. Chicagská úmluva představuje základní platformu jakékoli jiné právní regulace letectví a v těchto právních základech spočívá také i jev UAV. Rozumíme-li bezpilotním létajícím prostředkem neboli UAV každé bezpilotní letadlo, pamatovala na něj Chicagská úmluva od samého počátku, a to ve velmi restriktivním smyslu, kdy v souladu s čl. 8 musí být let letadla řízeného bez pilota nad územím smluvního státu definována vždy zvláštním zmocněním. Taktéž i Zákon o civilním letectví v České republice podmiňuje let letadla bez pilota nad územím České republiky zvláštním povolením (§ 52 zákona o civilním letectví<sup>30</sup>) [51]. Avšak, z hlediska významu oba dva standardy národního a mezinárodního práva jsou překonané v realitě masivního použití UAV a se vznikající novou vizí svého využití. Oficiální omezení letů UAV bylo přijato za podmínek zcela jiných a za jiného stavu techniky, než toho, co dnes existuje. A tak navzdory tomuto obecnému omezení státy již přijímají nové normy předepisující běžný provoz UAV, čímž se původní oficiální omezení stávají postupně zastaralými. Řízení letového provozu bezpilotních prostředků čelí problémům zejména v souvislosti s jejich miniaturizací, kde jsou malé UAV odděleny od vzdáleného a nepřístupného vzdušného prostoru, který se vnímá odděleně od běžného života a který je plný dopravních letadel. Vstupem do vzdušného prostoru a výstupem z něj přestává být letiště a stává se všechno, co obklopuje lidi. Současně převládá napětí mezi zájmem o bezpečnost a zájmem o ochranu soukromí, životního prostředí a veřejného zdraví na jedné straně a zájmem o využívání nových technologií ze strany společnosti na straně druhé. Tyto zájmy se liší v každé zemi jinak a ukáže až budoucnost, jaké z nich převáží.

Bezpilotní létající prostředky působí v několika oblastech práva, z nichž v první řadě je regulace letových operací obecně, ale do značné míry také i ochrana soukromí a odpovědnosti za škodu v civilním právu, jakož i obchod se zbraněmi nebo vliv na životní prostředí.

Bezpilotní letoun je zpravidla letadlo určené k řízení bez pilota na palubě, ale stejně jako obecné letectví podléhá povolení pro provoz od Úřadu pro civilní letectví [3]. Provoz UAV závisí jak na vnitrostátních právních předpisech a platných normách EU, tak i

---

<sup>30</sup> Létání letadel bez pilota



na mezinárodních standardech letectví, které jsou základem Chicagské úmluvy. Jedná se o letecké předpisy vydávané Mezinárodní organizací pro civilní letectví (ICAO<sup>31</sup>), Sdružením leteckých úřadů podle předpisů Evropské unie a Evropskou organizací pro bezpečnost leteckého provozu EASA. Zákon o civilním letectví<sup>32</sup> těmto zvláštním normám přiznává normativní sílu. Letecké předpisy ICAO jsou v České republice vedeny jako letecké předpisy řady "L". Letecké předpisy ICAO mají základ v čl. 37 Chicagské úmluvy. Jedná se o normativní standardy týkající se leteckého provozu vydávané za účelem potřebné unifikace úprav civilního létání v jednotlivých státech.

#### 4.1 Doplněk X

Provozu bezpilotních letadel a modelů se věnuje zvláštní Doplněk X [3] k obecným pravidlům létání L 2. Doplněk X je verze České republiky, jinak leteckého předpisu L 2, ukotveného v českém právním řádě na základě § 102 odst. 2 Zákona o civilním letectví, což z hlediska normativní síly vyvolává otázky v souvislostis tím, že úkoly a povinnosti je možné podle ústavy ČR ukládat jen na základě daného zákona. Doplněk X, vydaný Ministerstvem dopravy bez jasného regulačního zmocnění, ve skutečnosti působí jako zákonné ustanovení v rámci zásadního zákazu, přičemž významná změna Zákona o civilním letectví nebo vydání zvláštního zákona, který není zatím na dohled, ani v bližší době, jež by mohly dát zákonnou povinnost čili základ pro provozovatele leteckých dopravních prostředků bez posádky. Taková právní úprava jako celek může být charakterizována jako činnost, která je obecně zakázána, ale zákon stanoví regulační rámec, v němž je tato činnost považována za přípustnou. Neexistuje žádné komplexní pozitivní přizpůsobení UAV v oblasti civilního letectví a povolené limity nemají dočasnou podporu při regulaci příslušné právní síly, a to ani v právních předpisech. Let bezpilotního prostředku je principiálně vázán na zvláštní povolení, a také se považuje za cizí a nežádoucí věc, pro kterou musí být povolena výjimka na každý individuální a zvláštní případ. Avšak dodržování Doplněku X je navrženo tak, aby zaručovalo jeho beztrestný a ve skutečnosti legální provoz. Otázka dodržování Doplněku X při zvláštní události ve vzdušném prostoru bude nepochybně rozhodující pro posouzení možné odpovědnosti za trestný čin nebo přešupek, a Doplněk X se pravděpodobně projeví i při soudním posuzování odpovědnosti za způsobenou škodu. Tedy účinek Doplněku X je v Ústavě a právním státě rozporuplný. Rozhodně stojí za to se přizpůsobit nejen kvůli vlastní bezúhonnosti, ale také kvůli bezpečnosti nejen pilotů, posádek, cestujících, ale i dalších lidí kdekoli, kde UAV mohou bezproblémově létat. Přijetí pozitivních právních norem pro bezpilotní prostředky by bylo více než žádoucí. Samotné UAV nejsou základním etickým

---

<sup>31</sup> International Civil Aviation Organization

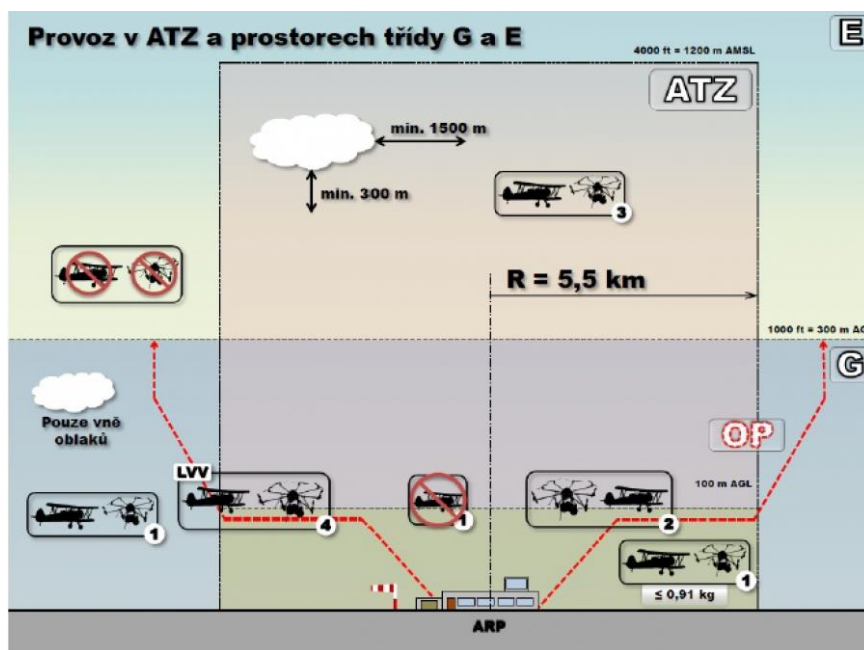
<sup>32</sup> 49/1997 Sb. Zákon o civilním letectví

problémem, a proto některé etické otázky s nimi spojené budou muset být považovány za relativní vzhledem k jejich specifickému použití. Doplněk X je právně závazným předpisem pro bezpilotní letadla. Pro modely UAV do maximální vzletové hmotnosti 20 kg má pouze doporučující povahu, a to s výjimkou čl. 7, v němž jsou vymezeny prostorové podmínky létání.

## 4.2 Hlavní ustanovení

U základních pravidel běžných pro modely UAV s maximální vzletovou hmotností 20 kg a pro ostatní létající bezpilotní prostředky je třeba vzít v úvahu, že v zásadě je možné letět pouze ve vzdušném prostoru třídy G (viz Obrázek 29), což znamená až 300 metrů výšky nad terénem a vně oblaků. Odchylná pravidla se vztahují zejména na lety v blízkosti letišť, tj. 5,5 km od letiště neboli v jejich provozních zónách, řízených zónách a jejich ochranných pásmech nebo zakázaných prostorech. Snadnější pravidla mají modely s maximální vzletovou hmotností do 0,91 kg, které smějí v zónách letišť létat do výšky maximálně 100 m.

[3]



Obrázek 29. Prostor pro létání. Třída G [3]

Nejdůležitějším prvkem je nutnost získat příslušné povolení od Úřadu pro civilní letectví jak pro létající prostředek, tak i pro pilota. Za leteckou činnost se musí považovat všechny činnosti, když se při tom používá UAV, jakými jsou např. fotografování na svatbě profesionálním fotografem z výšky pomocí UAV nebo také průzkum konstrukčních prvků výškové stavby kamerou ovládanou z dálky. V takových případech vzniká otázka, zda současná dočasná regulace UAV absolutně neuspořádaná a bezúčelně přísná, je vhodná.

V tomto ohledu by se mohla i v blízké budoucnosti právní stránka změnit, ale na druhou stranu by masové rozšíření v oblasti využívání UAV mohly způsobit řadu problémů, způsobených provozem nevyškolených a amatérských pilotů.

### **4.3 Vlastní návrh změny legislativy**

Změny právních předpisů čili konkrétně Doplnku X jsou již pod kontrolou odborníků. Při následujících návrzích, které se nabízejí autorkou této diplomové práce, se vycházelo z úmyslu zlepšit stav v oblasti využití UAV v zemědělství a hospodářství, stejně tak i v jiných složkách, kde se UAV používají. Navržené změny se snaží vznikat přidáním dodatků do Doplnku X v následujících bodech.

#### **4.3.1 Dohled pilota**

Během letu pilot nemusí udržovat trvalý vizuální kontakt s bezpilotním prostředkem, pokud je UAV vybaven certifikovaným Fail-safe systémem, Sense avoid systémem, odpovídajícím záchranným padákem a jestli ÚCL udělí provozovateli povolení k FPV létání.

#### **4.3.2 Prostory**

Let smí být prováděn pouze v povolených prostorech s výjimkou situací krajní nouze, kdy v nepovoleném prostoru dojde ke přímému ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí a vzniklé riziko nelze odvést jinak, než narušením nepovoleného nebo zakázaného prostoru. Takovýmto narušením nesmí vzniknout ještě větší nebezpečí než to, které bylo odvráceno. Pokud to povaha nebo okolnosti úkonu dovolí, vstup do jiných než povolených prostor musí být předem ohlášen ÚCL, a to nejpozději po ukončení letu. Pro zemědělce je vhodné létat nad svým soukromým pozemkem nebo pronajatým prostorem, který slouží jako farma, časově neomezeně, tzn. i v noci. Další změnou v předpisech je výška letu. ÚCL povoluje létání s bezpilotním prostředkem do 300 m nebo 100 m pro vybrané typy UAV v prostoru ATZ. [3] Navržená změna by dovolovala létání do 50 m nad terénem bez jakýchkoliv povolení od ÚCL. Uvedená výška umožňuje zkoumat půdu a kontrolovat stav dobytka, a zároveň neblokuje ani neomezuje ostatní vzdušný prostor.

#### **4.3.3 Ochranná pásma**

Provádění letu pomocí UAV v ochranných pásmech je dovoleno pouze v případě krajní nouze a za podmínek jako při průletu nedovoleným prostorem.

#### **4.3.4 Shazování nákladu**

Bezpilotní letadlo neboli bezpilotní prostředek může být použit ke shazování předmětu za letu pouze v případě certifikace daného přístroje, jehož provozovatel má k němu povolení od ÚCL, a jehož pilot úspěšně složil zkoušku způsobilosti pro provedení letu.

#### **4.3.5 Minimální vzdálenosti**

Stanovení minimálních vzdáleností, vyplývajících z řádku č. 7 Tabulky 1 v Doplnku X Předpisu L 2, lze porušit pouze v případě krajní nouze a za stejných podmínek, jako při průletu nedovoleným prostorem a při provádění letu v ochranném pásmu.

#### **4.3.6 Nebezpečné zboží**

Bezpilotní letadlo smí být použito k přepravě lékařských přípravků, odběrů krve, chemických látek (stříkačky, tablety) určených pro veterinární pomoc<sup>33</sup> na farmách a pro hospodářská zvířata. UAV musí mít specifikaci jako zemědělské UAV a mít certifikace pro provádění těchto činností.

### **4.4 Shrnutí kapitoly**

Jednalo se o základní a okamžité právní problémy při létání s bezpilotními létajícími prostředky, což, podle autorčina názoru, okamžitě ovlivnilo jejich provoz. Hlavním cílem a motivací k zpracování této kapitoly legislativního aspektu směřuje k orgánům veřejné moci, která je svěřena legislativními pravomocemi, jakož i zákonodárcům v rámci České republiky a Evropské unie, aby vzali v úvahu přeměnu vojenských dronů na UAV pro lidské a civilní činnosti a dali civilním bezpilotním prostředkům jasnější, aktualizovanější a hodnotově vyváženější právní základ. Doposud je využití UAV nelehké a omezené práce s nimi pouze v dohledu pilota omezuje vykonávání činnosti, což neumožňuje zavést je do provozu v rámci zemědělství na území České republiky.

---

<sup>33</sup> Viz Kapitola 2.6.2

## Závěr

V této diplomové práci na základě získaných informací byla provedena analýza a popis důležitosti technologie bezpilotních létajících prostředků nejen v oblasti zemědělství a chovu hospodářských zvířat, ale i jiných oblastech, kde se UAV již využívají a také jejich šíření do budoucna a možné oblasti dalšího uplatnění. Kapitola obsahuje informace vzaté nejen z veřejně dostupných zdrojů, ale také i ze zkušenosti a předmětů zájmů, což ovlivnilo fantazii rozšířit horizonty a navrhnout některé možné oblasti použití UAV.

Začátek práce se krátce zabývá historií bezpilotních prostředků a jejich charakteristikou a rozdělením podle různých dělení a kritérií. Dále se práce zaměřila na popis nejdůležitějších prvků bezpilotních prostředků. Tyto prvky jsou popsány pouze obecně z důvodu, že většina specifických detailů zůstává přísně utajována, aby nedošlo k úniku informací, které by mohla použít konkurence.

Následující kapitola je praktičtější, popisuje se v ní specifická část diplomové práce, tj. využití bezpilotních prostředků v oblasti zemědělství a chovu hospodářských zvířat, tzn. byly popsány metody pro manipulaci s UAV, hlavní trendy ve vývoji UAV, a nakonec i komparace zvolených bezpilotních zařízení pro konkrétní cíle, zmíněných již v názvu této diplomové práce. Bylo vybráno sedm bezpilotních zařízení, ze kterých se vybíral nejvhodnější přístroj z hlediska vytrvalosti baterie, doby provádění letu, pořizovací ceny a dalších požadavků.

V další kapitole se zvažují rizika a limity plynoucí z používání UAV v různých oblastech. Cílem bylo popsat již vyskytující se nebezpečí a tím i zavedená opatření před stejnými a dalšími podobnými problémy vyskytujícími se v budoucnu.

Kapitola 2 obsahuje SWOT analýzu. Metoda je optimální vzhledem ke své přehlednosti, možnosti zcela a komplexně vyhodnotit situaci v konkrétním případě a eventuálně pomoci nalézt řešení budoucího růstu nebo identifikovat problémy. Cílem metody je zhodnotit aktuální stav se silnými a slabými stránkami a identifikovat a eliminovat potenciální příležitosti a hrozby.

Ve finální kapitole byla provedena detailní analýza legislativní stránky v rámci České republiky a světa, konkrétněji Úmluvy o mezinárodním letectví, Leteckého zákona, předpisů ICAO a Doplnku X předpisu L 2. Byla navržena i změna tohoto Doplnku X pro zavedení a výhodné využití UAV v oblasti zemědělství a chovu hospodářských zvířat na území České republiky. V Evropě i jinde ve světě je stále nejistota ohledně stanovených pravidel a zůstává otázkou, jak se všichni shodnou na řešení situace ohledně UAV. Nesrozumitelné právní předpisy nebo příliš omezující předpisy brání veřejnosti a společnostem čerpat z výhod UAV.

Je zapotřebí si uvědomit, že se bezpilotní prostředky pohybují ve výšce pouze několik málo metrů a tím skutečně mohou narušovat soukromí ostatních lidí. Proto pokud nebudou v nejbližším budoucnu stanoveny jasné a kvalitní předpisy, lze předpokládat, že ÚCL a ÚOOÚ<sup>34</sup> budou při dalším rozšiřování bezpilotních prostředků v nejbližších letech docela bezmocní. Z toho důvodu je důležitá komunikace politiků a odborníků v dané oblasti o vhodném stanovení předpisů pro tuto technologii.

První reakce člověka na UAV jsou vždy jen emotivní. Technologie musí vospět tak, aby se lidé necítili v nebezpečí a ohrožení. Důležité je podpořit růst a vývoj bezpilotních prostředků, jelikož je v nich do budoucna ohromný potenciál, jinak by se tato technologie nadále nešířila s tak prudkou rychlostí.

---

<sup>34</sup> Úřad pro ochranu osobních údajů

## Seznam tabulek

Tabulka 1. Příklady obecného využití UAV .....	16
Tabulka 2. Budoucí využití UAV .....	20
Tabulka 3. SWOT analýza UAV .....	27
Tabulka 4. Výběr vhodného UAV .....	38

## Seznam obrázků

Obrázek 1. Vrtulníkový UAV na Marsu v roce 2020 .....	13
Obrázek 2. UAV GAIA 160-AG – postřik rostlin.....	17
Obrázek 3. Využití UAV pro marketingové účely v Mexiku .....	17
Obrázek 4. UAV MD4-1000 pro doručení zásilek společnosti DHL .....	18
Obrázek 5. Používání UAV ve výrobním procesu společnosti Audi.....	19
Obrázek 6. Sazení stromů pomocí UAV.....	21
Obrázek 7. Sledování vypásání ovce.....	22
Obrázek 8. Projektování místa pro založení výbušnin.....	22
Obrázek 9. Robird.....	23
Obrázek 10. Sledování situace při požáru.....	24
Obrázek 11. SenseFly eBee SQ .....	29
Obrázek 12. Záběr obrazovky NDVI mapy.....	30
Obrázek 13. Precision Hawk Lancaster 5 .....	30
Obrázek 14. Trimble UX5 .....	31
Obrázek 15. TIN-model.....	32
Obrázek 16. Analýza lokace .....	32
Obrázek 17. Yamaha RMAX.....	33
Obrázek 18. Agribotix Enduro Quad .....	34
Obrázek 19. Agras MG-1 .....	34
Obrázek 20. Agri OPTiM.....	35
Obrázek 21. Bodový oblak Trimble UX5 .....	37
Obrázek 22. Model hospodaření .....	40
Obrázek 23. Systémová metoda.....	42
Obrázek 24. Zvířata při denním světle v Jižní Africe .....	44
Obrázek 25. Obraz přes tepelnou kameru .....	45
Obrázek 26. Obraz přes tepelnou kameru z UAV .....	45
Obrázek 27. Střet s UAV.....	50
Obrázek 28. První vzlet UAV s poštou „Pochta Rossii“ .....	51
Obrázek 29. Prostor pro létání. Třída G .....	56



## Literatura použitá při studiu problematiky

- [1] KARAS J., *222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press, 2017, ISBN 978-80-251-4874-7
- [2] FLADELAND M., *UAS Platforms*, NASA Ames Research Center, 2017
- [3] *Letecké předpisy. Doplněk X – Bezpilotní prostředky*. Letecká informační služba. Úřad pro civilní letectví, 2012

## Seznam citovaných zdrojů

- [4] JAROŠ J., *Vynálezy, které Nikola Tesla předpověděl*. Licence Creative Commons BY-NC-SA. [online]. 2018 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://tesla.xf.cz/predpovezene.html>
- [5] STAMP J. *Unmanned Drones Have Been Around Since World War I*. [online]. 2018 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/unmanned-drones-have-been-around-since-world-war-i-16055939/>
- [6] *Drone racing*. [online] 2018 [cit. 2018-03-7] Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Drone\\_racing](https://en.wikipedia.org/wiki/Drone_racing)
- [7] *Dubai To Put Autonomous Taxi Drones In The Skies 'This Summer'*. [online] 2017 [cit. 2018-03-7] Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/parmyolson/2017/02/14/dubai-autonomous-taxi-drones-ehang/#27933c134702>
- [8] Spaceflight now. *NASA to decide soon whether flying drone will launch with Mars 2020 rover*. [online] 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://spaceflightnow.com/2018/03/15/nasa-to-decide-soon-whether-flying-drone-will-launch-with-mars-2020-rover/>
- [9] *UAV or UAS?* Unmanned Aerial Vehicle Systems Association. [online] 2018 [cit. 2018-03-7] Dostupné z: [https://www.uavs.org/index.php?page=what\\_is](https://www.uavs.org/index.php?page=what_is)
- [10] *Unmanned Aircraft Systems*. Federal Aviation Administration, [online] 2018, [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <https://www.faa.gov/uas/>
- [11] *Precizní zemědělství*. Jamcopters. [online] 2018, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://jamcopters.cz/industry/precizni-zemedelstvi>
- [12] *Integral drones* [online] 2018 [cit. 2018-03-26] Dostupné z: <https://www.integraldrones.com.au/wp-content/uploads/2017/10/11.jpg>
- [13] *Dronomanija* [online] 2018 [cit. 2018-03-26] Dostupné z: <https://dronomania.ru/professionalnye/drony-dlya-informirovaniya-naseleniya.html>
- [14] *Letecké měřické snímkování*. Heros Geodézie. [online] 2018, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://herosgeodezie.cz/letecke-mericke-snimkovani/>
- [15] *Advertising Drones Deliver*. Inside Unmanned Systems. [online] 2018, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://insideunmannedsystems.com/advertising-drones-deliver/>
- [16] *Ispol'zovaniye bespilotnykh letatel'nykh apparatov dlya vyavleniya narusheniy PDD v Rossii*. Tadviser. [online] 2017, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://tadviser.ru/a/357605>
- [17] *Upvision*. [online] 2018, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.upvision.cz/>
- [18] *Využití bezpilotních letounů ve stavebnictví*. WACHAL. [online] 2018, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.wachal.sk/vyuziti-bezpilotnich-letounu-ve-stavebnictvi.html>

- [19] *Logisweb.cz*. [online] 2018 [cit. 2018-03-26] Dostupné z: <http://www.logisweb.cz/wp-content/uploads/2017/08/DHL-dron.jpg>
- [20] *Ispol'zovaniye dronov na skladakh*. Columbus. [online] 2018, [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://www.columbusglobal.com/ru-ru/news/2017/06/innovations-in-wms-drone-usage/>
- [21] *Posco* [online] 2018 [cit. 2018-03-26] Dostupné z: <http://globalblog.posco.com/wp-content/uploads/2017/12/Audi-Drone.jpg>
- [22] MIŠÁK P., *Co je to dron a jaké může mít využití?*, [online] 2015, [cit. 2018-03-7]. Dostupné z: <https://www.droni.cz/co-je-to-dron/>
- [23] *Sazení stromů pomocí dronů*. [online] 2016 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.droncentrum.cz/sazeni-stromu-pomoci-dronu/>
- [24] *Drony na sluzhbe chelovechestva: novyye vozmozhnosti, novyye professii*. [online] 2017 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://integral-russia.ru/2017/10/11/drony-na-sluzhbe-chelovechestva-novye-vozmozhnosti-novye-professii/>
- [25] *Proyektirovaniye burovzryvnykh rabot s ispol'zovaniyem bespilotnikov*. [online] 2017 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.azotvzryv.ru/press/151/>
- [26] Clear Flight Solutions. *Effective Bird Control*. [online] 2018 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://clearflightsolutions.com/>
- [27] Wikipedie. *UTair Flight 120*. [online] 2018 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/UTair\\_Flight\\_120](https://en.wikipedia.org/wiki/UTair_Flight_120)
- [28] Power DMC. *Drones in the Fire Service*. [online] 2017 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.powerdms.com/blog/drones-fire-service/>
- [29] European Week of Astronomy and Space Science. [online] 2018 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://eas.unige.ch/EWASS2018/>
- [30] Science Daily. *Astro-ecology: Saving endangered animals with software for the stars*. [online] 2018 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/04/180403140424.htm>
- [31] The Astropy Project. [online] 2018 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.astropy.org/>
- [32] Markets and Markets. *Agriculture Drones Market by Type*. [online] 2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/agriculture-drones-market-23709764.html>
- [33] B. Silver, M. Mazur, A. Wiśniewski, A. Babicz. *Communications Review/July 2017. Welcome to the era of drone-powered solutions: a valuable source of new revenue streams for telecoms operators*. [online] 2017 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/communications-review-july-2017.pdf>

- [34] Business Insider. *Exploring agricultural drones: The future of farming is precision agriculture, mapping, and spraying.* [online] 2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <http://www.businessinsider.com/farming-drones-precision-agriculture-mapping-spraying-2017-8>
- [35] Global Market Insights. *Commercial Drone Market.* [online] 2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/unmanned-aerial-vehicles-UAV-commercial-drone-market>
- [36] Inside Unmanned Systems. *SenseFly Partners with MicaSense to Offer Ag Professionals End-to-End Drone & Cloud Processing Solution.* [online] 2018 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://insideunmannedsystems.com/sensefly-partners-micasense-offer-ag-professionals-end-end-drone-cloud-processing-solution%E2%80%A8/>
- [37] Precision Hawk Lancaster. *Introducing the Lancaster 5.* [online] 2018 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://www.precisionhawk.com/media/topic/lancaster-5/>
- [38] Trimble. *Trimble UX5 Aerial Imaging Solution for Agriculture.* [online] 2018 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www.trimble.com/agriculture/ux5>
- [39] Geosolutions. *DATA INTERPOLATION.* [online] 2018 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www.geosolutions.com/3d/analyse/interpolation.htm>
- [40] CAD.CZ. *Trimble UAS – nová dimenze mapování.* [online] 2018 [cit. 2018-05-9]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/gis/80-gis/5282-trimble-uas-nova-dimenze-mapovani.html>
- [41] Yamaha Motorsports. *Precision Agriculture.* [online] 2018 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.yamahamotorsports.com/motorsports/pages/precision-agriculture-rmax>
- [42] Precision Farmes Dealer. *Agrobotix Farmlens Image Processing Offered Via WinField Answer Tech.* [online] 2018 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/2198-agrobotix-farmlens-image-processing-offered-via-winfield-answer-tech>
- [43] Stablecam. *Agras MG-1.* [online] 2018 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.stablecam.com/presentation/agras-mg-1>
- [44] Cnet. *Japan develops a drone to patrol farmland and destroy insect pests.* [online] 2018 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.cnet.com/news/japan-develops-a-drone-to-patrol-farmland-and-destroy-insect-pests/>
- [45] Agrobotix. *Enduro Agricultural Drone.* [online] 2018 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://agrobotix.com/enduro/>
- [46] *Departemen Teknologi Industri Pertanian. Drone Untuk Agroindustri Pedesaan.* [online] 2018 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://tin.ipb.ac.id/2018/01/12/drone-untuk-agroindustri-pedesaan/>

- [47] Yandex Market. *Oktokopter DJI Agras MG-1*. [online] 2018 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://market.yandex.ru/product--oktokopter-dji-agras-mg-1/1712279087/spec>
- [48] Radio Svoboda. *Pochemu razbilsya dron "Pochty Rossii"*. [online] 2018 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <https://www.svoboda.org/a/29142473.html>
- [49] Euronews. *"Pochta Rossii": pervyy dron komom*. [online] 2018 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <http://ru.euronews.com/2018/04/02/post-dron-collapsed>
- [50] Dohoda č. 147/1947 Sb. Úmluva o mezinárodním civilním letectví. [online] 2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1947-147>
- [51] Zákon č. 49/1997 Sb. Zákon o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb. [online] 2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49>
- [52] Wikipedia. *V-1 flying bomb*. [online] 2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/V-1\\_flying\\_bomb](https://en.wikipedia.org/wiki/V-1_flying_bomb)
- [53] Český rozhlas. *K pojmenování dronu inspiroval trubec*. [online] 2016 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://olomouc.rozhlas.cz/k-pojmenovani-dronu-inspiroval-trubec-6381101>
- [54] Markets and Markets. *Small Drones Market by Application*. [online] 2016 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/small-uav-market-141134567.html>
- [55] Geoawesomeness. *How accurate is your drone survey? Everything you need to know*. [online] 2017 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://geoawesomeness.com/accurate-drone-survey-everything-need-know/>
- [56] Vertical images. *Hledání zvěře při senoseči s termokamerou na dronu*. [online] 2017 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://www.verticalimages.cz/cz/aktuality/hledani-zvere-pri-senoseci-s-termokamerou-na-dronu-jak-na-to-85>
- [57] O pojištění. *Jak se k pojištění dronů staví německé pojišťovny?* [online] 2016 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <http://www.opojisteni.cz/zahranici/jak-se-k-pojisteni-dronu-stavi-nemecke-pojistovny/>
- [58] Air Worldwide. *5 Ways Drones Are Transforming the Insurance Industry* [online] 2017 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.air-worldwide.com/Blog/5-Ways-Drones-Are-Transforming-the-Insurance-Industry/>
- [59] Wikipedia. *Precizní zemědělství*. [online] 2017 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Precizn%C3%AD\\_zem%C4%9Bd%C4%9Blstv%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Precizn%C3%AD_zem%C4%9Bd%C4%9Blstv%C3%AD)
- [60] Global Farm Platform. *USDA Coordinated Agricultural Projects*. [online] 2018 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.globalfarmplatform.org/farm-platforms/coordinated-agricultural-projects/>

- [61] Waypoint. *Talking eBee SQ With The Team Behind senseFly's Latest Agriculture Drone* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://waypoint.sensefly.com/talking-ebestq-agriculture-drone/>
- [62] Droncentrum. *Nová oktokořtéra Agras MG-1 určena pro zemědělce od DJI.* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.droncentrum.cz/nova-oktokořtera-agras-mg-1-urcena-pro-zemedelce-od-dji/>
- [63] DIY Drones. *Multirotor v.s. helicopter in agricultural UAVs field for pesticide spraying.* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://diydrone.com/group/agricultural-uavs/forum/topics/multirotor-v-s-helicopter-in-agricultural-uavs-field3>
- [64] ABBAS. *FLIR Scout TK: termokamera do kapsy.* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.abbas.cz/clanky/aktuality/flir-scout-tk-termokamera-do-kapsy/>
- [65] Natural mobility NZ. *WHAT IS THERMOGRAPHY?* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://www.naturalmobilitynz.com/what-is-thermography/>
- [66] EU Business in Japan. *The Drone Market in Japan.* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: [https://www.eubusinessinJapan.eu/sites/default/files/drone\\_market\\_in\\_Japan.pdf](https://www.eubusinessinJapan.eu/sites/default/files/drone_market_in_Japan.pdf)
- [67] Popular Science. *What Happens When A Drone Hits A Pork Roast?* [online] 2016 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <https://www.popsci.com/researchers-in-denmark-slice-pork-roast-with-drone-rotors>
- [68] Pro Drony. *Odborná školení.* [online] 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.pro-drony.cz/sluzby/odborna-skoleni/>
- [69] DronPro. *Letecká škola – nabídka kurzů.* [online] 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/sluzby/skoleni/>
- [70] European Aviation Safety Agency – Rulemaking Directorate. *NPA 2014-2017.* [online] 2014 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <https://www.globalairtraining.com/resources/EASA-NPA-2014-17.pdf>
- [71] EASA. *NPA 2017-05. Introduction of a regulatory framework for the operation of drones – Unmanned aircraft system operations in the open and specific category.* [online] 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/document-library/notices-of-proposed-amendment/npa-2017-05>
- [72] Food and Agriculture Organization of the United Nations. *State of the World's Forests.* [online] 2016 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/en/>
- [73] The Guardian. *Aerial bombardment to reforest the earth.* [online] 1999 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/uk/1999/sep/02/paulbrown>
- [74] DJI. *Lightbridge 2.* [online] 2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.dji.com/ru/lightbridge-2>

- [75] Trimble. *Trimble UX5 Aerial Imaging Solution for Agriculture*. [online] 2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://www.trimble.com/agriculture/ux5>
- [76] Aimil. *Trimble Business Center Office Software* [online] 2018 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.aimil.com/products/trimble-business-center-office-software>
- [77] HBC Radiomatic. *2.4 GHz technologie*. [online] 2018 [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.hbc.cz/rozsireni/idealni-rizeni-frekvenci/2-4-ghz-technologie>
- [78] Robotrends. *Mozhno li ispol'zovat' bespilotniki v zhivotnovodstve i veterinarii? Bezuslovno!* [online] 2018 [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://robotrends.ru/pub/1617/mozhno-li-ispolzovat-bespilotniki-v-zhivotnovodstve-i-veterinarii-bezuslovno>