



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
Ústav letecké dopravy

Využitelnost bezpilotních systému v živočišné výrobě
Usability of unmanned aircraft in animal production

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích 3

Studijní obor: Letecká doprava

Vedoucí práce: Ing. Adam Kleczatský

Maxim Luhan

Praha 2023



K621.....Ústav letecké dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Maxim Luhan

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Využitelnost bezpilotních systémů v živočišné výrobě**

Název tématu (anglicky): Usability of Unmanned Aircraft Systems in Animal Production

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je ověřit vhodnost využití bezpilotních systémů v zemědělství se zaměřením na volný chov, a to z pohledu legislativní proveditelnosti, efektivity procesů a ceny práce.
- Identifikace činností, procesů a prostředků při živočišné výrobě.
- Identifikace typologie provozu a vhodného bezpilotního systému.
- Návrh implementace bezpilotních systémů do živočišné výroby.
- Realizace praktického experimentu.
- Zhodnocení návrhu a diskuze výsledků.



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího závěrečné práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Nařízení EU 2019/947 a nařízení EU 2019/945
Letecké předpisy řady L a Zákon č. 252/1997 Sb
Opáření Obecné Povahy vydané Úřadem pro civilní letectví pod č.j. 15149-20-701

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Adam Kleczatský**

Datum zadání bakalářské práce: **7. října 2022**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **7. srpna 2023**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Maxim Luhan
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 7. října 2022



Abstrakt

Práce je zaměřena na ověření využitelnosti bezpilotních systémů v zemědělství se zaměřením na volný chov a jejím cílem je poukázat na nově vznikající segment, ve kterém může být sloučena technologie 21. století s něčím tak starým, jako je zemědělství, kde bylo doposud využíváno konvenčních metod při nutnosti monitoringu zvířectva a pastvin, což může být optimalizováno za využití bezpilotních systémů. Právě tato práce spojuje teoretické znalosti o bezpilotních systémech s reálnými požadavky v zemědělství a ve formě případové studie je aplikuje do praxe, kde je porovnává s aktuálně využívanými metodami, což se ve výsledku projevuje jako úspora na finanční a časové náročnosti a poukazuje na nový potenciál bezpilotních systémů.

Klíčová slova: dron, bezpilotní systémy, živočišná výroba, využitelnost, zemědělství



Abstract

The thesis is aimed at verifying the applicability of unmanned systems in agriculture with a focus on free range farming and aims to highlight an emerging segment where 21st century technology can be merged with something as old as agriculture, where conventional methods have been used so far with the need to monitor livestock and pastures, which can be optimized using unmanned systems. It is this work that combines the theoretical knowledge of unmanned systems with real requirements in agriculture and applies it in the form of a case study to practice, where it is compared with currently used methods, which in the end translates into financial and time savings, thus highlighting the new potential of unmanned systems.

Keywords: drone, unmanned aircraft, animal production, usability, agriculture



Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Adamu Kleczatskému za vedení této práce, odborné a cenné rady v různých oblastech a celkovou formu kooperace při její tvorbě. Dále bych chtěl poděkovat firmě Beryko s.r.o. za pomoc s realizací bakalářské práce. Poděkování patří také MUDr. Věroslavu Škodovi, jakožto majiteli Farmy Škoda, za možnost realizace případové studie a v neposlední řadě mé rodině za podporu po celou délku studia.



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Využitelnost bezpilotních systému v živočišné výrobě vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V Praze dne 7. srpna 2023

.....

Podpis



Obsah

Úvod	11
1. Analýza současného stavu	12
1.1 Živočišná výroba dobytka	12
1.1.1 Způsoby chovu dobytka	13
1.2 Bezpilotní systémy	16
1.3 Bezpilotní legislativa	17
1.3.1 Legislativa dle ICAO a EASA	17
1.3.2 OOP LKR10 – UAS a zákon 49/1997	24
1.4 V současnosti využívané bezpilotní systémy	25
1.4.1 Dělení dle standardizovaných tříd	26
1.4.2 Dělení dle způsobu profesního použití	28
1.4.3 Drony využívané v zemědělství	30
2. Metodika	33
2.1 Činnosti farmy při volném chovu	33
2.2 V současnosti využívané prostředky farmy	34
2.3 Parametry použitého dronu při studii	36
2.4 Odpovídající legislativní nároky při použití dronu	37
2.5 Výběr geografických bodů	38
2.6 Způsob vyhodnocení časové náročnosti	41
2.6.1 Určení délky předletové přípravy UAS	42
2.6.2 Způsob zjišťování doletových a dojezdových časů	43
2.7 Způsob vyhodnocování finanční náročnosti	43
2.7.1 Určení průměrné pořizovací ceny jednotlivých prostředků	44
2.7.2 Aktuální ceny paliv a energií	44
2.7.3 Průměrná mzdová ohodnocení pracovníků	45
3. Prezentace výsledků	46
3.1 Porovnání časů jednotlivých prostředků	46
3.2 Porovnání finanční náročnosti provozu jednotlivých prostředků	47
3.3 Porovnání jednotlivých počátečních investic	50
3.4 Porovnání z hlediska náročnosti provozu	51



4. Diskuze výsledků	52
5. Závěr	56
Seznam použité literatury	57
Seznam obrázků	61
Seznam tabulek	62
Přílohy	63



Seznam symbolů a zkratek

Σ	Součet
UAS	Unmanned aircraft system / bezpilotní systém
BS	Bezpilotní systém
LBA	Luftfahrt-Bundesamt / Německý národní úřad pro civilní letectví
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil / Francouzský úřad pro civilní letectví
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
ICAO	International civil aviation organization / Mezinárodní organizace pro civilní letectví
EASA	European Union aviation safety agency / Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
SARPs	Standards and recommended practices / Standardy a doporučené postupy
PANS	Procedures for air navigation services / Procedures for Air Navigation
IFR	Instrument flight rules / Let podle přístrojů
VLOS	Visual line of sight / Létání na dohledovou vzdálenost
BVLOS	Beyond visual line of sight / Létání mimo dohledovou vzdálenost
EVLOS	Extended visual line of sight / Létání na zvýšenou dohledovou vzdálenost
FPV	First person view / Pohled první osoby
PDRA	Predefined risk assessment / Předdefinované hodnocení rizik
SORA	Specific operations risk assessment / Specifické hodnocení provozních rizik
STS	Standardní scénář
LUC	Light UAS operator certificate / Certifikát operátora lehkého UAS
AMO	Aproved maintenance organization / Schválená organizace údržby
CAMO	Continuing airworthiness management organisation / Organizace řízení zachování letové způsobilosti
MTOW	Maximum take off weight / Maximální vzletová hmotnost
MTOM	Maximum take off mass / Maximální vzletová váha
AMC	Acceptable means of compliance / Přijatelné způsoby shody
GM	Guidance materiál / Naváděcí materiál
IZS	Integrovaný záchranný systém
PČR	Policie ČR
GND	Ground / Země
FL	Flight level / Letová hladina



SAR	Search and rescue / Pátrání a záchrana
dB	Decibel
m/s	Metry za sekundu
g	Gramy
kg	Kilogramy
J	Joule
V	Volt
m	Metr
mm	Milimetr
s	Sekunda
kč	Koruna česká
USD	Americký dolar
EUR	Euro
DPH	Daň z přidané hodnoty
AED	Automatický externí defibrilátor
GPS	Global position systém / globální polohový systém
RTK	Real time kinematic / Real time kinematic
UTV	Utility terrain vehicle / Utility terrain vehicle
OTE	Operátor trhu s energiemi
ČSU	Český statistický úřad
°	Stupeň
'	Minuta
“	Vteřina



Úvod

Pokroky v oblasti bezpilotních systémů (UAS), obecně známých jako drony, v posledních letech způsobily revoluci v různých průmyslových odvětvích, jelikož nabízejí nové možnosti a perspektivu. Jedním z takových odvětví, ve kterém je možné bezpilotní systémy uplatnit, je volný chov v živočišné výrobě, a to hlavně v monitorování a postupech při řízení činností, což slibuje zlepšení produktivity, dobrých životních podmínek zvířat a celkové efektivity farmy. Zejména sledování skotu pomocí bezpilotních systémů se zdá jako životaschopné řešení, které překonává omezení tradičních metod pozorování a poskytuje cenné poznatky o chování, zdraví a prostředí hospodářských zvířat.

Hlavním cílem této práce je ověřit vhodnost využití bezpilotních systémů v zemědělství se zaměřením na volný chov, a to z pohledu legislativní proveditelnosti, efektivity procesů a ceny práce. Tento cíl vychází z motivace autora, která je založena na potřebě prozkoumat zmíněnou vhodnost v jednotlivých oblastech. Prostřednictvím rešerše literatury, analýzy současného stavu a případové studie se snažím získat komplexní přehled o tom, jakým způsobem lze bezpilotní letouny vhodně implementovat a zda je tato implementace vhodná. V případě ověření této skutečnosti by se tak jednalo o otevření nového, poměrně velkého, segmentu ve kterém by se nejenom výrobci bezpilotních systémů, ale i samotné farmy mohly realizovat a dokázat tak, že něco s tak dlouhou historií jako zemědělství umí využívat aplikace 21. století.



1. Analýza současného stavu

Současný stav je reflexí předchozích stavů a jejich zdokonalování a je tak pro budoucí vývoj zásadní ve kterémkoli odvětví. Ať se jedná o strojírenský průmysl, energetický trh, burzu nebo zemědělství. Vždy se jedná o stavební pilíře, na které lze následně aplikovat nová poznání a vývoj. Zároveň lze při provedení analýzy současného stavu predikovat budoucí směr ubírání nebo rychlost implementace nových inovací, jako například robotizace nebo automatizace v daném segmentu. Příkladem může být využívání bezpilotních systémů nebo právě třeba ve zmíněném zemědělství, v rostlinné nebo živočišné výrobě.

1.1 Živočišná výroba dobytka

Zemědělství je jedním ze základních odvětví národního hospodářství, které můžeme dále rozdělit do dvou kategorií, a to na rostlinnou výrobu a živočišnou výrobu. Odvětví živočišné výroby je celosvětově velmi dynamické. V rozvojových zemích se vyvíjí v reakci na rychle rostoucí poptávku po živočišných produktech. Ve vyspělých zemích poptávka po živočišných produktech stagnuje, zatímco řada výrobních systémů zvyšuje svou efektivitu a ekologickou udržitelnost [1]. Právě ekologická a ekonomická udržitelnost budou hlavními faktory ovlivňující budoucí poptávku po živočišných výrobcích a následný směr upírání rozvoje tohoto segmentu výroby, obzvláště pokud přihlídneme k faktu, že systémy chovu dobytka zabírají asi 30 procent suchozemské plochy [2].

Jak již ale bylo zmíněno, celkový vývoj by se měl dělit na země rozvinuté a země rozvojové. Jedním z faktorů zavedení tohoto dělení je růst lidské populace v jednotlivých zemích s tím, že do roku 2050 se předpokládá stálý růst světové populace, a to odhadem k množství 9,15 miliardy obyvatel. Nejen ve východní Asii bychom měli zaznamenat negativní vývojový trend. Oproti tomu v subsaharské Africe by měl růst dosáhnout 1,2 procenta ročně [1]. Tyto informace nám napovídají i o způsobu rozvoje území v daných státech neboli o urbanizaci, která je dalším z faktorů ovlivňujících poptávku živočišné produkce. Urbanizace má velký dopad na obecný vývojový průběh spotřeby potravin, ve kterém se jedná i o spotřebu živočišnou. Urbanizací se rozumí vytváření měst, popřípadě úprava jejich dosavadní infrastruktury, vedoucí k vylepšení infrastruktury stávající, a se zlepšením infrastruktury přichází i větší množství chladírenských řetězců, což znamená větší obchod se zbožím podléhajícím zkáze [3].

V České republice je obecně míra urbanizace vyšší, což se odráží i do zemědělství, kde se setkáváme s pojmem Precizní zemědělství (zemědělství 4.0). Precizní zemědělství je termín



používaný k popisu spojení změn, které přinesla čtvrtá průmyslová revoluce v zemědělství. Čtvrtá průmyslová revoluce je totiž symbolem moderních technologií, které zvyšují efektivitu práce, preciznost a efektivitu zpracování dat, a posouvají tak zemědělství na novou úroveň [4]. V 80. letech byly vyvinuty počítače, senzory a výpočetní technologie, stejně jako zdokonalené systémy vozidel, právě s využitím přesného a rychlého řízení pomocí implementace zmiňovaných součástí. Precizní zemědělství si můžeme představit jako nástroj, který klade důraz na přizpůsobení skutečným podmínkám provozu v dané lokalitě, na zásahy ve správném místě, ve správný čas a s náležitou intenzitou. Česká republika je vhodně strukturovaná pro zmiňované precizní zemědělství, neboť zde převažují velké farmy, velké pozemky s rozmanitými podmínkami v různých kombinacích s variabilitou půdy a členitostí terénu [4]. Avšak ani malé a střední farmy nezůstávají v rozvoji a využití precizního zemědělství pozadu. Na farmách tohoto typu probíhá zaměření nejčastěji na kvalitu výrobků, regionální produkty nebo zdravou výživu. Navíc malé a střední farmy jsou nuceny se směrem chytrých technologií upírat čím dál častěji. Hlavně v důsledku nedostatku lidí (zaměstnanců), kteří by chtěli pracovat sedm dní v týdnu téměř od rána do večera, nemluvě o občasných ztížených podmínkách, ve kterých je práce prováděna.

V oblasti chovu zvířat je časová a personální náročnost obzvláště větší a aplikace precizního zemědělství je v současnosti velkou výzvou [5]. První zmínkou nebo náznakem aplikace do živočišné výroby byla konference s názvem „Precizní chov hospodářských zvířat“ konaná v roce 2003 [6]. Zde byla představena myšlenka, že precizní chov hospodářských zvířat využívá kombinace metod a nástrojů pro získávání, sběr a analýzu dat, při kterých využívá nástrojů zahrnující kamery a senzorové technologie, mikrofony, nástroje pro bezdrátovou komunikaci, připojení k internetu a také cloudová úložiště. Avšak aplikace nástrojů precizního chovu hospodářských zvířat při volném chovu může být dosti náročná, protože k němu dochází na přírodních pastvinách o různých velikostech a terénní situaci s dynamickým průběhem [7]. A jelikož vnitřní chov zvířat vzbuzuje v lidech sociální obavy, které ovlivňují spotřebitelské vnímání potravinové bezpečnosti, dobré životní podmínky zvířat, aspekty zdraví zvířat, lidí [8], zvyšuje se množství poptávky po volném chovu zvířat a požaduje se zkvalitnění jejich životních podmínek.

1.1.1 Způsoby chovu dobytka

Důležitým aspektem pro aplikaci precizního zemědělství v živočišné výrobě je nutnost rozlišit způsob chovu dobytka, který dělíme na základní dva typy. Interní chov (restrictive farming) a externí tzv. volný chov (extensive farming).



Interní chov zvířat je z pohledu chovatele velmi náročný na zajištění správných a vyhovujících životních podmínek pro zvířectvo. V současné době nám právě pohoda a příjemnost zvířecího života definuje pojem welfare. Welfare neboli pohoda zvířat představuje stav, ve kterém se organismus zvířete pokouší vyrovnat s prostředím, ve kterém žije. Welfare se definuje jako stav naplnění všech materiálních a nemateriálních podmínek, které jsou předpokladem zdravého organismu, kdy je zvíře v souladu s jeho životním prostředím. Nejedná se přitom jen o splnění základních životních podmínek a zdraví zvířat, předpokládá také i ochranu před fyzickým i psychickým trápením a týráním [9].

Externí chov zvířat (volný chov) sice neobnáší takovou škálu požadavků vázaných s welfare, zato však ztrácí některá zjednodušení poskytovaná právě interním chovem. Externí chov je obecně považovaný za více prospěšný způsob chovu zvířat vůči jim samotným, pohybují se totiž ve svém přirozeném prostředí. Právě přirozené prostředí s otevřeným prostorem a variabilním terénem nabízí zvířatům dostatek pohodlného prostoru například pro ležení, i při natažených polohách, a umožňuje výrazně větší pohyb, což přispívá ke snížení výskytu kulhání a mastid oproti internímu chovu [8]. Co se týká welfare na venkovních pastvinách, kromě výše zmíněných výhod spojených se zdravím a silou dobytka, je nutné zvířatům zajistit dostatečné množství spásné plochy jako část jejich přirozeného stravování. Pokud je plocha pastvy z větší části spasená, měl by chovatel zajistit jiný, alternativní druh krmení zvířectva. Příkladem může být umístění mobilního nebo stacionárního krmelce na pastvinu, kam nejčastěji denně nebo s jinak určenou frekvencí chovatel dováží krmivo, nejčastěji seno ve formě balíků nebo senáž, což je druh konzervovaného krmiva s větším obsahem sušiny, obvykle více než 50% [10]. Samozřejmostí je i nutnost zajistit dobytku dostatek napájení vodou. Pokud by opět hrozil nedostatek přírodních zdrojů pitné vody pro dobytek přímo na pastvině nebo z jiných důvodů by nešlo tento zdroj k napájení využívat, musí farmář zajistit jiný zdroj pitné vody, a to opět buď mobilními prostředky jako jsou napájecí vozy nebo cisterny, anebo stacionárními zdroji vody, tzn. výstavbou napajedel.



Obrázek 1 Pojízdný krmný vůz (krmelec) pro dobytek [11]

I pastviny samy ale působí dvojitým efektem. Nejen, že jsou místem vymezujícím pohyb skotu a dodávají mu potřebnou pastvu, popřípadě pití. Sekundárně ale hrají i roli při udržování venkovské a sociální krajiny. Pokud je přihlíženo na fakt, kdy při vhodném uskupení může potenciálně zvýšit rozmanitost rostlin a poskytnout prospěch fauně, jako je hmyz, savci a ptáci [11]. Ale i přes výše zmíněné přínosy pro okolní prostředí nebo faunu, zde ztrácíme určité výhody oproti internímu chovu. Jedním z příkladů může být přesné a téměř neustálé monitorování a kontrola situace dobytka, která je následně velmi užitečná například pro vhodné přidělování stravy, a tedy nutričních potřeb stáda nebo jednotlivých kusů, a to například z důvodu vyšší obtížnosti instalace kamerového systému nebo jeho nedostatečné pokrytí a rozlišovací schopnosti. Dalším z chybějících systémů může být například vážení jednotlivých kusů, kde ke zvážení musí být dobytek odveden zpět do stájí nebo musí být přivezena mobilní váha. Právě v segmentu monitorování a přehledových systémů tvoří volný chov velkou poptávku po moderních technologiích, které by byly schopny vhodně skloubit velké pokrytí, dobrou rozlišovací schopnost a nízkou finanční náročnost. Právě tyto požadavky poukazují na myšlenku robotizace procesů, automatizaci nebo na využití rychle se rozvíjejících bezpilotních systémů, které tyto požadavky částečně pokrývají.



1.2 Bezpilotní systémy

Bezpilotním systémem se rozumí systém skládající se z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného k umožnění letu, jako například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění a návrat. Bezpilotních letadel, řídicích stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního systému více [12]. Pojmem bezpilotní letadlo, známé také jako dron, je definován jako letadlo určené k provozu bez pilota na palubě [12]. Jedná se tedy o všechna dálkově řízená letadla, ať už o multikoptéry, modely motorových letounů, bezmotorových kluzáků, vrtulníků, vírníků, balónů či padáků. Zároveň je jakákoliv technická součást přímo podílející se na provozu bezpilotního letadla považována za součást celého bezpilotního systému. Mezi tato technická zařízení lze zařadit například odpalovací a vzletové rampy, helipady, záchytné sítě, záchytná ramena, antény, vysílače a přijímače, dálkové ovladače, kamerové systémy, bezpečnostní senzory, ale i přídavné nádrže. Avšak ostatní zařízení, jako přídavné měřicí snímače, přídavná světla atd. nejsou do této kategorie zařazována, jelikož se nejedná o prvky nutné k uskutečnění letu bezpilotního systému, nýbrž o prvky k uskutečnění následné činnosti bezpilotního systému.

Bezpilotní systémy zaznamenaly v posledním desetiletí rychlý dynamický vývoj, a to hlavně díky armádnímu využití, ze kterého se následně posunuly i do civilní sféry užívání, kde nachází své uplatnění hlavně při pořizování videozáznamů a fotografií, při sběru geografických dat a jako prostředek k rekreačním účelům [13]. Kromě letů pro výše zmíněné účely, lze uvést rovněž lety za účelem armádní špionáže, letecká akrobacie s drony, letecké závody a zvýšení úrovně zásahu hasičského záchranného sboru, kde lze pomocí bezpilotního systému lépe lokalizovat skrytá ohniska a zamezit tak nebezpečnému opětovnému vzplanutí, mapování ropovodů, činnosti v zemědělství nebo i lety bez určeného záměru. Ačkoliv se ale může zdát, že bezpilotní systémy jsou výdobytkem současné doby, opak je pravdou. Již v roce 1849 byly bezpilotní systémy armádně využity, i když neefektivně, k bombardování Benátek, kde bylo využito horkovzdušných balónů. Podobných balónů bylo využito následně i při americké občanské válce. Další vývoj a armádní využití systémů přicházel spolu s vývojem nových technologií, např. v roce 1898 používal jistý desátník William Eddy z americké armády dálkově spouštěné kamery přidělané na létající draky [13].

Při uskutečňování určitých zmíněných činností se s velkou pravděpodobností setkáme s pojmy automatický let a autonomní let. Při provozu v tzv. autonomním letu je využíván pojem autonomní letadlo, který je definován jako bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu [12]. Z této definice vyplývá i definice samotného autonomního letu. Jedná se o



druh letu, během kterého pilot na dálku nemá možnost zasahovat do kurzu letadla, ani při provádění nouzových postupů nebo postupů při ztrátě řízení a spojení [14]. Tento pojem by neměl být zaměňován s druhým výše zmíněným pojmem, kterým je automatický let. Při provádění automatického letu postupuje bezpilotní systém dle předem předdefinovaných instrukcí a řídící pilot má možnost v kterémkoliv okamžiku zasáhnout do řízení systému [14].

Z výše uvedených příkladů činností a definic je patrné, že dnešní uživatelé UAS mají nepřeberné množství způsobů využití UAS při využití různých režimů řízení a kontroly. Proto pro zachování vyšší úrovně bezpečnosti letecké dopravy, ale i osob mimo ni bylo nutné zavést určitá pravidla, restrikce a kontrolu nad létáním s bezpilotními letadly. Zvláště velký rozvoj a rozmach bezpilotních systémů na civilním trhu výrazně urychlil tvorbu nutných základních pravidel pro provozovatele systémů.

1.3 Bezpilotní legislativa

S rychle se zvyšující hustotou bezpilotního provozu bylo nutné zavést i odpovídající legislativu. Před touto dobou bylo na každém z jednotlivých států, konkrétně na jeho organizacích zajišťujících leteckou bezpečnost, to, jaká pravidla a restrikce si daný stát zavede. Jako příklad takových organizací lze uvést ve Spolkové Republice Německo organizaci LBA, Luftfahrt-Bundesamt, v sousední Francii jde o DGAC, Francouzský úřad pro civilní letectví, v Polsku Polský úřad civilního letectví a v České republice o UCL, Úřad pro civilní letectví. Piloti bezpilotních letadel se tak museli při přejezdu do jiných zemí seznámit s lokálními nařízeními a předpisy a přizpůsobit se jim. Jelikož tato skutečnost způsobovala komplikace nejen samotným pilotům, ale i úřadům samotným, byla vytvořena nová jednotná legislativa týkající se bezpilotních systémů, jejich pilotů a provozovatelů, tak aby se provoz zefektivnil, ale byla zachována jeho dostatečná bezpečnost. Dalším ze spouštěčů tvorby důraznějších předpisů byla hrozba použití UAS k úmyslnému poškození nebo narušování soukromí, kdy tento problém zmiňuje Úmluva o civilním letectví z roku 1944, která takovéto počínání chápe jako zneužití civilního letectví [15].

1.3.1 Legislativa dle ICAO a EASA

Nejvýše postavenou civilní leteckou organizací na světě, která vydává dokumenty SARPs a PANS, svým členským státům je ICAO (International Civil Aviation Organization). Součástí ICAO je 193 členských národních úřadů, včetně České republiky, jakožto signatářů Chicagské úmluvy 1944 [16]. Těchto 193 států vzneslo požadavek na vznik nového jednotného



regulačního rámce pro bezpilotní systémy létající mimo IFR (Instrument Flight Rules – lety dle přístrojů). Následně ICAO zpracovalo dosavadní pravidla pro létání bezpilotních systémů jednotlivých zemí a na tomto základě vytvořilo nový regulační rámec, který nejlépe zohlednil průnik pravidel a byl doplněn o základní minima. Následně tak ICAO vydává ICAO model regulace bezpilotních systémů část 101, 102 a 149. Part 101 se zaměřuje na bezpilotní systémy do 25 kg MTOW. Part 102 se zaměřuje na bezpilotní systémy s MTOW větší než 25 kg nebo na systémy nespádající do part 101 [17]. Poslední výše zmíněný part 149 se zabývá problematikou schválené letecké organizace pro výcvik dálkově řídicích pilotů, pro kontrolu a certifikaci bezpilotních systémů atd [18].

Na evropské úrovni se nachází organizace EASA (European Union Aviation Safety Agency), kterou je součástí 31 států (27 států Evropské unie a 4 další, kterými jsou Švýcarsko, Norsko, Lichtenštejnsko a Island). Na evropské úrovni má EASA za cíl prosazovat nejvyšší společenské standardy bezpečnosti a ochrany životního prostředí v civilním letectví. Dalším dílčím úkolem organizace je sledovat provádění norem prostřednictvím inspekcí v jednotlivých státech a zároveň poskytuje nezbytnou technickou odbornost, školení a výzkum. I tato agentura v návaznosti na regulační rámce ICAO a nařízení Evropské komise vydává svoji publikaci, ve které slučuje nařízení evropské komise 2019/947 a 2019/945, spolu s vlastními AMC a GM [14]. Nařízení 2019/947 je prováděcím nařízením komise EU o pravidlech a postupech pro provoz bezpilotních letadel. Obecně lze říct, že 2019/947 stanovuje podrobná pravidla pro provoz bezpilotních systémů, jakož i personál včetně dálkově řídicích pilotů a organizací spojených s tímto provozem [19]. Oproti tomu je 2019/945 nařízením komise EU v přenesené pravomoci o systémech letadel a o provozovatelích bezpilotních letadel ze třetích zemí, což v sobě zahrnuje požadavky na projektování a výrobu UAS určených k provozování na základě pravidel a podmínek vymezených Nařízením 2019/947 a doplňkových zařízení pro identifikaci na dálku. Zároveň definuje typy UAS, které podléhají osvědčování, stanovuje pravidla pro dodávání UAS v otevřené kategorii a pravidla pro provozovatele ze třetích zemí v rámci Jednotného evropského nebe [20]. Jednou z velkých změn, která tím vstoupila v platnost, je že již nerozlišujeme, zda se jedná o provoz nekomerční nebo komerční, nýbrž jsou zavedeny kategorie Otevřená (OPEN), Specifická (SPECIFIC) a Certifikovaná (CERTIFIED), které rozlišujeme dle míry rizik.



Tabulka 1 Stručný přehled kategorií provozu UAS

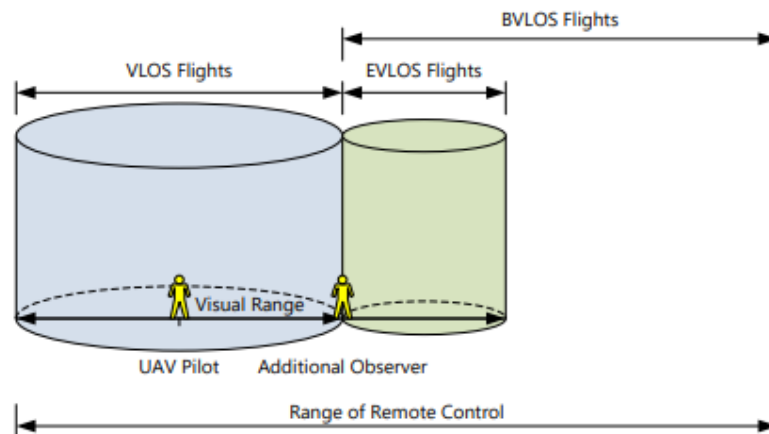
kategorie provozu UAS		
OTEVŘENÁ	SPECIFICKÁ	CERTIFIKOVANÁ
- Nízké riziko - Založeno na VLOS - Bez oprávnění k provozu	- Střední riziko - Povolení na základě SORA - Potřebné oprávnění k provozu	- Vysoké riziko - Certifikovaný provozovatel - Certifikované UAS

Otevřená kategorie provozu

Otevřená kategorie je aktuálně a pravděpodobně i do budoucna nejrozšířenější kategorií provozu UAS v civilním sektoru. Tato kategorie by měla zahrnovat provoz s nejmenšími riziky a bezpilotní systémy jsou zde členěny na příslušné třídy. V této kategorii je umožněno provozovat bezpilotní systém provozovateli či dálkově řídicímu pilotovi, který má za určitých podmínek povinnost registrovat se prostřednictvím registru UCL. Dále dbá, aby svým letem nepřekračoval výšku 120 m nad terénem a současně neporušoval žádná z omezení pro otevřenou kategorii, a to zejména vzdálenost od nezapojených osob. Jeho bezpilotní systém není těžší než 25 kg ale současně spadá do příslušných tříd (C0 – C4) přičemž registrace dronu není nutná u bezpilotních prostředků lehčích 250 g bez kamery nebo označených jako hračka. Podmíněná je ale skutečnost, že pilot absolvuje online školení a test příslušné podkategorie provozu.

Důležitou podmínkou je, že let probíhá za stálého vizuálního kontaktu, což značíme jako VLOS (Visual Line Of Sight neboli na přímý dohled pilota). V takovémto případě není pomyslná spojnice očí pilota a ovládaného letadla nijak narušena jakýmkoliv cizím objektem ani jinak ovlivněná meteorologickými podmínkami. Opakem VLOS je BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight neboli mimo dohled pilota), avšak tento typ provozu je v otevřené kategorii bez povolení vydaného UCL zakázán. Provoz BVLOS můžeme očekávat u určitých činností, jako například screening obytných budov, kdy nám bezpilotní letadlo zaletí za střechu budovy a my s ním ztratíme vizuální dohled nebo při nočních letech, kdy letadlo nejsme schopni vidět v důsledku nedostatečně osvětlené situace. Mohou, ale neměly by nastat situace, kdy BVLOS podmínky nastanou náhle a nečekaně, například nečekané zhoršení meteorologické situace (déšť, mlha, sněžení, oblačnost atd.) Kromě BVLOS se můžeme setkat ještě s tzv. EVLOS (Extended Visual Line Of Sight). Jedná se o speciální typ provozu, kdy můžeme zažádat příslušný úřad o vydání povolení pro tento typ letu. Při umožnění provádění letů s bezpilotními letadly za podmínek EVLOS využíváme k pozorování letadla další osobu, která je řádně proškolená a

znalá, které informace má pilotovi hlásit atd. Tohoto typu se využívá například u tzv. FPV dronů, kdy má na sobě dálkově řídicí pilot nasazené FPV brýle, které mu přenášejí obraz přímo z kamery dronu a pilot tak má pocit tzv. pohledu první osoby, avšak v ten okamžik musíme využít další osobu a provozovat let za podmínek EVLOS [21].

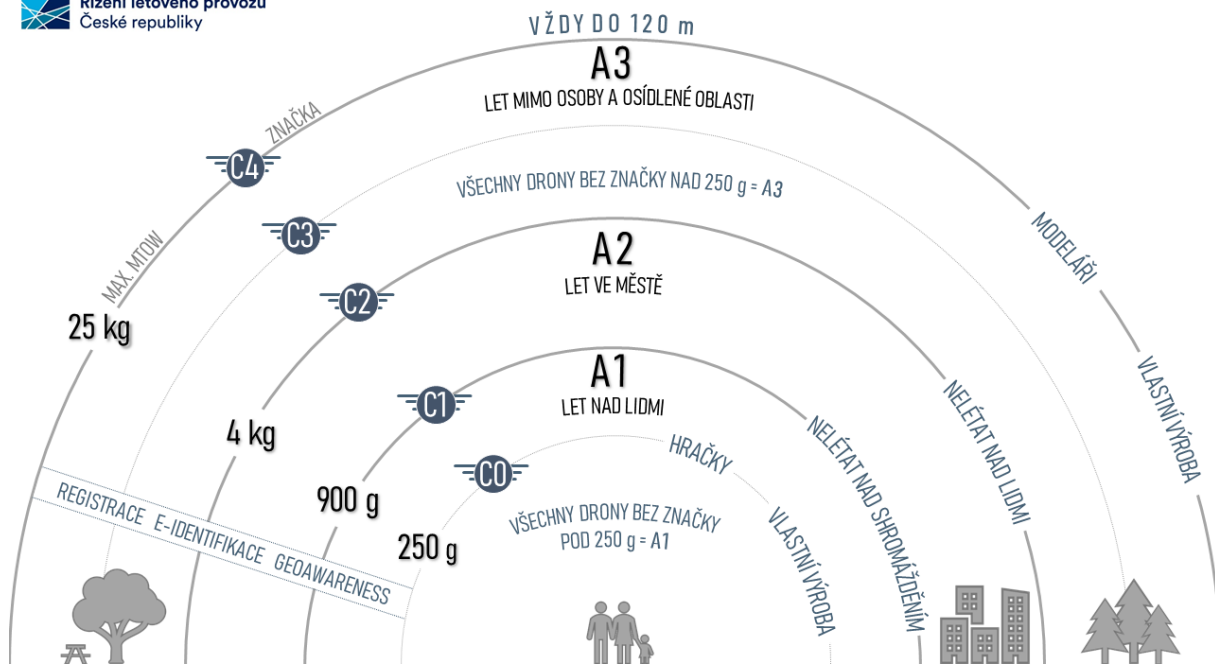


Obrázek 2 Ilustrace VLOS, BVLOS a EVLOS [24]

Otevřená kategorie se dále dělí do tří podkategorií A1, A2 a A3. Tyto kategorie od sebe odlišuje možný rozsah hmotnosti dronu, minimální vzdálenost od lidí a míra potřebné kvalifikace pilota. V podkategorii A1 může být provozován dron o hmotnosti nepřevyšující 250 g, přičemž se pilot musí vyhnout přelétávání nad shromážděními osob a absolvovat online školení a zkoušku.

V podkategorii A2, tedy od 900 g do 4 kg, musí pilot udržovat bezpečnou vzdálenost nejméně 30 m, kde za předpokladu aktivace nízkorychlostního režimu může být tato vzdálenost snížena až na 5 m. Pilot zároveň musí doložit prohlášení o praxi a absolvovat rozšířenou zkoušku na příslušném úřadu. Drony jsou zde značeny štítkem/kategorií C2.

V poslední podkategorii A3 mohou být provozovány bezpilotní prostředky třídy C2, C3 a C4 nebo soukromé stavby letadel s MTOW do 25 kg. Let smí být prováděn v minimální vzdálenosti 150 m od obytných, rekreačních a obchodních zón a nesmí být ohroženy žádné nezapojené osoby.



Obrázek 3 Grafické vyobrazení podkategorií provozu [25]

Specifická kategorie provozu

Pokud svým charakterem a povahou nespĺňuje provoz UAS některou z výše uvedených podmínek v otevřené kategorii, přesouvá se do kategorie specifické, kde se očekává větší provozní riziko. V důsledku vyššího provozního rizika je nutné zažádat o provozní oprávnění příslušný úřad, který povolení vydává na základě zhodnocení operačních rizik a opatření proti nim. Právě zhodnocení operačních rizik má své náležitosti a mělo by obsahovat:

- přesný popis zamýšlené činnosti s UAS,
- návrh komplexních cílů provozní bezpečnosti,
- identifikace vzdušných ale i pozemních rizik, například pro nezapojené osoby a předměty,
- technické parametry UAS a způsobilosti obsluhy.

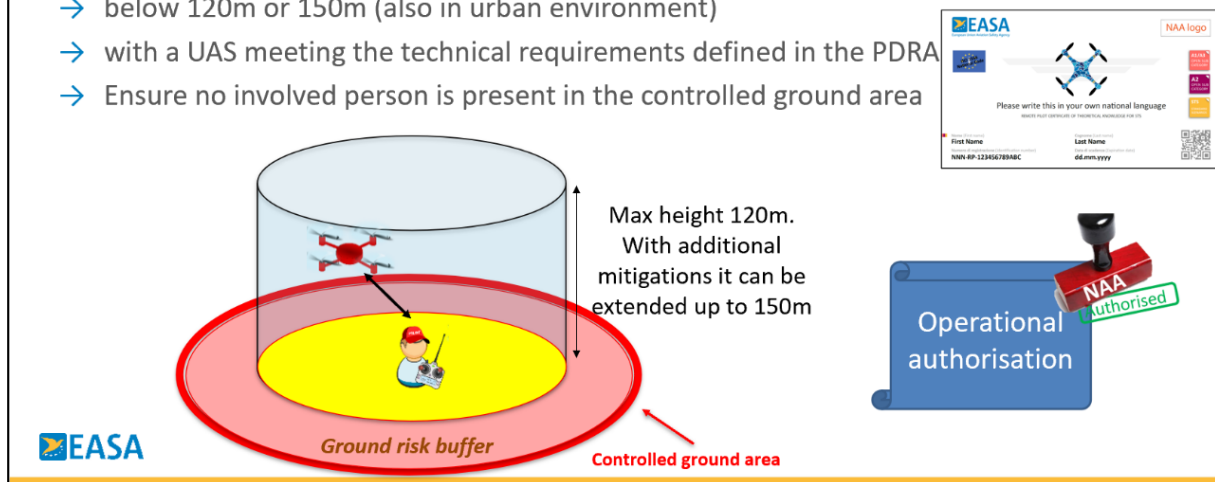
Zmiňovaným zhodnocením operačních rizik se zabývá směrnice SORA (Specific Operation Risk Assessment). Alternativou k této směrnici je tzv. PDRA (Predefined Risk Assessment), předdefinované hodnocení rizik. Za jejich vydáním opět stojí EASA, která zde tentokrát i riziko pro určité typy provozů sama posoudila. Předpokladem je rychlejší a snadnější postup při žádosti o vydání oprávnění k provozu pro provozovatele, které je zde stále k uskutečnění

provozu zapotřebí. Příkladem může být PDRA S-01 zahrnující zemědělské práce, nákladní operace krátkého dosahu.

Predefined risk assessment PDRA S-01

AMC3 to Article 11 to Regulation 2019/947

- VLOS
- below 120m or 150m (also in urban environment)
- with a UAS meeting the technical requirements defined in the PDRA
- Ensure no involved person is present in the controlled ground area



Max height 120m.
With additional mitigations it can be extended up to 150m

Ground risk buffer

Controlled ground area

EASA

Operational authorisation

NAA authorised

Obrázek 4 PDRA S-01 [26]

Nebo PDRA S-02 zahrnující dohled, zemědělské práce, operace krátkého dosahu [22].

Predefined risk assessment PDRA S-02

AMC4 to Article 11 to Regulation 2019/947

- BVLOS (up to 1km distance or 2 km if airspace observer is used),
- below 120m or 150m (not in urban environment)
- with a UAS meeting the technical requirements defined in the PDRA
- Ensure no involved person is present in the controlled ground area

Operational authorisation

Obrázek 5 PDRA S-02 [26]

Výjimkou jsou tzv. standardní scénáře (STS – standard scenarios), publikovaných EASA. Jedná se o již předdefinovanou formu, většinou vázanou na daný typ prováděné činnosti, kdy dálkově řídicímu pilotovi stačí na příslušný úřad zaslat prohlášení o souladu se standardním scénářem, které je aplikovatelné pro jeho zamýšlenou činnost. Druhou výjimku tvoří provozovatelé vlastníci osvědčení provozovatele lehkého UAS, zkráceně LUC, které je striktně vázané na provozní zkušenosti držitele, které jsou v souladu s postupy dle EU [23], [24]. Příkladem může být organizace AMO (Approved Maintenance Organization – Schválená organizace údržby). Již od 90. let 20. století probíhají různé výzkumy, jak aplikovat a využít roboty při vnější kontrole letadel. Ve druhé polovině roku 2010 některé společnosti investovaly do výzkumu automatické kontroly s využitím UAS, jako je Blue Bear a Createc s využitím RISER (Remote Intelligent Survey Equipment for Radiation) nebo Airbus s projektem Aircam [25]. AMO by tedy v budoucnu mohlo UAS využívat při údržbě větších dopravních letadel tak, aby došlo ke zjednodušení a urychlení prvotní inspekce draku letadla. Pokud by došlo k provozu UAS například na apronu, jednalo by se rozhodně o zvýšené provozní riziko s vysokou variací provozních podmínek u každého letu a nebylo by ideální a efektivní při každé inspekci žádat o nové oprávnění k provozu.



Samozřejmě častějšími případy, kdy pravděpodobně bude provozovatel žádat o vydání oprávnění k provozu, budou například filmařské letecké práce z důvodu lokace nebo výskytu velkého množství nezapojených osob do provozu, anebo průzkumné práce, například nad ropovody nebo plynovody a teplovody.

Certifikovaná kategorie provozu

Poslední kategorií provozu je kategorie certifikovaná, ve které probíhá regulace provozu dle článku 6 prováděcího nařízení. Do této kategorie je automaticky zahrnut provoz, pokud je UAS navržené dle článku 40 návrhového předpisu a současně pokud by zamýšlený provoz probíhal nad davy lidí nebo pokud jsou přepravovány osoby nebo nebezpečné zboží, které by mohlo způsobit vysoké riziko pro okolní osoby a okolí. A v neposlední řadě může správní orgán vyhodnotit provoz jako provoz s vysokým provozním rizikem a automaticky ho tak přiřadit do certifikované kategorie. V této kategorii přibývá ještě povinnost certifikovat provoz jako celek, tzn. společnost zapojenou do provozu, piloty, řízení monitoringu údržby a monitorování organizace údržby pro řízení zachování letové způsobilosti (CAMO) [23]. Uplatnění této kategorie se předpokládá hlavně u vizí zahrnující přepravu osob uvnitř měst pomocí UAS, bohužel ale ruku v ruce pouze s koncepty UAS, které by tuto přepravu byly schopné uskutečnit je i specifická kategorie stále ve vývoji a očekává se její postupné upřesňování [26].

1.3.2 OOP LKR10 – UAS a zákon 49/1997

ICAO, nadnárodní organizace vydávající standardy a doporučení a dále EASA vydávající nařízení a regulace, ztělesňovaly podnět k úpravě regulačního rámce, kdy následně ze strany ÚCL došlo k implementaci regulačního rámce pro bezpilotní systémy na národní úrovni ČR. V ČR je provoz civilní letecké dopravy a její infrastruktura provozována dle zákona o civilním letectví 49/1997, kterému podléhá, a který vešel v platnost 1. dubna 1997. Sestává se z dvanácti částí, které pokrývají základní ustanovení, letecký rejstřík, požadavky na letecký personál, nároky na letiště a letecké stavby, podmínky užívání vzdušného prostoru České republiky a letecké služby, letecké činnosti, sportovní létající zařízení. Zakomponovávají ochranu civilního letectví před protiprávními činy, k tomu navazující státní správu a přestupky v civilním letectví, závěrečná ustanovení a poté doplněk o živnostenském podnikání (živnostenský zákon) atd. V roce 2023 došlo k aktualizaci znění zákona, což mělo velký dopad na provoz UAS na území ČR. Stěžejní částí pro provoz je Část pátá, Hlava I, § 44 až § 44j. Právě tyto paragrafy jasně vymezují možnosti úřadu, za jakých okolností smí vydat opatření obecné povahy, a zmiňují například i příslušníky PČR, kteří mohou zakazovat lety v určitých



oblastech za určitých okolností nebo jinak omezovat lety v definovaných oblastech v zájmu zachování bezpečnosti osob, majetku nebo pro obranu státu.

Oproti tomu bude provozovatele UAS a sdružení provozovatelů UAS zajímat spíše Hlava IV, s názvem Bezpilotní systémy. Tato hlava je rozdělena do pěti dílů a v nich do několika paragrafů. Díl první se zabývá provozovateli UAS, jejich registrem, procesem podání žádosti o vydání oprávnění, ale i možným odnímáním oprávněním provozovatele. V dílu dva jsou podrobně rozebrány informace a požadavky týkající se dálkově řídicího pilota, například i to, že může být dálkově řídicí pilot vyzván Policií České republiky k prokázání totožnosti, přerušení letu a podrobení se orientační dechové zkoušce. Díl třetí se zabývá spolky a jejich pravomocemi a díl čtvrtý společnou informační službou a řízením UAS. A v posledním dílu, tedy pátém, se klade důraz na použití ustanovení zákona a předpisů Evropské unie vztahující se k UAS [27].

UCL ale ještě před novelizací zákona 49/1997 využil svých kompetencí a v roce 2020, jako věcně a místně příslušný orgán, vydal opatření obecné povahy, s platností od 31. 12. 2020, kterým stanovil omezený prostor LKR10 – UAS. Tento prostor zřídil za účelem dodatečného uplatnění nařízení EU 2019/947, kde je oblast platnosti vymezena ve vertikální rovině GND a FL660 a v horizontálně hranicích České republiky [28]. Zřízení zmíněného prostoru nad celým územím ČR bylo mnohem rychlejším a efektivnějším způsobem, jak regulaci UAS úspěšně adoptovat.

1.4 V současnosti využívané bezpilotní systémy

Množství použití bezpilotních systémů v letectví rychle roste v mnoha doménách civilních aplikací, včetně monitorování v reálném čase, poskytování bezdrátového pokrytí, vzdáleného průzkumu, vyhledávání a záchrany (SAR), dopravě zboží, využití za účelem bezpečnosti a dohledu anebo přesného zemědělství. Na trh s UAS přicházejí stále nové a nové firmy, zabývající se jejich vývojem a prodejem, ale i firmy, které po těchto systémech vytvářejí poptávku. Jednou z takových firem je čínská DJI. Provedené výzkumy jí identifikují jako globálního lídra v oblasti hobby a komerčně dostupných dronů, přičemž zastupovala 76,8% podílu celosvětového trhu. Ve zbylé části byli zmiňováni výrobci jako Intel s 3,7 %, Yuneec s 3,1 % a Parrot s 2,2 % [29].

Právě výrobci UAS by měli zaručit určitou úroveň integrity stejně jako je integrita zaručena u letadel s posádkou na palubě. Zároveň by tedy měli zaručit kvalitu materiálů, součástí a vyrábět je tak, aby při předpokládaných podmínkách jejich užívání nebyly osoby v jejich



blízkosti nebo při jejich řízení vystaveny žádnému riziku. Nutností je i provedení takových kroků, vedoucích ke zmírnění rizik, včetně bezpečnostních, tak, aby UAS mělo odpovídající vlastnosti a funkce. Pro specifickou a certifikovanou kategorii již existují dříve vzniklé zákony o letecké dopravě, které vyžadují certifikaci o letové způsobilosti UAS, pokud UAS překračuje určité mezní hodnoty. Nové požadavky na certifikované drony jsou však ale ve stálém vývoji. Na UAS v otevřené kategorii je aplikován jiný přístup, kde je na ně nahlíženo jako na produkty a jsou rozděleny do pěti standardizovaných tříd (C0-C4) a dvou evropských standardizovaných scénářů (STS-01 a STS-02) pro UAS s klasifikačními štítky C5 a C6, kde každá má svoji specifickou úroveň standardů [15].

1.4.1 Dělení dle standardizovaných tříd

Jak již bylo zmíněno, otevřenou kategorii provozu rozdělujeme do několika podkategorií (A1-A3). V návaznosti na tyto podkategorie se vážou i jednotlivé standardizované třídy. Nejnižší třídou je třída C0. Tato třída zahrnuje všechny UAS do 250 g s maximální provozní rychlostí 19 m/s [30]. Současným zástupcem této třídy je DJI Mini 3 PRO s váhou 249 g a maximální provozní rychlostí 16 m/s [31].

Další z tříd bezpilotních systémů je třída C1, do které spadají bezpilotní systémy ve váhovém rozmezí 250–900 g. Případně je zde uvedena, jako u jediné ze všech tříd, maximální dopadová energie činící 80 J. Maximální provozní rychlost opět nesmí překročit stanovenou hranici, a to 19 m/s, ale oproti třídě C0 přibyla povinnost vybavení UAS failsafe systémem, omezení hlučnosti na maximálně 85 dB, povinnost mít UAS vybavené sériovým číslem, implementovaný systém geoawarness, který informuje pilota na omezené prostory a vybavení světly [30]. Zástupcem této kategorie může být DJI Mavic 3 s váhou 895 g a udávanou maximální rychlostí 21 m/s, která je však v EU regulována na 19 m/s. Požadavek na failsafe systém je u toho modelu řešen například automatickým návratem na bod vzletu [32].

Po třídě C1 následuje třída C2. Do této třídy spadají UAS ve váhovém rozmezí od 0,9 – 4 kg. Maximální provozní rychlost je omezena nastavením na 3 m/s s výjimkou letounů. Rozdíly oproti předchozím dvěma kategoriím jsou v možnosti upoutaného provozu, zabezpečeném řídicím a kontrolním spoji a maximální hlučností 97 dB, s přihlédnutím na MTOM opět ale s výjimkou letounů [30]. Do této třídy lze zahrnout DJI Phantom 4 RTK s MTOM 1391 g, maximální rychlostí letu 16 m/s s možností regulace a hlučností kolem 76,5 dB. U tohoto modelu je uvedena zkratka RTK, značící fakt, že je model vybaven modulem RTK (Real-Time Kinematics). Využití tohoto dronu je tedy primárně při mapování [33].



Další třídou je třída C3. Modely s označením třídy C3 automaticky spadají do podkategorie provozu A3 a opět jsou definovány požadavky na jejich váhu a rozměr. Váhový limit zde tvoří hranice 25 kg a rozměr je omezen maximálně 3 m. Oproti předchozím třídám zde není nijak omezena maximální provozní rychlost ani hlučnost, která však musí být nahrazena povinným štítkem, což neplatí pro letouny. Nutností je opět vybavení failsafe systémem, zabezpečený řídicí a kontrolní spoj, indikace nízkého stavu nabití baterie a světla pro řiditelnost a odlišení [30]. Povinností je uskutečňování letů mimo obydlené oblasti, a to v minimální vzdálenosti 150 m. Mezi zástupce této kategorie se řadí stroje jako DJI Matrice 600 Pro s MTOM 15,5 kg nebo DJI Inspire 2 s MTOM 4,25 kg [34], [35].

Poslední třídou pro rozlišení dronů v otevřené kategorii je třída C4. Stejně jako třída C3 spadá třída C4 automaticky do podkategorie provozu A3. Třídy C3 a C4 jsou si tak velmi podobné a liší se pouze v drobných detailech. Třída C4 byla primárně zřízena kvůli provozovatelům bezpilotních systémů, které si zhotovili sami doma a nezapadali by do zbylých čtyř kategorií. MTOM tak zůstává na 25 kg, ale ruší se velikostní omezení 3 m a je zrušeno omezení na výkonnost pohonu. Již není nutná identifikace za letu, geoawarness, povinnost vybavení sériovým číslem a klade se důraz na zákaz používání automatického letu v rámci failsafe systému. Zakazuje se upoutaný provoz [30]. Do této třídy můžeme řadit doma vyrobené modely různými fanoušky letecké modelařiny nebo jiné modely do 25 kg.



Tabulka 2 Shrnutí tříd bezpilotních systémů v otevřené kategorii

parametry	Třídy UAS v otevřené kategorii provozu:				
	C0	C1	C2	C3	C4 (modely)
maximální vzletová hmotnost	< 250 g	< 900 g nebo < 80 J (dopadová energie)	< 4 kg	< 25 kg a 3 m	< 25 kg
maximální provozní rychlost	< 19 m/s	< 19 m/s	nastavitelné < 3 m/s (kr.letounů)	ne	ne
maximální výška letu nad zemí	< 120 m AGL	< 120 m AGL	< 120 m AGL	< 120 m AGL	ne
pohon - omezení	elektro < 24 V	elektro < 24 V	elektro < 48 V	elektro < 48 V	ne
follow-me režim	< 50 m	< 50 m	ne	ne	ne
failsafe systém	ne	ano	ano (kr.upoutaných)	ano (kr.upoutaných)	jen přednastavená poloha, zákaz automatického letu
upoutaný provoz	ne	ne	lanko < 50 m	lanko < 50 m	ne
zabezpečený řídicí a kontrolní spoj	ne	ne	ano (kr.upoutaných)	ano (kr.upoutaných)	ne
limitovaná hlučnost	ne	< 85 dB (kr.letounů)	< 97 dB dle MTOM (kr.letounů)	ne, jen povinný štítek (kr.letounů)	ne
sériové číslo	ne	ano	ano	ano	ne
identifikace za letu	ne	ano (sér.č., reg.č.provozovatele, poloha, výška, traťový úhel a rychlost a poloha pilota nebo místa vzletu)	ano (kr.upoutaných) (sér.č., reg.č.provozovatele, poloha, výška, traťový úhel a rychlost a poloha pilota nebo místa vzletu)		ne
geo-awareness	ne	ano (upozornění pilota na omezené prostory)			ne
indikace nízkého stavu baterie	ne	ano	ano	ano	ne
světla pro říditelnost a odlišení	ne	ano	ano	ano	ne
uživatelská příručka	ano	ano	ano	ano	ano
informační leták EASA	ano	ano	ano	ano	ano

1.4.2 Dělení dle způsobu profesního použití

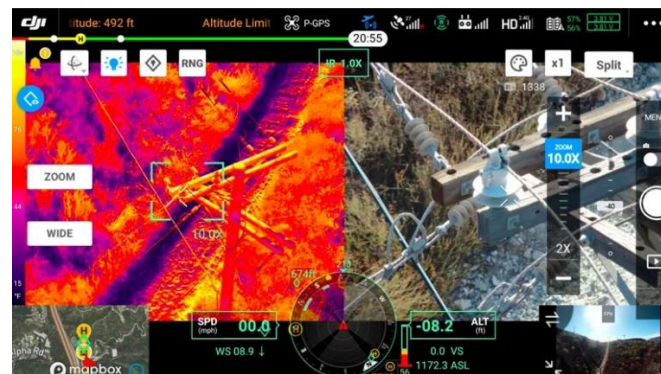
V kapitole 1.2 bylo uvedeno několik příkladů možného využití bezpilotních systémů v rámci určitých profesí. Tato kapitola se zaměřuje na jejich rozdělení do tří příkladových skupin a následně i na zařazení dronů do těchto skupin a přidělení jejich vlastností. Zmiňované tři skupiny jsou filmová produkce, realizovaná filmovými ateliéry, skupina SAR, kde je provoz



nejčastěji realizován složkami IZS, poslední skupinou je skupina agrárního využití, realizovaná provozovateli farem a statků.

První skupina využívá bezpilotní systémy při natáčení filmů a jiných mediálních forem, focení a k uskutečňování jistých efektů. Důraz je zde kladen primárně na kamerový systém bezpilotního zařízení, jeho stabilitu, hlučnost, ale i víření vzduchu, které by mohlo způsobit vyrušení diváka a podnítit jeho myšlenku na neprofesionalitu tvůrců díla. Mezi nejčastěji zastoupený model této kategorie bych mohl uvést již zmíněný DJI Inspire 2. Se svojí průměrnou pořizovací cenou 3399 EUR [36] je pro filmaře nemalým finančním výdajem, avšak posouvá úroveň celého díla na vyšší úroveň a to právě díky svým schopnostem, které by nemohly být konvenční kamerou dosaženy, nebo by bylo nutné užít například vrtulníků, které jsou však velice finančně náročné a mnohdy neumožňují provoz v urbanistických oblastech.

Ve druhé skupině jsou zastoupeny bezpilotní systémy provozované výhradně složkami IZS. V současné době se již můžeme setkat s použitím bezpilotních systémů v rámci složek požární ochrany nebo policie. Zdravotnické záchranné služby zatím tyto systémy hojně nevyužívají, avšak vznik nových systémů adekvátních pro tento provoz je ve vývoji. Příkladem může být dron vyvinutý holandskou univerzitou Delf University. Jedná se o resuscitační dron neboli dron vybavený přístrojem AED (Automatizovaný Externí Defibrilátor), který může být v případě potřeby vyslán k pacientovi a razantně tak zvýšit šanci na obnovení základních životních funkcí pacienta. Avšak i tento projekt je stále ve vývoji a testování [37]. Ve zbylých dvou příkladech (policie a hasičský záchranný sbor) je využíváno neupravených dronů. Policie je ukázkovým příkladem, kdy jsou bezpilotní systémy využívány primárně k přehledu určitých situací nebo mapování přestupků. Hasičský záchranný sbor také využívá standardních bezpilotních systémů k získání přehledu nad určitou situací, avšak v drtivé většině využívají drony vybavené termokamerou, která umožňuje efektivní lokalizaci například skrytého ohniska. I tyto bezpilotní prostředky jsou ale již vyráběny a s termokamerou i distribuovány na trh. Příkladem může být DJI Mavic 3E (enterprise) vybavený termokamerou, RTK modulem a reproduktorem. Se stejným dronem se můžeme setkat ve více aplikacích SAR [38].



Obrázek 6 Pohled pracovníka na objekty pomocí termokamery [40]

Poslední uvedenou skupinou je agrárního využití. Jedná se tedy o bezpilotní systémy využívané v zemědělství. V současné době jsou drony v zemědělství využívány primárně při snímkování úrody a k postřiku polí a úrody na ochranu plodin před škůdci. Ostatní druhy využití v zemědělství zatím nejsou nijak známé. Při zmíněném postřiku polností je kladen důraz na kapacitu nádrže na vypouštěný materiál, maximální dobu letu a maximální plošné pokrytí za sledované časové období. Právě kvůli první zmíněné kapacitě nádrže, která zásadně ovlivňuje vzletovou hmotnost bezpilotního systému a je limitována maximální vzletovou hmotností, nejsou v současné chvíli v ČR bezpilotní systémy hojně využívány a stále je využíváno konvenčních metod postřiku. Hlavní benefit, který výrobci zemědělských dronů shledávají za přínosný, je snížení ekologického zatížení planety, a to z důvodu emisí, ale i přesné aplikace látek v přesně určeném množství. Příkladem může být Asie, která využívá drony při postřikování v 30 % celkových případech aplikace hnojiv a dalších látek. Primární využití nalézají na čajových polích v horských oblastech s obtížně přístupným terénem, kde zbavují pracovníky nutnosti procházení pole s ručním postřikovačem umístěným na zádech [39].

1.4.3 Drony využívané v zemědělství

Jak již bylo zmíněno, v zemědělství se primárně setkáme se dvěma využitími, snímkování a analýza polí a aplikace postřiku úrody. V prvním uvedeném příkladě se setkáme se standardními drony pouze osazenými speciálním vybavením, různými kamerami nebo snímači. Příkladem může být modelová řada Matrice, a to konkrétně Matrice 30 series nebo Matrice 300 RTK. Z menších modelů se můžeme setkat s DJI Mavic 3M nebo DJI P4 Multispectral, který je primárně určen ke sběru dat o zdraví a stavu plodin.

Ve druhém způsobu využití se setkáme se speciálně vyvinutými drony s jedinečným způsobem použití. Konkrétně se jedná o bezpilotní systémy určené primárně k postřiku polí.

Tyto drony jsou vybaveny nádrží nebo kontejnerem pro rozprašované médium, které je rozváděno až do rozstříkovacích trysek. U některých modelů se můžeme setkat se sensorickým vybavením napomáhající k přesné aplikaci v potřebném množství. Celkově ale z tohoto konstrukčního řešení vychází další požadavky na zbylou primární konstrukci bezpilotního systému. Kvůli váze je nutné použít silnějších struktur ale pro snížení váhy lehčích materiálů, v určitých případech je potřebné použít více pohonných jednotek zároveň atd. Firma prosazující využití dronů v aplikování hnojiv a dalších látek na polích je DJI, která nabízí svůj model AGRAS T40, který je osazen koaxiálním systémem dvou vrtulí, nádrží na 40 kg média nebo kontejnerem na 50 kg. Udávaná výkonnost modelu je v případě zemědělské půdy 21,3 hektaru za hodinu, v případě sadu 4 hektary za hodinu a v případě čerstvého osetí je aplikace hnojiva 1,5 tuny za hodinu. Výhodou tohoto modelu je možnost využití párování a sdílení dat z výše zmíněného modelu stejného výrobce DJI P4 Multispectral, které ještě zvyšuje přesnost aplikace [40].



Obrázek 7 AGRAS T40 [43][47]

Kvůli možnosti zavěšení vyššího množství látky nebo materiálu pod dron tedy došlo k zvětšení celé konstrukce a to tak, že jeho šíře dosahuje 3,15 m a maximální vzletová váha 101 kg [40].



Úměrně ale k jeho specializaci, velikosti a množství použitých technologií je určena i jeho cena, která se pohybuje kolem 20 000 USD [41].



2. Metodika

Celá případová studie je realizována na jedné konkrétní farmě, a to Farmě Škoda. Jedná se o malou farmu zaměřenou na chov masného plemene s produkcí hovězího masa v biokvalitě. Pastvina je umístěna v bezprostřední blízkosti farmy tak, že je umožněno v případě potřeby otevřít propojení s hlavní budovou. Běžně se toho využívá pro vypuštění zvířectva na pastvu v ranních hodinách a pro opětovné zpětné navedení do stájí v hlavní budově. Standardně se tato propojení využívají i v zimních měsících, ale pouze za předpokladu, že se venkovní teploty nepohybují v mínusových teplotách. V takových případech není skot vypouštěn ven kvůli prevenci nachlazení, zranění atd. Přiléhající pastvina je poměrně členitá s výrazně proměnným výškovým profilem. Skrz pastvinu vede od hlavní budovy perková cesta s výraznějším sklonem stoupání, která končí přibližně v jejím prostředku. Právě tyto skutečnosti uspořádání poukazují na možný přínos v případě využití bezpilotního systému za účelem monitoringu, kdy dojde k eliminaci dojezdového času momentálně využívaného pozemního dopravního prostředku. Členitost pastviny, její proměnný výškový profil nebo sklon cesty již nehrají při využití bezpilotního systému roli, avšak u dříve využívaných konvenčních metod byly pro zajištění činnosti farmy zásadní.

2.1 Činnosti farmy při volném chovu

Farma jako taková má při chovu zvířat hned několik základních funkcí. Nejenom zásobovat lokální nebo i zahraniční trhy svou produkcí např. masa nebo mléka, nýbrž i poskytovat základní minima chovaným zvířatům, potřebná pro jejich volný chov. Mezi jedno z těchto minim řadíme pravidelnou kontrolu stáda, která by se měla provádět minimálně jednou denně, přičemž je na každém ze statkářů, jakou frekvenci kontrol si zvolí. Při takovéto kontrole se chovatelé zaměřují na kontrolu počtu kusů dobytka. Například zda nedošlo ke snížení počtu kusů stáda, ať už útekem nebo uhynutím. Při takovémto zjištění se musí zaběhnuté nebo uhynulé zvíře opět najít. Avšak mohou nastat i opačné případy, kdy počet kusů dobytka ve stádě vzroste. Tato situace může nastat, pokud by do zmiňovaného stáda zběhlo zvíře ze stáda jiného, nebo vlivem porodu některého z kusů.

Mapování porodů je tedy jedna z dalších činností farmáře při kontrole stáda. Farmář kontroluje březí jalovice, zda již porodily, nebo zda nepřicházejí nějaké komplikace, které se většinou na kuse projeví zvláštním chováním. Distančováním od stáda nebo nezvyklou polohou vleže atd. Díky těmto symptomům je možné identifikovat i kusy, které nejsou březí, ale mohou trpět nějakou nemocí skotu. Může se jednat o staré kusy ale i malá telata, která jsou právě jednou



z nevíce ohrožených skupin ve stádě. Po porodu bývají často velmi slabá a mají zhoršené vidění. Je tedy nutné, aby při kontrole bylo jasně viditelné že se telata nachází v dosahu stáda, které po čas dne mění svoji pozici po pastvině. Malé kusy jsou ohroženy ale i možným zašlápnutím, prochladnutím nebo jinými riziky.

Obecně je ale pro farmáře také velmi důležitá informace o samotné poloze stáda na pastvině. Ačkoli se zdá tato informace zanedbatelná, na oplůtkem vymezeném prostoru zkušený farmář dokáže z pozice stáda odhadnout mnoho faktorů, jako jeho potřeby, nebo zda se někde na pastvině něco děje. Velmi rychle tak může zjistit, že zvířectvu chybí například krmivo anebo dostatek vody, kterou se může dobytek napájet.

2.2 V současnosti využívané prostředky farmy

Aby byla umožněna chovateli kontrola stáda, je nutné zajistit jeho dopravu za stádem. Jednou z možností je, že by se chovatel dostavil za stádem sám, bez využití dopravního prostředku. Tato metoda je neefektivní z důvodu časového zatížení. Proto se v současnosti využívá motorizovaných dopravních prostředků, které jsou v tomto ohledu vhodnější.

Mezi nejvyužívanější prostředek pro dopravu můžeme zařadit vozidlo, typicky kategorie N1 (zejména terénní vozy). Toto vozidlo nabízí chovateli určité pohodlí při dopravě, zkrácení doby nutné pro přepravu, ale i možnost s sebou na pastviny k dobytku pohodlně vzít potřebné vybavení, např. pokud by musel být opraven oplůtek, aby dobytek neutekl, vybavení potřebné k porodu dobytka anebo malé pamlsky pro zvířata. Terénní vozidlo můžeme zařadit mezi středně rychlý způsob dopravy. V současnosti využívané vozidlo farmy můžeme vidět na obrázku 11. Jedná se o identické vozidlo, které bylo využito pro případovou studii.



Obrázek 8 Momentálně využívané terénní vozidlo

Jako zástupce rychlejšího způsobu dopravy můžeme uvést vozidla kategorie L (čtyřkolky), nebo pracovní UTV. UTV je zkratkou pro utility terrain vehicle, což je druh vozidla v drtivé většině spadající ještě do kategorie L (čtyřkolky), ale může výjimečně spadat i do kategorie T (traktor) [42]. V tomto případě se sice jedná o rychlejší způsob dopravy, bohužel ale za ztráty určitého komfortu při dopravě a snížení přepravní kapacity materiálu a vybavení. Další nevýhodou je omezení přepraveného počtu osob, nejčastěji na dvě. Co se pořizovací ceny týká, některé čtyřkolky či UTV mohou svojí pořizovací cenou přesahovat pořizovací cenu ojetého či nového terénního vozu.

Posledním ze zástupců je zástupce nejpomalejšího způsobu motorizovaného transportu, tedy kategorie T (traktor). Tento zemědělský dopravní prostředek může ve spojení s přípojným vlekem umožnit přepravu velkého množství vybavení nebo materiálu, jako je třeba krmivo nebo pitná voda. Maximální počet přepravovaných osob je stejně jako u čtyřkolek omezen dvěma osobami a zároveň je potřebné zmínit pomalejší rychlost a zvýšenou spotřebu paliva oproti předchozím dvěma zmíněným dopravním prostředkům. Velmi nezanedbatelným faktorem při provozu je prvotní pořizovací cena, která se může vyšplhat až na několik milionů korun



2.3 Parametry použitého dronu při studii

Z výše definovaných činností farmy a funkcí aktuálně využívaných dopravních prostředků byly identifikovány ty nejčastěji zastoupené činnosti a funkce. Rozhodující pro chovatele, případně tak pro jeho zaměstnavatele bude časová náročnost, která se projeví i ve finanční náročnosti úkonu. Dále komfort pro chovatele, při kterém samotnou kontrolu provádí. A samozřejmě i pořizovací cena potřebné techniky umožňující dohled. Pro výběr bezpilotního systému tak jsou tyto parametry klíčové. Při použití bezpilotního systému je komfort stejný, ať je použit libovolný bezpilotní systém, pilot vždy obsluhuje pouze ovládání zařízení a převážně neopouští prostory farmy. Komfort při pilotování je tedy v rámci různých modelů bezpilotních systémů zanedbatelný. Časová náročnost ať už doba letu mezi předem určenými body na trati nebo doba sestavení, bude u různých bezpilotních systémů také přibližně stejná, rozdíl bude zanedbatelný. Z těchto faktorů tedy zbývá pouze skutečnost pořizovací ceny, doba doletu, jelikož nechceme, aby se dron vybil dříve než doletí ke stádu a také jednoduchost systému. Chceme totiž zaškolení personál v co nejkratším možném čase a co možná nejjednodušeji.

Právě zaškolení personálu se váže na nutnost jeho odborného proškolení, popřípadě složení specifických zkoušek, což odkazuje na poslední faktor ovlivňující výběr systému. Z logiky je žádoucí, co se týká legislativních nároků, držet se co nejvíce v nižších kategoriích a třídách kvůli jednoduchosti provozu. Snažíme se tak pro tyto činnosti vybírat bezpilotní systém spadající do otevřené kategorie, podkategorie A1 nebo A3 a tím pádem i do jedné z příslušných tříd.

Z výše uvedených kritérií a faktorů pro výběr se jako optimální řešení jeví model DJI Mini 3 PRO. Předpokladem je koupě nového stroje a nikoli použitého. Pořizovací cena bezpilotního systému, který v balení obsahoval bezpilotní letadlo, ovladač, baterii, nabíječku a sadu náhradních vrtulí byla 21 999 Kč vč. DPH [43].



Obrázek 9 Foto používaného dronu DJI Mini 3 PRO

Co se týká parametrů samotného dronu, důležitým aspektem je jeho hmotnost, která je (rovna) i s akumulátorem 249 g. Jedná se o důležitý fakt ovlivňující i legislativní požadavky. Jedná se o poměrně malý, ale výkonný dron o vnějších rozměrech 51 x 362 x 70 mm s maximálním udávaným doletem v bezvětrí 18 km. Tato vzdálenost je naprosto dostačující, jelikož by veškerý provoz měl být prováděn za podmínek VLOS a zároveň je žádoucí dodržet určitou bezpečnost letu a vrátit se tak zpět na bod vzletu ještě s rezervou nabití baterie. Mezi ostatní zajímavé parametry řadíme rychlost, která je na normální režim 10 m/s a na sportovní režim 16 m/s a maximální doba letu 34 minut. Letadlo je osazeno gimbalem s kamerou, s rozlišením 3840 × 2160 (4K) , umožňující nahrávání letu a scény a i případné zlepšení orientace pilotovi [31].

2.4 Odpovídající legislativní nároky při použití dronu

Nová jednotná evropská legislativa, jak bylo zmíněno výše, rozděluje provoz do podkategorií A1 až A3 a do těchto podkategorií jsou adekvátně zařazovány UAS, dle jejich certifikačního štítku (C nebo CE označení). Avšak ne všechny v současnosti používané a nabízené drony tímto CE-štítkem disponují. Do 31. prosince 2023 je tak zřízeno tzv. přechodné období, během kterého je umožněn provoz UAS bez tohoto označení v kategoriích A1 až A3. Po uplynutí této ochranné lhůty by se mělo určit, zda bude možné starší UAS bez označení zpětně certifikovat a případně se určí konkrétní modely. Konkrétně o toto zpětné certifikování usiluje například



firma DJI. U ostatních UAS po uplynutí dojde k jednoduchému zařazení. UAS do 250 g budou moci být nadále provozovány v kategorii A1 a UAS od 250 g do 25 kg budou provozovány v kategorii A3 [44].

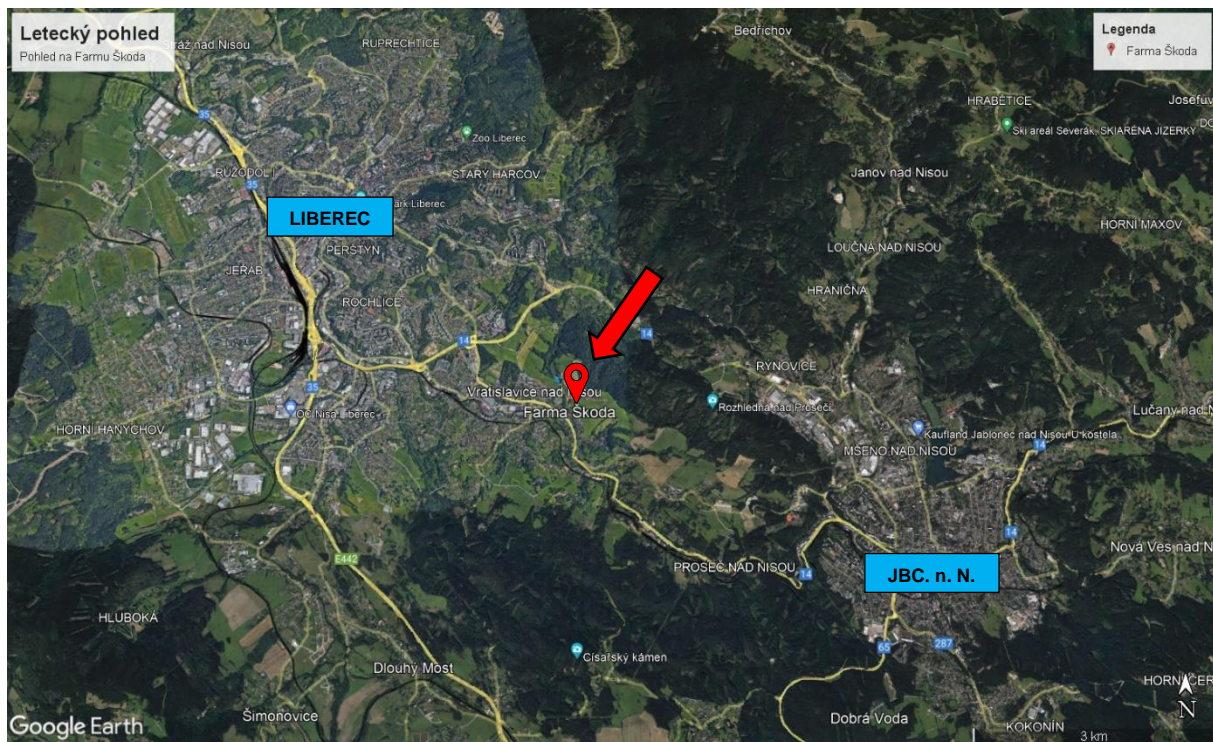
V tuto chvíli je tedy vybraný UAS (DJI Mini 3 PRO), teoreticky spadající do třídy C0, provozován v rámci podkategorie A1 a po uplynutí data 31. prosince 2023 se dále upřesní jeho možná zpětná certifikace. Pro tuto práci je zásadní fakt, že provoz z pohledu hmotnosti a parametrů UAS může být uskutečňován v rámci podkategorie A1. Zároveň již předem můžeme určit (případně omezit) provoz UAS kvůli potřebám farmy. Za běžných podmínek, kdy ke kontrole stáda dochází pravidelně několikrát denně, je let uskutečňován v rozsahu přibližně od svítání do soumraku a je tak eliminováno riziko letu za BVLOS v noci. Jak již bylo nastíněno, jedná se současně i o omezení provozu. Dále z toho vyplývá, že let by neměl být provozován za deště, krupobití, mrholení, mlhy a dalších meteorologických jevů, které zhoršují viditelnost. Současně tím omezujeme pilota v možnosti zalétnutí pod horizont nebo do lesů atp.

V případě, že by bylo žádoucí umožnit pilotovi let za podmínek BVLOS, ať už kvůli možnosti letu za horizont, do lesa, letu uskutečňovaného v noci nebo jiných důvodů, jeví se možnost využití PDRA (PreDefined Risk Assessment), konkrétně PDRA-S02 jako optimální řešení.

Poslední skutečností ovlivňující, které legislativní nároky se na prováděný provoz aplikují, je charakter druhu provozu, a to konkrétně kde a nad čím je provoz realizován. Jak již bylo zmíněno, to nad čím je provoz UAS realizován, určuje míru rizika provozu. V případě konkrétní farmy, která je detailněji představena v kapitole 2.5 (Výběr geografických bodů), je známo a predikují, že provoz bude probíhat nad soukromým pozemkem, kde nepředpokládáme pohyb davů lidí nebo pohyb nezapojených osob, díky vymezení celého pozemku elektrickým ohradníkem a výstražnými cedulemi zakazujícími vstup na pozemek. Dále je známo, že při provozu nebude přelétáváno nad dráty a stožáry vedení vysokého napětí, silnicemi a dálnicemi, nad zakázanými zónami nebo uvnitř omezených prostorů. Jediné riziko, vznikající při tomto provozu, je možnost poranění zvířete například při pádu dronu. I když je toto riziko jen minimální, je potřeba s ním počítat, avšak zákon toto riziko nebere v potaz. Za těchto faktů lze říci, že tento konkrétní provoz bude prováděn v otevřené kategorii provozu.

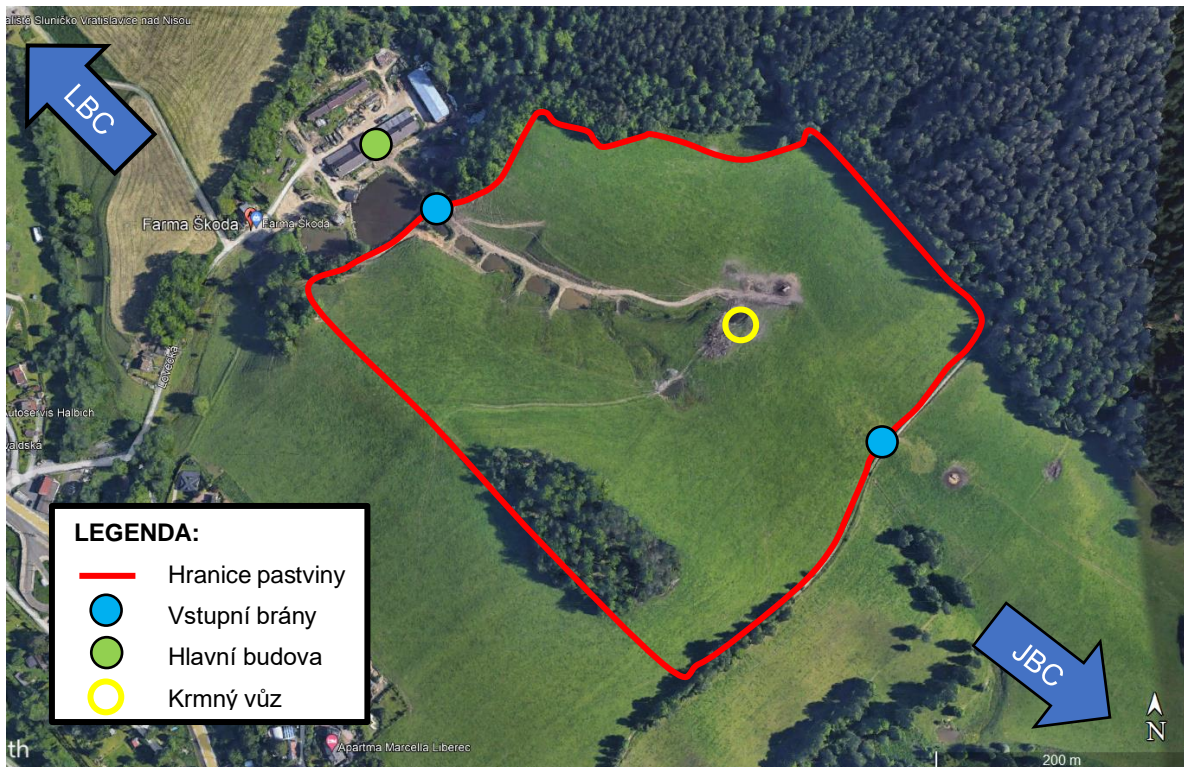
2.5 Výběr geografických bodů.

Farma Škoda se nachází v severních Čechách. 4,4 km jihovýchodně od Liberce, konkrétně mezi městy Liberec a Jablonec nad Nisou.



Obrázek 10 Letecký pohled na umístění Farmy Škoda

Celá pastvina je obehnaná elektrickým ohradníkem a je na ní umožněn vjezd přes dvě brány. Přes bránu u hlavní budovy a bránu na jihozápadním konci. Na pastvině jsou také vytvořena 4 umělá jezírka, sloužící k napájení dobytka v případě potřeby. V prostoru pastviny ani v její blízkosti se nenachází žádná vedení vysokého napětí ani stožáry, silnice a dálnice, domy ani obytné zóny, či místa, kde lze předpokládat zvýšenou koncentraci lidí, naopak jsou pastviny pro veřejnost obtížně přístupné.



Obrázek 11 Situace pastviny

Pro případovou studii bylo nutné definovat geografické body, mezi kterými se bude bezpilotní systém a terénní vozidlo pohybovat pro zjištění časů těchto pohybů. Pro jednoduchost a přesnost určení těchto byla vybrána možnost použití GPS souřadnic (souřadnic z Global Positioning System). Právě souřadnice GPS umožňují několikanásobné opakování simulovaných cest do stejného bodu s maximální přesností, kde v UAS je systém GPS přímo implementován a v terénním vozidle je využíváno mobilní zařízení s funkcí GPS. Pro měření časů bylo nutné zvolení dvou bodů. Prvním bodem je bod vzletu, popřípadě výjezdu vozidla a druhým bodem je bod, ze kterého je na zmíněné pastvině největší rozhled a v současnosti je nejvíce využíván k odstavení vozidla při konvenčních kontrolních vyjíždkách.

Prvním bodem tak je panelová plocha u hrdla hlavní budovy, kde je zaparkovaný i zmiňovaný terénní vůz. Tato plocha je také vhodná pro vzlety a přistání bezpilotních systémů, jelikož se jedná o plochu rovnou, čistou, bez přítomnosti drátů, stromů nebo keřů, přehlednou a v případě potřeby o plochu uzavíratelnou (je možné zamezit vstupu lidí do prostoru 5x5 m). Zároveň plocha nabízí optimální výhled a pozorovací úhel na pastvinu. Geografický bod je pak popsán pomocí souřadnic GPS jako 50°44'38.02" severní šířky a 15° 6'21.89" východní délky.

Druhým bodem je již zmiňované místo s teoreticky maximálním přehledem pastviny. Tento bod byl určen za pomoci současných pracovníků a jeho pozice je v rámci několika jednotek až desítek metrů zanedbatelná, důležitá je přibližná poloha. Toto lze odůvodnit i faktem, že se jedná o nejvzdálenější bod od prvního bodu, do kterého by musel UAS doletět, aby provozovatel získal přehled o nejvzdálenějším prostoru pastviny. V okolí tohoto bodu se opět nenacházejí žádné nebezpečné objekty, které by mohly zvýšit riziko provozu UAS. Bod byl tedy určen za pomoci GPS souřadnic jako $50^{\circ}44'29.65''$ N a $15^{\circ}6'37.70''$ V.



Obrázek 12 Pohled na umístění počátečního a koncového bodu

2.6 Způsob vyhodnocení časové náročnosti

Časovou náročností se rozumí časový úsek potřebný k provedení určité činnosti s využitím konkrétních prostředků, lze ji chápat také jako čas strávený nad definovanou problematikou



nebo její částí. Uvádí se ve standardních časových jednotkách (sekundy, minuty, hodiny) a její počátek se shoduje s počátkem konané činnosti a za konec je považováno rozřešení problému nebo dokončení činnosti. V tomto konkrétním případě je činností zájmu doba trvání kompletní kontroly stáda, kde se bude porovnávat využití dvou různých prostředků, terénního vozu a bezpilotního systému. Pro měření tohoto časového úseku bude užito standardně dostupného prostředku, jako jsou stopky.

Na časové náročnosti každého ze zmíněných systémů se podílí různé dílčí části. U terénního vozidla tvoří celkovou časovou náročnost vzhledem ke zmíněné činnosti příchod k vozidlu, přeprava vozidlem, pohyb s vozidlem, nebo bez něj, uvnitř stáda a zpětná přeprava do místa výjezdu. Při poskládání výše uvedených částí získáme celkovou časovou náročnost, kterou budeme následně porovnávat. Předpokládáme, že časová náročnost činnosti s využitím terénního vozu bude v řádu desítek minut a nikoli jen několika sekund a zanedbáváme tedy tak chybu měření. V tomto případě bude využito dvou osob, jedna, která bude terénní vůz řídit a vykonávat kontrolu stáda, a druhá, která bude po celou dobu měření přítomna s první osobou a bude měřit čas kompletní činnosti.

Pokud bude činnost vykonávána za pomoci bezpilotního systému, setkáme se s rozdílnými částmi, které se podílí na celkové časové náročnosti jako předletová příprava, doba letu, doba mapování/pozorování, doba letu zpět na místo vzletu a poletové procesy (balení, vypnutí nebo demontáž navěšeného vybavení...). V tomto případě je výhodou software, který výše zmíněný a využívaný UAS využívá, jelikož zaznamenává veškerá data o každém jednotlivém provedeném letu, a to včetně doby letu. V rámci měření předletové přípravy a po letových úkonů bylo opět využito standardních stopek, kde jeden člověk UAS připravuje a uvádí UAS do provozu a druhý ho pozoruje a měří mu čas. Zde je tedy nutné rozdělit časovou náročnost do dvou jednotlivých částí, a to na předletovou přípravu, po letové úkony a samotná činnost. Opět zde můžeme zanedbat chybu měření, jelikož se bude jednat o zanedbatelně malou část ve srovnání s výsledkem.

2.6.1 Určení délky předletové přípravy UAS

U různých UAS se pohybuje různě i doba předletové přípravy a po letových úkonů. Pokud se ale zaměříme na konkrétní systém využívaný při případové studii, je časová náročnost těchto operací v rámci stejné kategorie UAS přinejmenším podobná a pohybuje se v řádu jednotek minut. Konkrétně u DJI Mini 3 PRO budou v případě případové studie do předletové přípravy zahrnuty tyto operace. Vybalení z ochranného obalu, odstranění aretací a krytů kamery,



rozložení UAS, složení dálkového ovladače a připojení mobilního zařízení, spárování s UAS a vlastní kalibrace UAS, která probíhá řádově několik sekund. V rámci po letových činnostech proběhne složení UAS, instalace krytů a aretací, vložení do ochranného obalu, odpojení mobilního zařízení od ovladače a demontáž páček joysticků. Předpokladem je, že tyto činnosti vykonává již proškolená osoba, na to, jak UAS provozovat. Měření tedy probíhá od začátku rozepínání ochranného obalu až po roztočení vrtulí u předletové přípravy a od zastavení vrtulí po zapnutí zipu ochranného obalu UAS u po letových činnostech.

Čas trvání předletové přípravy bude určen jako průměr časů několika provedení. Na optimální stanovení průměru by mělo stačit provést danou sestavu úkonů pětkrát. Stejný postup bude zvolen i pro určení po letové přípravy, kdy je opět UAS pětkrát složeno a určí se jeden průměrný čas trvání po letové přípravy.

2.6.2 Způsob zjišťování doletových a dojezdových časů

Primárně zkoumanou částí, co se týká časové náročnosti, v této případové studii bude hlavně dojezdový a doletový čas na místo určení. V našem případě přeprava mezi body A a B. V případě terénního vozidla bude přeprava z bodu A do bodu B probíhat po účelové cestě, která je tvořena perkem a nemá tvar přímé spojnice mezi body. Časová náročnost bude měřena ve chvíli kdy vozidlo opustí bod A a časomíra se zastaví ve chvíli, kdy vozidlo dojde do bodu B, a využívat se bude ručních stopek. Provádět se bude opět pět praktických experimentů a obsluha časoměřičského zařízení bude vždy cestovat ve využívaném terénním vozidle.

U doletového času UAS bude opět využíváno ručních stopek a pro kontrolu bude využíváno zabudované záznamové zařízení UAS, které zaznamenává hned několik důležitých informací, jako dobu letu, polohu na mapě, výšku letu a rychlost. A právě záznam doby letu a poloha na mapě jsou k ověření získaného času pomocí stopek a přesné polohy bodu A a B vhodné. Před zahájením měření bude dron viset v poloze několik desítek cm nad terénem a až při započítání letu do bodu B bude spuštěna časomíra. Ve chvíli, kdy dosáhne UAS bodu B v horizontální rovině, bude časomíra zastavena a čas zapsán. I v tomto případě bude experiment realizován pětkrát.

2.7 Způsob vyhodnocování finanční náročnosti

Jak bylo zmíněno v kapitole 2.3, je finanční náročnost jedním z hlavních faktorů ovlivňujících rozhodování chovatelů, zda do bezpilotních systémů investovat či nikoli. Zároveň se jedná o



ukazatel, který bude následně porovnáván s finanční náročností konvenčních metod (ve zkoumaném případě využití terénního vozidla) a následně tak bude jedním z hlavních ukazatelů, který ovlivní výsledek této práce, a to zda jsou UAS v zemědělství využitelné, či nikoli.

Finanční náročnost v případě UAS bude tvořena prvotní investicí ve formě pořízení UAS, následně jeho provozem, údržbou a náklady na proškolení personálu. U terénního vozidla je celková finanční náročnost tvořena pořizovací cenou dopravního prostředku, jeho provozem (tj. spotřeba pohonných hmot, pojištění, amortizace), a údržbou. V daném případě se předpokládá že nebude nutné vynaložit finanční prostředky za účelem zisku řídičského oprávnění sk. B, předpokladem tedy je, že zaměstnanec již řídičský průkaz vlastní.

Do finanční náročnosti se v případě obou případů počítá stejný finanční výdaj, ve formě výplaty neboli mzdy, která se nejčastěji udává v peněžní sumě za jednotku času, nejčastěji hodinu.

2.7.1 Určení průměrné pořizovací ceny jednotlivých prostředků

Právě pořizovací cena obou prostředků je jednou z největších položek na seznamu finanční náročnosti. Pořizovací cena UAS bude stanovena jako současná průměrná cena na trhu s drony. Konkrétně se bude brát cena přímo u výrobce a poté u dvou dalších distribučních partnerů. U terénního vozidla bude cena určena také průměrem ze tří cenových nabídek. Konkrétně se bude jednat o tři cenové nabídky vozu Nissan Patrol Y61 GU3, rok výroby 2004, jelikož je případová studie realizována právě pomocí tohoto vozu a jedná se o aktuálně využívaný prostředek farmy. Jelikož se ale jedná o vozidlo, které se již do Evropy nedodává, budou zprůměrovány tři bazarové inzeráty na nejznámějších českých inzertních portálech.

2.7.2 Aktuální ceny paliv a energií

Aby bylo možné určit finanční náročnost jedné cesty mezi body, je nutné znát u terénního vozidla spotřebu paliva a jeho aktuální průměrnou cenu. Jelikož se cena ropy a díky tomu i cena nafty velmi dynamicky vyvíjí, vezme se v úvahu cena nafty z jednoho konkrétního dne na třech různých čerpacích stanicích, a to v rámci okresu Liberec, jelikož je experiment realizován v Liberci a cena nafty se odvíjí i od lokace nákupu v rámci ČR.

Co se týká ceny elektrické energie, která je nutná pro pohon využívaného UAS, bude se uvažovat průměrná cena na trhu za prvních pět měsíců roku 2023, pomocí roční zprávy o trhu



2023 vydávanou OTE. Předpokládat se bude jedno úplné nabití akumulátoru pro let mezi body A a B.

2.7.3 Průměrná mzdová ohodnocení pracovníků

Do finanční náročnosti musíme zvážit i mzdové ohodnocení zaměstnanců, kteří danou práci vykonávají. I když se jedná o zdánlivě dvě odlišné činnosti, záměrem je zachovat si stávající počet zaměstnanců v zemědělství a pouze je proškolit na činnosti spojené s provozem UAS v rámci farmy. I proto budeme předpokládat zachování stejné mzdy pro pracovníka před proškolením, tak i mzdy pracovníka po proškolení.

Pro výpočet bude brána průměrná mzda v zemědělství v rámci ČR za poslední možné zkoumané období, kterým je 4. čtvrtletí roku 2022. Bude počítáno s hrubou mzdou, jelikož je to částka, která tvoří výdaj zaměstnavatele a je tak tou sumou tvořící část finanční náročnosti z pohledu zaměstnavatele. Veškeré informace na svých webových stránkách zveřejňuje a ověřuje ČSU (Český statistický úřad).



3. Prezentace výsledků

Veškerá měření a výpočty byly provedeny v souladu s postupy uvedenými v kapitolách 2.6 a 2.7.

3.1 Porovnání časů jednotlivých prostředků

Bylo provedeno několikanásobné měření dojezdového času terénního vozidla za standardních meteorologických podmínek a došlo k zisku následujících dat (tabulka 3), kde byl průměrný čas vypočten jako součet časů jednotlivých experimentů vydělený jejich počtem.

$$\text{Průměrný čas} = \frac{\sum \text{čas měření}}{\sum \text{počet měření}}$$

Tabulka 3 Dojezdové časy terénního vozidla

Číslo měření	Čas realizace	Čas měření
1	12:15	2'26,49"
2	12:20	2'04,23"
3	12:50	2'41,41"
Průměrný čas:		2'24,18"

Současně bylo provedeno několikanásobné měření času doletu mezi body A a B s využitím konkrétního UAS, a to v souladu s postupem v kapitole 2.6.2. Následně byl určen průměrný čas jako součet časů jednotlivých experimentů vydělený jejich počtem, stejně jako v předešlém případě.

$$\text{Průměrný čas} = \frac{\sum \text{čas měření}}{\sum \text{počet měření}}$$

Tabulka 4 Časy doletu systému UAS

Číslo měření	Čas realizace	Čas měření
1	13:14	52,90"
2	13:17	52,76"
3	13:20	54,01"
Průměrný čas:		53,22"



V tabulce 3 je uveden vypočtený průměrný dojezdový čas 2 minuty a 24,18 sekund, zároveň je z tabulky 3 patrná proměnlivost jednotlivých časů měření a rozdíl mezi jednotlivými časy měření v řádech desítek sekund. Oproti tomu v tabulce 4 je průměrný čas doby letu UAS vypočten na 53,22 sekund. Z tohoto výsledku je tedy patrná výrazná úspora času přepravy mezi body A a B, za předpokladu využití bezpilotního systému. Co se týká variability jednotlivých časů, můžeme vidět, že jednotlivé časy se zde od sebe liší pouze v řádech desetin sekund až jednotek sekund.

3.2 Porovnání finanční náročnosti provozu jednotlivých prostředků

Finanční náročností provozu jednotlivých prostředků se rozumí nákup a cena pohonných hmot nutných pro provoz prostředku, také jeho každoroční údržba a rozdíl pořizovací a možné prodejní ceny známé pod pojmem amortizace. V případě terénního vozidla je vůz osazen diesel agregátem a motor je tak poháněn motorovou naftou. Zjištěná spotřeba takového vozu se pohybuje od 15 do 25 litrů na 1 hodinu provozu. Předpokládat budeme jejich průměrnou hodnotu a to 20 litrů na 1 hodinu provozu. Pro zjištění ceny paliv bylo využito internetových portálů třech blízkých čerpacích pump vzhledem k umístění farmy, konkrétně se jedná o čerpací stanice EuroOil, KM-PRONA a KONTAKT (seřazeno dle vzdálenosti).

Tabulka 5 Ceny diesel paliva

Č.	Zjištěno dne	Název	Cena nafty [Kč]
1	02.05.2023	EuroOil	32,50
2	02.05.2023	KM-PRONA	31,50
3	02.05.2023	KONTAKT	32,50
Průměrná cena:			32,17

Pokud budeme uvažovat průměrnou cenu paliva 32,17 Kč za litr, průměrnou hodinovou spotřebu 20 litrů a průměrný čas jízdy z kapitoly 2.8, dostaneme při dosazení do následujícího vzorce finanční náročnost jedné cesty z bodu A do bodu B.

$$\text{Finanční náročnost cesty}_{A \rightarrow B} = \frac{\text{Cena paliva} * \text{Prům. spotřeba} * \text{Doba jízdy}}{60} = \frac{32,17 * 20 * 2,403}{60} = 25,77 \text{ Kč}$$

Dále byla zmíněna nutná každoroční údržba vozu. V tomto případě předpokládáme nutnost provedení minimálně základních servisních prací, tzn. výměna provozních náplní, výměna

filtrů a inspekční kontrola. Ve většině případů si servis provádí farma sama pomocí opravářů těžké techniky, kteří jsou na farmě zaměstnáni. Pro případ této studie tedy byla předána poptávka zmíněným opravářům, kteří vyčíslili průměrnou cenu servisu výše zmíněného vozu na 8 297 Kč, která je tvořena cenou materiálu 5 876 Kč (palivový, olejový, vzduchový a kabinový filtr, kapaliny a spojovací materiál) a prací 2 420 Kč (2,5 hodin * 968 Kč/hod). Tuto částku je ale nutné rozdělit na jednotlivé cesty. Předpokladem tedy je, že vozidlo vykoná cestu z bodu A do bodu B minimálně 1x denně, tzn. že celkovou částku 8 297 Kč je nutné vydělit 365 dny, čímž získáme 22,731 Kč, což odpovídá maximálním servisním nákladům vypočteným právě na jednu cestu.

Posledním faktorem ovlivňujícím finanční náročnost provozu terénního vozu je jeho amortizace, kde amortizace je definována jako indikátor míry opotřebení prostředku. Jednoduše lze tedy říct, že je nutné znát to, jak nám vozidlo klesá na hodnotě s postupem času. Pro rok 2023 byla legislativně stanovena amortizace vozů na 5,20 Kč na 1 km [45]. Z tohoto faktu je tedy možné vypočítat amortizaci vozidla na cestě mezi body A a B, jelikož známe jejich vzdálenost.



Obrázek 13 Vyobrazení cesty terénního vozu z bodu A do B s výškovým průmětem

Dle provedených výpočtů je vzdálenost mezi body A a B 504 m, což je 0,504 km. Amortizace vozidla tedy na tento zmíněný úsek činí 2,6208 Kč.



U bezpilotního systému je ekvivalentem spotřeby pohonných hmot spotřeba elektrické energie. V této případové studii se uvažuje spotřeba, která je potřebná pro jedno úplné nabití akumulátoru, jak je uvedeno v kapitole 2.7.2. U využívaného bezpilotního systému je kapacita akumulátoru 2 453 mAh a její energie je 18,1 Wh. Zároveň v období od ledna roku 2023 do května roku 2023 byla průměrná cena energií udávaná v roční zprávě o trhu pro rok 2023 2,9003 Kč/kWh [46]. Pro zjištění ceny jednoho úplného nabití je tak potřebné převést jednotky energií na stejné řády a následně je společně vynásobit, jak je uvedeno ve vzorci níže.

$$\text{Cena jednoho nabití} = \frac{\text{Energie baterie}}{1000} * \text{Prům. cena energií} = \frac{18,1}{1000} * 2,9003 = 0,052 \text{ Kč}$$

Stejně jako u terénního vozidla tak i u bezpilotního systému je nutné provádět základní údržbu. Avšak zde není nutné měnit jakékoliv provozní kapaliny, jelikož je bezpilotní systém neobsahuje. Proto aby bylo možné do servisních nákladů něco zahrnout, budeme uvažovat nákup nových vrtulí, které se mohou časem poškodit, a pořízení jedné nové baterie ročně. Pořízení nových vrtulových listů na DJI Mini 3 PRO vychází na stránkách výrobce na 9 EUR, což odpovídá 214,10 Kč (kurz 23,79) a nová baterie na 69 EUR, což je 1 641,42 Kč [43]. Celkové náklady na roční údržbu tak jsou součtem těchto dvou položek, což je 1 855,52 Kč. Stejně jako u terénního vozu je ale nutné tuto částku poměrným způsobem rozpočítat mezi jednotlivé lety. Předpokladem je opět fakt, že bezpilotní systém vykoná minimálně jeden let denně mezi body A a B. Z toho vyplývá, že je nutné částku 1 855,52 Kč vydělit počtem 365 dnů, čímž získáme adekvátní částku vynaloženou na údržbu, připadající na právě jeden let, která je 5,0836 Kč.

V případě amortizace bezpilotního systému je nutné postupovat intuitivně. S rychle se rozvíjícím trhem se rychle rozvíjejí i nové technologie a ty v současnosti používané se stávají zastaralými. Jen těžko tak lze odhadnout správnou míru amortizace u bezpilotního systému. Pro účely této bakalářské práce tak budeme uvažovat zestárnutí systému po 4 letech provozu. V takovém případě musíme vzít částku vyjadřující pořizovací cenu, vydělit ji počtem dnů během 4 let a získáme tak amortizaci bezpilotního systému za jeden den, a pokud předpokládáme minimálně jeden let mezi body A a B denně, tak i úměrnou částku amortizace na cestu mezi body A a B.

$$\text{Amortizace BS} = \frac{\text{Pořizovací cena}}{\text{Období stárnutí}} = \frac{21\,999}{4 * 365} = 15,068 \text{ Kč}$$



3.3 Porovnání jednotlivých počátečních investic

Počáteční investicí se v tomto případě rozumí nutný finanční výdaj, který je zapotřebí vynaložit k nabití určitého prostředku do vlastnictví, v tomto konkrétním případě se jedná o terénní vůz nebo o bezpilotní systém, kde se zmíněný finanční výdaj rovná pořizovací ceně. Předpokladem je, že kupující (farma) má dostatek kapitálu na pořízení jednoho ze dvou prostředků. V případě konkrétního terénního vozu Nissan Patrol Y61 byla průměrná pořizovací cena stanovena na základě analýzy 3 bazarových českých webů (viz tabulka 6), kde se vzala vždy nejlevnější nabídka a k ní důležité informace.

Tabulka 6 Průměrná pořizovací cena terénního vozu

Web	Odkaz	Stáří [roky]	Nájezd [km]	Cena [Kč]
Bazos:	https://auto.bazos.cz/inzerat/167563596/patrol-gr-y61-30-automat-dph.php	19	380 000	190 000
Sauto:	https://www.sauto.cz/osobni/detail/nissan/patrol/177018691	22	121 000	249 990
Tipcars:	https://www.tipcars.com/nissan-patrol/terenni/nafta/nissan-patrol-3-0-di-116-kw-7-mist-7830259.html	20	294 839	259 900
Průměrné stáří:		20	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX
		Průměrný nájezd:	265 280	XXXXXXXXXX
			Průměrná cena:	233 297

Z tabulky 6 je patrná průměrná pořizovací cena 233 297 Kč za 20 let starý vůz s průměrným nájezdem 265 280 km.

Obdobným způsobem byla stanovena i průměrná cena bezpilotního systému DJI Mini 3 PRO, avšak byly porovnávány ceny pouze nových zařízení a nikoli použitých. Byla opět provedena analýza 3 webových e-shopů, které jsou primárními distributory DJI v ČR.



Tabulka 7 Průměrná pořizovací cena DJI Mini 3 PRO

Web	Odkaz	Cena [Kč]
DJIShop:	https://www.djishop.cz/dji-mini-3-pro.html	21 999
DJItelink:	https://www.djitelink.cz/cs/899-dji-mini-3-pro	21 990
Dronpro:	https://dronpro.cz/dron-dji-mini-3-pro	21 990
Průměrná cena:		21 993

V tabulce 7 můžeme obdobně jako v tabulce 6 vyčíst průměrnou pořizovací cenu, která je u zmíněného DJI Mini 3 PRO 21 993 Kč.

3.4 Porovnání z hlediska náročnosti provozu

Výše zmíněné dva systémy je nutné samozřejmě provozovat dle určitých pravidel a k tomu je nutné splnění několika určitých podmínek. V případě terénního prostředku je nutné zaměstnance proškolit v rámci obsluhy daného vozidla. Předpokladem je, jak již bylo zmíněno v kapitole 2.7, že zaměstnanec je již držitelem řidičského oprávnění skupiny B a není tak nutné vynaložit další finanční prostředky za jeho rekvalifikaci.

Oproti tomu náročnost provozování bezpilotních systémů je poněkud složitější a komplikovanost je reflektována dle příslušné kategorie, do které systém spadá, jak bylo vyjmenováno v kapitole 1.3.2. Právě použitý DJI Mini 3 PRO bude díky zmíněným kritériím, a i díky faktu, že nová ustanovení již nerozdělují provoz na komerční a nekomerční, provozován v otevřené kategorii konkrétně v podkategorii A1, viz. kapitola 2.4. Z výše uvedených faktů vyplývá nutnost registrace bezpilotního systému do registru ÚCL, absolvování online školení a online testu. Všechny tři výše uvedené podmínky poskytuje ÚCL zdarma na svých webových stránkách, a tedy nevytváří tyto položky žádné další náklady.

Samozřejmostí při provozování kteréhokoli ze zmíněných systémů je nutnost náležitého odměnění zaměstnance za vykonanou činnost. V případě zaměstnanců v zemědělství tvořila průměrná hrubá mzda za 4. čtvrtletí roku 2022 43 412 Kč. Předpokladem aplikace bezpilotního systému do zemědělství je pouze přeškolení stávajících zaměstnanců na práci s bezpilotními systémy za současného zachování jejich platového ohodnocení neboli mzdy.



4. Diskuze výsledků

Při zaměření na kapitolu 3.1, která je věnována časové náročnosti operace v případě využití terénního vozidla vs bezpilotního systému, můžeme vidět razantní časovou diferenci. V případě terénního vozu je průměrný čas 2 minuty a 24,18 sekundy, přičemž u bezpilotního systému je čas pouze 53,22 sekundy. Čas při využití terénního auta na jednu cestu je tedy více než dvojnásobný. Pokud bychom k tomuto zjištění ještě připočítali čas strávený prohlídkou stáda ze vzduchu a porovnávali s časem prohlídky stáda z vozu, plus zpáteční cestu, došli bychom k závěru, že využití bezpilotního systému je velkou časovou úsporou a jeho využití je tak z pohledu času úspornější a procesy jsou tak efektivnější. V obecné úvaze totiž rychlejší a kvalitnější práce znamená vyšší celkovou efektivitu

S časovou náročností se samozřejmě pojí i finanční ohodnocení zaměstnanců, které je uváděno v peněžní hodnotě za určitý časový úsek, jak je možné vidět v kapitole 3.4, kde je současně zmíněno, že předpokladem je zachování finančního ohodnocení zaměstnanců, jelikož dojde pouze k proškolení zaměstnanců na práci s bezpilotním systémem. Tento fakt je důležité brát v potaz. Znamená totiž, že nedojde ke změně dohledané, výše zmíněné průměrné mzdy, která byla 43 412 Kč. V případě, kdy jsme schopni snížit čas strávený cestami a prohlídkami (kontrolami stáda), jsme schopni uspořený čas věnovat jiné činnosti na farmě, na kterou by tak normálně nezbyl čas. Jednoduše lze tedy říct, že pokud zaměstnanec stráví prohlídkou stáda o několik desítek minut méně, může tento ušetřený čas vložit do jiné, další výdělečné činnosti. To znamená, že při zachování stejné finanční náročnosti bude provedeno více činností za stejný časový úsek. Naopak v případě, že bychom uvažovali pouze jednu výdělečnou činnost, které by se zaměstnanec věnoval, a to konkrétně provoz bezpilotního systému, bude celkový součet časů strávených touto činností menší, a tudíž bude i menší finanční náročnost, která se váže na kontrolu stáda. Při odečtení dvou zjištěných časů, dostáváme rozdíl v jedné cestě 1 minuta a 30,96 sekund. Pokud tento čas vynásobíme dvakrát (cesta z A do B a z B do A), dostáváme časovou úsporu 3 minuty a 1,92 sekund. Tento čas by tak odpovídal denní úspoře času cestami, za předpokladu, že by kontrola stáda byla realizována 1x denně. Nejedná se o velkou časovou úsporu, ale ještě při zohlednění času, který stráví zaměstnanec prohlídkou stáda, která by mohla následně činit rozdíl orientačně další 2 minuty v případě využití vozidla, tak by se ve výsledku jednalo měsíčně (předpoklad 4 týdnů v měsíci) o rozdíl 140 minut, tedy 2 hodin a 20 minut.

Kromě časové dotace, která se pojí s finančním ohodnocením zaměstnanců, je nutné pohlédnout i na finanční náročnost provozu. Ze strany terénního vozidla je finanční náročnost



provozu tvořena třemi hlavními aspekty. Cenou paliva, které je potřebné pro provoz vozu, jeho každoroční údržbou a amortizací neboli, jak moc je vozidlo opotřebováno vzhledem k jeho původní ceně. Ceny paliv byly zjištěny u tří prodejců v okolí farmy, na které byl prováděn výzkum. Ony zmíněné ceny jsou ceny již po stabilizaci ceny paliv v ČR a nemá tak na ně vliv doběh COVIDu-19 nebo ropné embargo způsobené konfliktem na Ukrajině. Druhý zmíněný aspekt je každoroční údržba vozidla, ze které byla následně vypočtena odpovídající poměrná částka na jednu cestu. Ta je zjištěna na konkrétní značku a model vozu za daných cen dílů a práce. Avšak tato celková cena se může s časem, výrobcem, ale i modelem lišit. Předpokladem ale je, že cena dílů a práce bude s časem stoupat a nikoli klesat, což je odrazem inflace. Třetím zmíněným aspektem je amortizace vozu, která byla vypočtena ze státem určeného základu, avšak i tato položka se může měnit, a to opět v závislosti na výrobcu a modelu vozu, ale i na provozních podmínkách. Přeci jen je terénní vozidlo provozováno výhradně na pastvinách a polních cestách, kde může docházet k většímu opotřebování či škodám. Při součtu těchto tří hodnot, které byly vypočteny v bodě 3.2, se dostaneme k částce 51,1218 Kč na jednu cestu. Pro cestu z A do B a zpět je jediný rozdíl ve dvojnásobném vynásobení ceny paliva a amortizace, výsledná částka by tak byla 79,5126 Kč. Na velmi podobných třech aspektech je založena i finanční náročnost provozu bezpilotního systému. Zde je však systém závislý na elektrické energii, nikoli na palivu. Ostatní dva aspekty (údržba a amortizace) jsou shodné. Pokud tedy opět sečteme hodnoty zastupující tyto tři aspekty, dostáváme se k částce 20,2036 Kč na jednu cestu z A do B. Při cestě z A do B a zpět je nutné postupovat při výpočtu obdobně jako výše. Dvakrát vynásobit cenu energie a amortizace a sečíst s cenou údržby na den, což je 35,3236 Kč. Tato cena je však také mírně se měnící, a to hlavně v závislosti na ceně energie, kde ale bylo užito celkového průměru, ze statistiky zaznamenávající každodenní změnu ceny v průběhu několika měsíců, tudíž by cena energie měla mít pouze minimální vliv na diferenci. Hlavně v závislosti na amortizaci, která se jen těžko u bezpilotního systému odhaduje. Proto byla určena doba 4 let, která je dle úvahy optimální dobou pro výpočet amortizace, jak je uvedeno v bodě 3.2. Při porovnání dvou zmíněných částek, a to 79,5126 Kč a 35,3236 Kč dojdeme k závěru, že provoz BP je více než dvojnásobně úspornějším z pohledu financí, i za předpokladu, že by docházelo k drobným změnám v částkách u jednotlivých aspektů, jak bylo zmíněno výše.

Poslední částí, která se podílí na celkové finanční náročnosti, je pořizovací cena, kde u terénního vozidla byla jeho průměrná cena zjištěna analýzou 3 bazarových portálů, protože nebylo možné průměrnou cenu konkrétního typu získat jiným způsobem, jelikož se daný model již nevyrábí a nová verze se oficiálně nedodává do EU. Ze třech nejznámějších bazarových



portálů na tyto vozy byla vždy vybrána nejlevnější nabídka. Oproti tomu při zjišťování ceny bezpilotního systému byly analyzovány tři e-shopy oficiálních dealerů bezpilotních systémů firmy DJI. Zde byla analýza nového bezpilotního systému jednodušší volbou, jelikož se jedná v současnosti o poměrně nový bezpilotní systém a na bazarových portálech se v té době ještě nevyskytoval. Současně nám prodejce na nový bezpilotní systém nabízí standardní záruku na zboží a je zde jistota, že se nejedná o padělek. Průměrná pořizovací cena využívaného systému DJI Mini 3 PRO byla po analýze 21 993 Kč, kde mezi e-shopy byly pouze minimální odchylky. Oproti tomu průměrná pořizovací cena ojetého terénního vozu Nissan Patrol Y61 byla 233 297 Kč. Na první pohled je tedy patrný značný finanční rozdíl v pořizovacích cenách jednotlivých prostředků. Následně je možné pracovat s dvěma možnostmi. První, ve které uvažujeme o dokoupení bezpilotního systému ke stávajícímu terénnímu vozidlu, které například dosluhuje, ale právě díky pořízení bezpilotního systému snížíme jeho využívání, tudíž i opotřebování, a prodlouží se tak užitečná výdrž terénního vozidla. V takovém případě nás čeká pouze investice ve formě pořizovací ceny bezpilotního systému, která ale ve výsledku bude kompenzována prodloužením doby používání terénního vozidla. Hypotéza dva je založena na pořízení nového bezpilotního systému nebo terénního vozidla. V takovém případě tedy již porovnáváme dvě zmíněné pořizovací ceny a v případě pořízení bezpilotního systému se může část zbylých peněz investovat do jiné části farmy.

Poslední částí cíle bylo ověřit legislativní proveditelnost implementace bezpilotního systému. V tomto případě díky nově vzniklým pravidlům a nařízením je dle kapitoly 3.4 nutné splnění několika podmínek pro provozování daného systému. Základem je nutnost registrace bezpilotního systému do registru ÚCL, absolvování online školení a online testu. Všechny tři výše uvedené podmínky poskytuje ÚCL zdarma na svých webových stránkách, a tedy nevytváří tyto položky žádné další náklady. V případě potřeby je možné bezpilotní systém provozovat i za zvýšených rizik ve specifické kategorii, avšak v souladu se zavedenými postupy, a to až už zhodnocením operačních rizik v rámci SORA nebo v rámci směrnice předdefinovaných rizik PDRA S-01 anebo PDRA S-02 nebo obecně provoz realizovat dle standardních scénářů publikovaných EASA. I výsledné schválení těchto podkladů (žádostí) je v současné chvíli realizováno ÚCL zdarma. Při splnění těchto základních podmínek nebrání nic tomu, aby byly realizovány lety bezpilotním systémem za účelem pozorování stáda a monitoringu pastvin.

Přestože jsou výhody integrace UAS do živočišné výroby slibné, je nezbytné si uvědomit problémy a omezení, které tuto technologii provázejí. Bakalářská práce byla realizována formou případové studie, která byla realizována na jednu konkrétní farmu. Lze tedy říct, že



shodnou aplikaci můžeme přenést i na typově shodnou nebo přinejmenším podobně situovanou farmu jinde v EU. Avšak se současným legislativním základem můžeme u jiných farem narazit na problémy. Například pokud by pastvina byla umístěna ve větší vzdálenosti od farmy a oddělena třeba komunikacemi nebo železnicí, je nutné se k pastvině nebo přímo až na ni dopravit například za využití osobního automobilu nebo jiným možným způsobem.

Bohužel nelze k širšímu ověření výsledků využít jiných studií, jelikož nebyly obdobné studie, zabývající se porovnáním využití bezpilotních systémů a konvenčních metod dosud dohledány. Avšak u všech výše zmíněných výsledků byl pro jejich validitu proveden několikanásobný sběr dat. Dojezdové a doletové časy byly několikrát měřeny a následně zprůměrovány, a jednotlivé experimenty tak byly realizovány vícekrát kvůli eliminaci chyb. Zároveň je validita výsledků ukotvena v reálných základech, jelikož byl celý experiment realizován se skutečnými hodnotami z praxe.



5. Závěr

To studie zkoumala využitelnost bezpilotních systémů (UAS) v kontextu živočišné výroby, se zvláštním důrazem na monitorování skotu pomocí dronů. Hlavním cílem tohoto výzkumu bylo ověřit vhodnost využití bezpilotních systémů v zemědělství se zaměřením na volný chov, a to z pohledu legislativní proveditelnosti, efektivity procesů a ceny práce.

Na základě rešerše příslušné literatury, analýzy současného stavu a případové studie se ukázalo, že bezpilotní systémy nabízejí v oblasti živočišné výroby významné výhody. Využití bezpilotních systémů pro monitorování skotu ukázalo velký potenciál při zvyšování efektivity, úspory financí a celkový potenciál modernizace tohoto odvětví. Letecká data shromážděná bezpilotními letadly v reálném čase mohou poskytnout cenné informace o různých aspektech, jako je například lokace stáda, jeho chování a informace o podmínkách prostředí.

Při dalších studiích bych doporučil pracovat i s časem stráveným prohlídkou stáda a možností širšího sběru dat o jednotlivých kusech. Právě tyto dva údaje jsou limitací práce a mohly by být například rozvinuty v rámci budoucích diplomových prací, jelikož není možné takto široké téma v rámci rozsahu bakalářské práce pokrýt. Konkrétně by se mohlo jednat o detailnější přezkoumání možnosti využití termokamery zavěšené na bezpilotním systému, nebo například možnost využití určitých optických detektorů.

I přes výše zmíněné limitace práce poukazuje na legislativní proveditelnost implementace bezpilotních systémů do agrárních procesů a potvrzuje využitelnost bezpilotních systémů v rámci monitoringu volného chovu. Zjištění této studie tak podtrhují významný potenciál bezpilotních systémů v oblasti živočišné výroby, konkrétně při monitorování volného chovu skotu. Bepilotní systémy nabízejí všestranný a účinný nástroj pro sběr důležitých údajů, který zemědělcům umožňuje přijímat informovaná rozhodnutí, zlepšovat provozní postupy a tvořit tzv. udržitelné zemědělství. Proto bych doporučil bezpilotní systémy do provozu začít postupně implementovat. S dalším rapidním technologickým pokrokem a vývojem předpisů se integrace bezpilotních letounů do živočišné výroby pravděpodobně stane běžnější a způsobí revoluci nejen ve způsobu řízení a péče o hospodářská zvířata, ale i v zemědělství jako takovém.



Seznam použité literatury

- [1] P. K. Thornton, „Livestock production: recent trends, future prospects“, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, roč. 365, č. 1554, s. 2853–2867, zář. 2010, doi: 10.1098/rstb.2010.0134.
- [2] H. Steinfeld *et al.*, *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Food & Agriculture Org., 2006.
- [3] D. A. McGilloway, *Grassland: a global resource*. Wageningen Academic Publishers, 2005.
- [4] „Precizní zemědělství a jeho přínosy | Zemědělec“, <https://zemedelec.cz/>, 6. srpen 2010. <https://zemedelec.cz/precizni-zemedelstvi-a-jeho-prinosy/> (viděno 20. leden 2023).
- [5] I. Halachmi a M. Guarino, „Editorial: Precision livestock farming: a ‘per animal’ approach using advanced monitoring technologies“, *animal*, roč. 10, č. 9, s. 1482–1483, zář. 2016, doi: 10.1017/S1751731116001142.
- [6] E. Rowe, M. S. Dawkins, a S. G. Gebhardt-Henrich, „A Systematic Review of Precision Livestock Farming in the Poultry Sector: Is Technology Focussed on Improving Bird Welfare?“, *Animals*, roč. 9, č. 9, Art. č. 9, zář. 2019, doi: 10.3390/ani9090614.
- [7] A. di Virgilio, J. M. Morales, S. A. Lambertucci, E. L. C. Shepard, a R. P. Wilson, „Multi-dimensional Precision Livestock Farming: a potential toolbox for sustainable rangeland management“, *PeerJ*, roč. 6, s. e4867, kvě. 2018, doi: 10.7717/peerj.4867.
- [8] G. L. Charlton a S. M. Rutter, „The behaviour of housed dairy cattle with and without pasture access: A review“, *Applied Animal Behaviour Science*, roč. 192, s. 2–9, čvc. 2017, doi: 10.1016/j.applanim.2017.05.015.
- [9] „Bakalarska_prace_Tretera_.pdf“. Viděno: 1. únor 2023. [Online]. Dostupné z: https://dspace.jcu.cz/bitstream/handle/123456789/12024/Bakalarska_prace_Tretera_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [10] M. K. A. | W. a tvorba webových stránek Č. Budějovice, „Co je to senáž? Co je Ph? Co je DM? Rozdíl mezi siláží a senáží“, *Zemědělské potřeby M+S s.r.o.* <https://www.zemedelske-potreby.cz/pytle-plachty-site-folie/co-je-senaz/> (viděno 6. únor 2023).
- [11] J. Morgan-Davies, C. Morgan-Davies, M. L. Pollock, J. P. Holland, a A. Waterhouse, „Characterisation of extensive beef cattle systems: Disparities between opinions, practice and policy“, *Land Use Policy*, roč. 38, s. 707–718, kvě. 2014, doi: 10.1016/j.landusepol.2014.01.016.
- [12] „doplX.pdf“. Viděno: 23. listopad 2022. [Online]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf>
- [13] A. C. Watts, V. G. Ambrosia, a E. A. Hinkley, „Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use“, *Remote Sensing*, roč. 4, č. 6, Art. č. 6, čer. 2012, doi: 10.3390/rs4061671.



- [14] „EASA Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems.pdf“. Viděno: 23. listopad 2022. [Online]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/110913/en>
- [15] M. Huttunen, „Civil unmanned aircraft systems and security: The European approach“, *J Transp Secur*, roč. 12, č. 3, s. 83–101, pro. 2019, doi: 10.1007/s12198-019-00203-0.
- [16] „About ICAO“. <https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx> (viděno 23. listopad 2022).
- [17] J. Shine, „ICAO model UAS Regulations Part 101, 102“, s. 30.
- [18] J. Shine, „ICAO model UAS Regulations Part 149“, s. 11.
- [19] „Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947“, EASA. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/regulations/commission-implementing-regulation-eu-2019947> (viděno 6. únor 2023).
- [20] „Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945“, EASA. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/regulations/commission-delegated-regulation-eu-2019945> (viděno 6. únor 2023).
- [21] L. Davies, R. C. Bolam, Y. Vagapov, a A. Anuchin, „Review of Unmanned Aircraft System Technologies to Enable Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) Operations“, in *2018 X International Conference on Electrical Power Drive Systems (ICEPDS)*, říj. 2018, s. 1–6. doi: 10.1109/ICEPDS.2018.8571665.
- [22] „Predefined Risk Assessment (PDRA)“, EASA, 28. září 2022. <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/specific-category-civil-drones/predefined-risk-assessment-pdra> (viděno 28. únor 2023).
- [23] A. Alamouri, A. Lampert, a M. Gerke, *New UAS regulations in the EU and their impact on effective usage of UAS*. 2022.
- [24] „Specifická kategorie (SPECIFIC)“, Úřad pro civilní letectví. <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/specificka-kategorie-specific/> (viděno 21. únor 2023).
- [25] J. Miranda, S. Larnier, A. Herbulot, a M. Devy, „UAV-based Inspection of Airplane Exterior Screws with Computer Vision“; in *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, Prague, Czech Republic: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2019, s. 421–427. doi: 10.5220/0007571304210427.
- [26] „KATEGORIE (ROZDĚLENÍ PODLE DRUHU PROVOZU)“, TELINK, spol. s r.o., 28. březen 2020. <https://www.telink.eu/cs/Novinky-clanky/legislativa/kategorie-rozdeleni-podle-druhu-provozu> (viděno 21. únor 2023).
- [27] A. C.- info@aion.cz, „49/1997 Sb. Zákon o civilním letectví“, *Zákony pro lidi*. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49> (viděno 21. únor 2023).
- [28] „OOP - LKR10“. Viděno: 23. listopad 2022. [Online]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2020/11/20201230162623731.pdf>



- [29] M. Yousef, F. Iqbal, a M. Hussain, „Drone Forensics: A Detailed Analysis of Emerging DJI Models“, in *2020 11th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)*, Irbid, Jordan: IEEE, dub. 2020, s. 066–071. doi: 10.1109/ICICS49469.2020.239530.
- [30] „Vše o létání s drony na jednom místě“, *LétejteZodpovědně.cz*. <https://letejtezodpovedne.cz> (viděno 15. březen 2023).
- [31] „DJI Mini 3 Pro - Specs - DJI“. <https://www.dji.com/cz/mini-3-pro/specs> (viděno 15. březen 2023).
- [32] „Mavic 3 - Specs - DJI“. <https://www.dji.com/cz/mavic-3/specs> (viděno 15. březen 2023).
- [33] „Phantom 4 RTK - DJI“, *DJI Official*. <https://www.dji.com/cz/phantom-4-rtk> (viděno 15. březen 2023).
- [34] „Inspire 2 - Product Information - DJI“, *DJI Official*. <https://www.dji.com/cz/inspire-2/info> (viděno 15. březen 2023).
- [35] „DJI Matrice 600 Pro - DJI“, *DJI Official*. <https://www.dji.com/cz/matrice600-pro> (viděno 15. březen 2023).
- [36] „Buy Inspire 2 - DJI Store“. https://store.dji.com/cz/product/inspire-2?site=brandsite&from=buy_now_bar&vid=20221 (viděno 28. březen 2023).
- [37] „Rescue arrives by ambulance drone: test in the Netherlands“, *The Patent*, 26. duben 2021. <https://www.thepatent.news/2021/04/26/rescue-ambulance-drone-test-netherlands/> (viděno 15. březen 2023).
- [38] D. J. I. Enterprise, „The Basics of Thermal Drones“. <https://enterprise-insights.dji.com/blog/thermal-drone-basics> (viděno 15. březen 2023).
- [39] Croptracker, „Drone-technology-in-agriculture“. <https://www.croptracker.com/blog/drone-technology-in-agriculture.html>
- [40] „AGRAS T40 - One for All - DJI“. <https://www.dji.com/cz/t40> (viděno 15. březen 2023).
- [41] „DJI Agras T40 Sprayer Drone“, *Talos Drones*. <https://talosdrones.com/products/dji-agras-t40-sprayer-drone> (viděno 15. březen 2023).
- [42] „Řidičák na skútr nebo čtyřkolku? - Blog | MegaMax24“. <https://www.megamax24.cz/blog/144-ridicak-na-skutr-nebo-tyrkolku/> (viděno 16. březen 2023).
- [43] „DJI Mini 3 Pro | DJI shop“. <https://www.djishop.cz/dji-mini-3-pro.html> (viděno 28. březen 2023).
- [44] „Nová legislativa - Otázky a odpovědi, hobby provoz, video“, *DJI TELINK Authorized Retail Store*, 28. leden 2021. <https://www.djitelink.cz/cs/Novinky-clanky/legislativa/nova-legislativa-otazky-a-odpovedi-hobby-provoz-video> (viděno 28. březen 2023).



[45]A. C.- info@aion.cz, „467/2022 Sb. Vyhláška o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o s...“, *Zákony pro lidi*. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2022-467> (viděno 15. červen 2023).

[46]„Roční zpráva“, OTE, a.s. <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/rocni-zprava> (viděno 29. červenec 2023).



Seznam obrázků

Obrázek 1 Pojízdny krmný vůz (krmelec) pro dobytek [11]	15
Obrázek 2 Ilustrace VLOS, BVLOS a EVLOS [24].....	20
Obrázek 3 Grafické vyobrazení podkategorií provozu [25].....	21
Obrázek 4 PDRA S-01 [26].....	22
Obrázek 5 PDRA S-02 [26].....	23
Obrázek 6 Pohled pracovníka na objekty pomocí termokamery [40]	30
Obrázek 7 AGRAS T40 [43][47]	31
Obrázek 8 Momentálně využívané terénní vozidlo	35
Obrázek 9 Foto používaného dronu DJI Mini 3 PRO	37
Obrázek 10 Letecký pohled na umístění Farmy Škoda.....	39
Obrázek 11 Situace pastviny	40
Obrázek 12 Pohled na umístění počátečního a koncového bodu	41
Obrázek 13 Vyobrazení cesty terénního vozu z bodu A do B s výškovým průmětem	48



Seznam tabulek

Tabulka 1 Stručný přehled kategorií provozu UAS	19
Tabulka 2 Shrnutí tříd bezpilotních systémů v otevřené kategorii	28
Tabulka 3 Dojezdové časy terénního vozidla.....	46
Tabulka 4 Časy doletu systému UAS	46
Tabulka 5 Ceny diesel paliva.....	47
Tabulka 6 Průměrná pořizovací cena terénního vozu	50
Tabulka 7 Průměrná pořizovací cena DJI Mini 3 PRO	51



Přílohy

Příloha 1

ZÁLOHOVÁ FAKTURA - není daňový doklad

72023

Dodavatel:		<i>Evidenční číslo dokladu:</i> 72023	<i>Variabilní symbol:</i> 72023
4x4 Offroad centrum Liberec		<i>Konstantní symbol:</i> 0308	<i>Související doklad:</i>
Májová 28		<i>Objednávka:</i>	
463 11 Liberec 30		<hr/>	
<i>Telefon:</i>	485160795, 602216876	Odběratel:	<i>IČO:</i>
<i>E-mail:</i>	info@4x4-offroad.cz		<i>DIČ:</i>
<i>WWW:</i>	4x4-offroad.cz		
<i>IČO:</i>	61528943		
<i>DIČ:</i>	CZ6510221146		
<i>Účet:</i>	193022299/0300		
<i>Spec.sym.:</i>			
<i>IBAN:</i>	CZ07 0300 0000 0001 9302 2299		
<i>SWIFT:</i>	CEKOCZPP		
<i>Adresa b.:</i>	ČSOB Liberec 46001,Frýdlanská 15		
Zapsán u: ŽÚ v Libereci			
ev.č.:350500-31095-03			
Dne: 19.12.1994			
Dodavatel je plátcem DPH			

Příjemce:	<i>Datum splatnosti:</i>	15.7.2023
	<i>Způsob úhrady:</i>	Bankovním převodem
	<i>Okamžik vystavení:</i>	1.7.2023
	<i>Datum uskutečnění plnění / platby:</i>	1.7.2023
	<i>Způsob dopravy:</i>	

Servis a oprava dle přání zákazníka.
Fakturuji Vám : Cen.nabídka -oprava /údržba : Nissan Patrol Y61.

<i>Označení dodávky</i>	<i>ceny jsou uvedeny bez DPH</i>	<i>Množství</i>	<i>Sleva %</i>	<i>Jedn. cena</i>	<i>Cena celkem</i>	<i>DPH</i>
Filtr olej		1,000		250,00	250,00	21%
Filtr paliva		1,000		490,00	490,00	21%
Filtr vzduch		1,000		660,00	660,00	21%
Filtr kabina		1,000		499,00	499,00	21%
Olej motoru		8,000		173,50	1 388,00	21%
Práce vč.spoj.mat.		2,500		800,00	2 000,00	21%
Kontrola náplně dif.přední+zadní		1,000		780,00	780,00	21%
Celková kontrola vozu		1,000		650,00	650,00	21%
Ostřík		1,000		140,00	140,00	21%

<i>sazba DPH</i>	<i>bez daně celkem</i>	<i>daň celkem</i>	<i>s daní</i>
<i>základní 21%</i>	6 857,00	1 439,97	8 296,97
<i>snížená 15%</i>	0,00	0,00	0,00
<i>2.snížená 10%</i>	0,00	0,00	0,00
<i>--</i>	0,00		
<i>cena celkem</i>	6 857,00	1 439,97	8 296,97

Zaokrouhlení 0,03 Kč
Celkem k úhradě **8 297,00 Kč**

UPOZORNĚNÍ: Řidič je povinen přezkontrolovat dotažení kolových šroubů nebo matic!!

Náklady na zpětný odběr,zpracování a využití odpadních pneumatik podle §99zákonu č.542/2020Sb., o výrobcích s ukončenou životností, činí 3,20na 1kg. Zákazník si vozidlo převzal bez závad.

V případě prodlení úhrady faktury Vám budeme účtovat úrok z prodlení ve výši 0,05% z dlužné částky denně.