

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

Využití dronů v logistice automobilového průmyslu Diplomová práce

Bc. Gaiaz Mukhadzhinov

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Bc. Gaiaz Mukhadzhinov**

Studijní program: Ekonomika a management

Specializace: Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

Název tématu: **Využití dronů v logistice automobilového průmyslu**

Cíl: Cílem diplomové práce je prozkoumat potenciální využití dronů v průmyslové logistice, představit příklady využití dronů v logistických procesech celosvětových firem a navrhnout možnosti využití dronů v logistice automobilového průmyslu.

Rámcový obsah:

1. Vypracujte teoretickou rešerši z dostupné literatury a dalších veřejně dostupných zdrojů na téma historický rozvoj technologie dronů a charakterizujte technické specifikace dronů.
2. Analyzujte současný stav využívání technologie dronů a současnou legislativu v ČR ve vztahu k dronům.
3. Představte vybrané příklady reálných aplikací technologie dronů v průmyslové logistice.
4. Navrhněte možnosti využití technologie dronů v automobilovém průmyslu. Vyhodnoťte přínosy navrhovaných aplikací.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. *The concept industry 4.0: an empirical analysis of technologies and applications in production logistics*. Springer Gabler, 2017. 150 s. BestMasters. ISBN 978-3-658-16501-7.
2. TICHÝ, T. – KARAS, J. *Drony*. Brno: Computer Press, 2016. 264 s.
3. GROS, I. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2021

Termín odevzdání diplomové práce: leden 2023

L. S.

Elektronicky schváleno dne 8. 11. 2021

Bc. Gaiaz Mukhadzhinov

Autor práce

Elektronicky schváleno dne 8. 11. 2021

Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.

Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 16. 11. 2021

doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.

Garant studijní specializace

Elektronicky schváleno dne 16. 11. 2021

doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.

Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Malčicovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování cenných rad a informačních podkladů.

Obsah

Úvod.....	8
1 Logistika.....	9
1.1 Řízení dodavatelských řetězců	10
1.2 Inovační trendy v logistice automobilového průmyslu	11
2 Technologie dronů	19
2.1 Historie rozvoje civilních dronů.....	20
2.2 Klasifikace dronů a jejich technické vlastnosti.....	23
2.3 Specifikace multi-rotorových dronů	25
2.4 Praktické příklady využití dronů v logistice	27
2.5 Výhody a nevýhody využití dronů v logistice	30
3 Drony a legislativa	33
3.1 Legislativní požadavky pro využití dronů v ČR.....	33
3.2 Certifikace a licence pro provoz dronů	37
3.3 Bezpečnost při využití dronů	38
4 Návrhy implementace využití dronů v logistice automobilového průmyslu.....	40
4.1 Návrh č.1 - dodávka jednotlivých komponentů do automobilového závodu pomocí dronů.....	40
4.2 Návrh č.2 - čtení RFID tagu ve skladu pomocí mini-dronů	42
4.3 Návrh č.3 - nakládka a vykládka zboží z kamionu pomocí dronů.....	44
4.4 Návrh č.4 - dodávka autodílů a komponentů pomocí dronu dealerovi po online objednání	46
4.5 Návrh č.5 - drony s palivovými články pro krizové situace auta s prázdnou nádrží.....	48
5 Vyhodnocení představených návrhů využití dronů	50
Závěr	55
Seznam literatury	57
Seznam obrázků a tabulek.....	62

Seznam použitých zkratk a symbolů

ČR	Česká republika
IT	Information Technology
SCM	Supply chain Management
USA	United States of America
FPV	First person view
RFID	Radio Frequency IDentification
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
NASA	National Aeronautics and Space Administration
UPS	United Parcel Service
AIA	Aerospace Industries Association
USD	United States Dollar
IoT	Internet of Things
EPA	Environmental Protection Agency
ŠAVŠ	Škoda Auto Vysoká Škola
ÚCL	Úřad pro Civilní Letectví
RFID	Radio-frequency Identification

Úvod

Jedním z nejdůležitějších úkolů automobilového průmyslu je minimalizace finančních a ekologických rizik spojených s dopravou. Ke zmírnění těchto rizik je nezbytné neustálé sledování logistického toku. Zajistit to však není snadné. Velké množství organizací se již několik desetiletí snaží poskytovat novější a modernější technologie pro monitorování dopravy, zajišťující nejvyšší kvalitu a standardizaci logistických procesů. Jedním z mnoha návrhů na zjednodušení těchto procesů je použití dronů nebo bezpilotního letadla.

Donedávna se předpokládalo, že drony budou používány pouze pro vojenské účely. Dnes se jejich využití poněkud rozšířilo – používá je policie a státní služba, včetně pátracích a záchranných, zemědělských nebo topografických průzkumů.

V blízké budoucnosti může použití bezpilotních vzdušných prostředků (UAV nebo dronů) pro komerční účely vytvořit novou vlnu IT revoluce, která pokryje téměř všechna průmyslová odvětví. Zavádění bezpilotních prostředků do provozní činnosti společnosti nejen snižuje současné náklady a zvyšuje zisk podniku, ale je také základem pro budování nových obchodních procesů.

V první části této diplomové práce budou popsány teoretické znalosti o dronech, vysvětlena jejich historie a rozvoj, prozkoumána technická specifikace (včetně stručného popisu funkce dronů), představeny příklady současného využití dronů celosvětovými společnostmi a také budou uvedena pravidla využití dronů s ohledem na legislativní požadavky ČR.

V praktické části této diplomové práce budou prozkoumány možnosti využití dronů v průmyslové logistice, představeny návrhy využití dronů v automobilovém průmyslu vzhledem k legislativním požadavkům ČR a jejich objektivní posouzení na základě technické a zákonodárné proveditelnosti.

1 Logistika

První kapitola představuje teoretický koncept logistiky, její definici a cíle, a také popisuje nejnovější vývoj a techniky používané k plnění konkrétních a nestandardních úkolů. Na základě tohoto technologického vývoje bude představena technologie využití bezpilotních dronů v logistice. V dnešní době je těžké si představit společnost, která se nespolehá na nové logistické trendy a metody. Tento směr samozřejmě přináší nejen vysokou konkurenceschopnost, ale vede i k novým strategickým směrům.

Pojem logistika v širším slova smyslu představuje přepravu zboží a služeb. Logistika ale hraje důležitou roli nejen z hlediska přepravy. Logistika je nezbytnou součástí dodavatelského řetězce, která se zabývá plánováním, realizací a řízením obousměrných toků výrobků nebo služeb a k nim vztahujících se informací od místa vzniku/výroby do místa spotřeby tak, aby byly požadavky konečného zákazníka splněny co nejlépe a zákazník z toho měl největší užitek (Oudová, 2022).

V knize *Velká kniha logistiky* je logistika charakterizovaná i jako „Řízení hmotného, informačního a finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků konečného zákazníka, při respektování efektivnosti organizace jako takové a s ohledem na tvorbu zisku“ (Gros a kolektiv, 2016, str.28).

Tento komplexní koncept plně odpovídá výzvě českých společností najít a zajistit konkurenceschopnost. Plnění požadavků konečného zákazníka je založeno na vývoji produktu, jeho dodání vhodnými dodavateli, představuje samořízení implementace potřeb zákazníka do výrobního procesu a tomu odpovídající dodání produktu do výrobního procesu.

Tímto způsobem se charakterizuje řízení celého hodnotového řetězce společnosti a díky uplatnění a úkolu logistiky vytvářejí podmínky nejen pro integrované řízení společnosti, ale i pro řízení podle zásad společnosti dodavatelského řetězce.

Rozsah činností souvisejících s logistikou je ohromující. Mnoho vědců, inženýrů a podnikatelů používá nejen dobře známé logistické metody, ale snaží se také vyvíjet nové trendy, nové metodiky a techniky pro využití logistiky.

Logistiku lze obecně rozdělit dle dvou kritérií (Lukoszová, 2020):

1) *Širší zaměření na studium materiálových toků*: makro-mikro logistiku

2) *Hospodářsko-organizačního místa uplatnění*: logistiku výrobní (průmyslovou či podnikovou), logistiku obchodní a logistiku dopravní.

- Makrologistika se zabývá logistickými řetězci nezbytnými pro výrobu určitých produktů, od těžby surovin až po prodej a dodání zboží zákazníkovi. Logistické vize tak přesahují hranice jednotlivých firem a někdy i zemí. Jinými slovy, makrologistika se zabývá velkými podniky, aby navodily určitou integrovanou finální výrobu jednotek v logistickém řetězci, a to v co nejširším měřítku.
- Mikrologistika se zabývá logistickým systémem v konkrétní organizaci nebo i její části (např. v průmyslovém závodu, individuálním místě určení nebo v individuálním skladu). Jiným způsobem lze mikrologistiku popsat jako vědní obor, který se zabývá logistickými řetězci v rámci průmyslového podniku nebo mezi závody jednoho podniku.
- Logistický podnik většinu logistických řetězců realizuje mimo konkrétní organizaci, tzn. zajišťuje komunikaci mezi dodavatelem a odběratelem.

V dnešní době je logistika bezpochybně klíčovou úlohou v řízení podniků, a to z důvodu efektivity obchodních operací na lokálních a mezinárodních trzích, která má vliv jak na řízení materiálových toků, tak i na toky nedokončené výroby. Principy logistiky jsou uplatňovány již řadu let a přispěly tak i k realizaci mnoha logistických projektů. Navzdory tomu lze logistiku považovat za obor, který potřebuje neustálý vývoj a inovace (Gros a kolektiv, 2016).

1.1 Řízení dodavatelských řetězců

Při použití pojmu logistika se nesmí zapomenout na pojem *Supply chain Management* (SCM) neboli Řízení dodavatelského řetězce. V knize *Logistika pro ekonomy* se termín SCM definuje následujícím způsobem: řízení dodavatelského řetězce je plánování a dohled nad všemi společnostmi zúčastněnými v logistickém průmyslu. Zájem SCM směřuje především ke koordinaci a spolupráci dodavatele se zákazníkem. Pojem lze také popsat jako systém, který propojuje dodavatele prostřednictvím informačních a komunikačních technologií se zákazníkem, a tím i schopnost firmy reagovat na potřeby tohoto zákazníka. Lepší reakce na požadavky zákazníků se může projevit například kratší dobou přepravy (Jurová, 2016).

Jinými slovy, Řízení dodavatelského řetězce se týká rozhodnutí o navrhování, plánování a provozování dodavatelských řetězců. Všechny tyto akce jsou rozhodující pro úspěch nebo neúspěch vašeho podnikání. SCM zahrnují několik funkčních principů (Novack, Langley, Coyle, 2016):

- *Integrace* – seskupení a propojení všech činností od dodavatelů ke koncovým zákazníkům. Činnosti zahrnují např. nákup, výrobu, distribuci, prodej, poprodejní servis a recyklaci. K implementaci integrace v rámci podniku jsou nutné informační a komunikační technologie a také jejich správné interpretace.
- *Přidaná hodnota nebo tzv. delta mezi produkcí a její spotřebou*: dělí se na výrobní a logistickou. Výrobní přidaná hodnota je přeměna hmotných a nehmotných zdrojů ve finální produkt nebo službu, za kterou jsou zákazníci ochotni utratit své finanční prostředky. Logistická přidaná hodnota znamená optimální dostupnost a využití nemateriálních nebo hmotných zdrojů v celém výrobním procesu.
- *Procesní řízení* – je řízení jak vnitřních, tak i vnějších oblastí řetězce pomocí tzv. synergického (společného, součinného) efektu, kde hlavním cílem řízení je razantní úspora času a nákladů.
- *Princip Push and Pull* – je založen především na systému řízení výroby na sklad hotových výrobků. Výroba probíhá bez ohledu na požadavky zákazníka nebo objednávky. Princip *Pull* znamená výrobu na základě poptávky zákazníků. Jedná se tedy o kusovou výrobu s velmi malým počtem výrobků držených na skladě.

1.2 Inovační trendy v logistice automobilového průmyslu

Lze předpokládat, že si lidé pod pojmem *moderní logistika* představují soutěž mezi logistickými odvětvími v představení neobvyklých a nových řešení a technologií v oblasti výroby, dopravy a procesních řízení. Jsou to například nové roboty manipulující s materiálem, automaticky řízená nákladní auta s elektrickým nebo vodíkovým pohonem nebo umělá inteligence. 21. století je doba technických revolucí, nových objevů, internetu a globalizace. Neustálý růst konkurence v odvětví

logistiky nutí společnosti zavádět revoluční technologie do stávajících procesů a zlepšovat kvalitu svých služeb, aby se udržely „nad vodou“.

Pojem inovace lze definovat jako neustálý proces pozitivní změny, „upgrade“ jak v technických řešeních výrobků, tak v technologii jejich výroby a použitých materiálech, který dává výrobcí konkurenční výhodu a umožňuje mu zlepšit jeho konkurenční pozici na trhu (Ruhston, Croucher, 2022).

Podstatou inovace je reakce výrobce na měnící se potřeby zákazníků. Hlavním požadavkem kupujících je, aby produkty, které oni kupují, byly kvalitní. Spokojenost zákazníka je měřítkem jakosti produktu. Kvalitní produkt přiměřeně uspokojuje potřeby, nároky a přání zákazníka, přičemž zákazník je obvykle ochoten zaplatit i vyšší cenu za vysoce kvalitní produkt.

Pojem inovace nabyl na významu až v několika posledních desetiletích našeho století. J.A. Schumpeter (rakouský akademický ekonom a politolog) byl prvním člověkem, který studoval inovace. Jeho vysvětlení a koncept inovací se staly stavebním kamenem pro několik dalších moderních konceptů inovací. Schumpeter definoval inovaci jako něco zcela nového a vyčlenil několik důležitých pojmů (Jiříček, 2022):

- nové trhy,
- nová hierarchie v uspořádání organizace,
- nové zdroje surovin,
- nové technologie.

Později trend sledování a návrhu inovace se začal rozšiřovat. Vzniklá tzv. Inovace managementu (nebo organizační inovace), která může zahrnovat vše, co výrazně mění způsob, jakým management funguje (Veber, 2016).

Výrazná zlepšení v manažerském přístupu mohou v dlouhodobém horizontu vést ke zlepšení konkurenční pozice. Pro dosažení lepšího konkurenčního postavení musí být splněny tři hlavní aspekty (Veber, 2016):

- inovace musí být založená na nových principech řízení,
- inovace musí být systematická,

- inovace je součástí nepřetržitého toku objevů za předpokladu, že existuje neustálý pokrokový technologický růst.

Je důležité pochopit, že inovace se nekonají v systému, kde lidé chtějí vše dokonale plánovat a řídit, kde se bojí rizika nebo tam, kde není chuť utrácet čas a peníze za experimenty. Inovace vyžadují správné prostředí a podmínky, aby se jim dařilo (Bartes, 2008).

Logistický řetězec se rozvíjí neuvěřitelným tempem a přináší nejen nové způsoby, jak vyhovět potřebám zákazníků, ale také nové technologie pro rozšiřování přepravních, výrobních a skladovacích kapacit. Na obrázku č.1 jsou představené některé ze špičkových inovací v automobilové logistice (Tan, Schukkla, 2021):



Obr. 1 Špičkové inovace v logistice automobilového průmyslu v 21. století

Průmysl 4.0

Před představením detailního popisu Průmysl 4.0, je důležité vědět, jak se vyvíjela výroba v období od 19. století. Existují čtyři různé průmyslové revoluce, které svět zažil nebo právě zažívá (Mařík, 2016):

- 1. průmyslová revoluce: odehrála se koncem 18. a začátkem 19. století. Během této doby se výroba posunula od důrazu na manuální práci, prováděnou lidmi pomocí pracovních koní, k efektivnější práci prováděné lidmi pomocí vody, parních strojů a dalších typů obráběcích strojů.

- 2. průmyslová revoluce: na počátku 20. století uvrhl svět do druhé průmyslové revoluce příchod oceli a používání elektřiny v továrnách. Zavedení elektřiny umožnilo výrobcům být efektivnějšími a továrnám mobilnějšími. Během této fáze byly zavedeny koncepty hromadné výroby jako jsou montážní linky, aby se zvýšila produktivita.
- 3. průmyslová revoluce: počínaje koncem 50. let se pomalu začala objevovat třetí průmyslová revoluce, protože výrobci začali do svých továren zavádět více elektronické a později i výpočetní techniky. Během této doby výrobci zaznamenali posun v důrazu na digitální technologii a automatizační software oproti analogové a mechanické technologii.
- 4. průmyslová revoluce: kybernetická a fyzická transformace výroby. Průmysl 4.0 lze aplikovat na všech úrovních výrobního procesu, od vývoje produktu až po konec životního cyklu produktu. Někteří výrobci navíc aplikují koncepty Průmyslu 4.0 na externí zdroje jako jsou dodavatelské řetězce, aby zlepšili svou schopnost předvídat narušení dodávek a usnadnili vyhledávání všech materiálů používaných k výrobě jejich produktů.

Průmysl 4.0 posouvá digitální zaměření posledních desetiletí na zcela novou úroveň připojením přes tzv. *Internet of Things* (IoT). Internet of Things – je síť fyzických entit připojených k internetu, které sdílejí data a informace s cílem zlepšit produktivitu, efektivitu, služby a další. Průmysl 4.0 nabízí integrovanější, propojenější a holistický přístup k výrobě. Průmysl se propojuje fyzicky a digitálně, aby se zlepšila spolupráce a přístup mezi odděleními, partnery, prodejci, produkty a lidmi (twi-global, 2020). Přejít na průmysl 4.0 vyžaduje po společnostech zásadní změny ve výrobních, technologických, organizačních obchodních procesech a obecně v modelu řízení podniku, které nepochybně přivedou k nahrazení některých profesních rolí jinými. Tady nejde o jednotlivá oddělení, ale minimálně o celou firmu. Každý odborník, od obchodníků a finančníků až po specialisty logistiky a prodejce, se proto musí ponořit do podstaty průmyslu 4.0 (Mařík, 2016).

Průmysl 4.0 nemění pouze výrobní metody, ale posouvá bod, kdy se v hodnotovém řetězci vytváří největší přidaná hodnota. Je třeba vzít v úvahu fáze vývoje, návrhu a údržby produktu, nejen jeho průmyslovou výrobu. To by mohlo vést k přehodnocení práva duševního vlastnictví – patentů a autorských práv – a práv na

takzvaná „velká data“. Průmysl 4.0 je celosvětový fenomén, kdy státy musí nejen rozvíjet vlastní ekonomiku, ale celosvětově se s tímto novým trendem vypořádat. Transformace na průmysl 4.0 nabízí mnoho příležitostí, ale proměna tradiční továrny na chytrou továrnu znamená také umět pracovat se statistickými daty, extrahovat je a správně je používat. Jen tak bude mít výrobní systém z dlouhodobého hlediska mnohem spolehlivější výsledek a mnohem menší prostor pro chyby (Mařík, 2016).

Smart logistika a robotizace

Průmysl 4.0 se zaměřuje i na „chytrou“ logistiku a chytré procesy. Donedávna byli průmysloví roboti málo pohyblivými a rozhodně ne inteligentními stroji a jejich úkolem bylo opakovat jednoduché úkoly s vysokou přesností. Tyto dovednosti jsou dostatečné pro jednoduché výrobní procesy, ale nedostatečné pro většinu logistických činností (Mikušová, 2017).

V logistice jsou požadavky na průmyslové roboty velmi vysoké. Logističtí roboti musí mít silné schopnosti pro rozlišování mezi různými druhy zboží v nekonečných kombinacích, vnímat prostředí, pohybovat se a interagovat s okolím a také musí umět pracovat s lidmi. Zvýšená flexibilita a snížení nákladů robotických pracovních stanic vytváří podmínky pro jejich širší využití v logistických činnostech jako je například vychystávání, balení, expedice a doručování objednávek. V oblasti logistiky se stále 80 % zboží a služeb zpracovává ručně. Nepříznivé demografické problémy a následné snižování počtu pracovních sil mohou v některých logistických činnostech nahradit robotické práce (Čujan, Mikušová, 2017).

Pro člověka je zásadní, aby se odlišoval svou přirozenou inteligencí a funkční mobilitou ve srovnání s používáním dnešní jednoduché mechanizační a řídicí techniky (IT technologie). Robot je automatizovaný nebo počítačem řízený integrovaný systém, který může autonomně a cíleně interagovat s přírodním prostředím pod vedením člověka (Kubasaková, 2014). Manipulace s materiálem a jeho doprava ve výrobních podnicích je jedním z momentů, který ovlivňuje celkové náklady na výrobu produktu. Snížení výrobních nákladů v oblastech, které mohou být ovlivněny používáním nových technologií a organizací práce je jedním ze způsobů, jak dosáhnout zvoleného cíle. Použití robotických manipulátorů, bezpilotních zařízení a robotů je nejjednodušší způsob toho, jak snížit frekvenci

práce pod zátěží při pravidelně se opakujících, rutinních a náročných činnostech. Tato skutečnost závisí na dostupnosti od příjmu materiálu až po jeho přepravu na sklad, přepravu polotovarů mezi operátory, uložení hotového výrobku na sklad a jeho prodej. Jedním z příkladů využití robotu v logistickém řetězci je transportní robot (viz. Obr.2), který se používá při manipulaci s materiálem a v mnoha aplikacích k autonomnímu provozu logistických systémů bez lidského zásahu. Vozidlo totiž může jet přímo po zemi, pokud jsou splněná určitá kritéria jako je rovinnost, průchodnost, nízký sklon a další parametry stanovené výrobcem jako příslušné podmínky volného provozů (Danel, Kohut, 2013).



Zdroj: ŠKODA AUTO a.s. 2022

Obr. 2 Transportní robot ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Díky tomu je robotický systém flexibilní a velmi snadno se převádí a rozšiřuje. Mezi nejčastější koncepce těchto druhů vozidel patří současně vedená hnací kola, případně nápravy se dvěma koly, druhé kolo je nosné (Danel, Kohut, 2013).

Popularitu v inventarizaci skladu nabírá technologie RFID, která slouží pro bezkontaktní identifikaci objektu nebo zboží s RFID štítkem (tagem) pomocí rádiového signálu (techtarget, 2022). Dodavatelé různého zboží připevňují tyto štítky na přepravní jednotky (palety, krabice) nebo jednotlivé zboží. V praxi to funguje následujícím způsobem: robot vybavený RFID pracuje ve firemním skladu a provádí inventuru zboží a materiálů. Robotická kontrola probíhá tak, že robot projíždí kolem materiálů nebo krabic označených RFID tagy, čte z nich informace a zadává je do databáze (clearpathrobotics, 2021).

Digitalizace

Digitalizace způsobí revoluci v odvětví logistiky více než v mnoha jiných odvětvích. Digitální inovace v nejstarším a nejglobálnějším komerčním sektoru zaostávají za ostatními průmyslovými odvětvími. Rychlé tempo digitální transformace však vyžaduje nové digitální obchodní modely, aby si udržely podíl na trhu. Aby logistické společnosti byly úspěšné, musí si vybrat mezi rozvojem nových digitálních technologií nebo digitalizací tradičních technologií (Tan, Schukkla, 2021).

Budování digitálního startupu má určité výhody. Bývají rychlejší, flexibilnější, inovativnější a ziskovější než tradiční organizace. Cílem digitalizace je, aby dodavatelský řetězec byl co nejtransparentnější a pod plnou kontrolou. Způsoby, jak toho dosáhnout, zahrnují důslednou integraci, otevřenost novým obchodním příležitostem, využití cloudových řešení ve vlastní logistice nebo technologické přístupy v IoT a logistice 4.0. Každý z těchto přístupů povede k udržitelnější logistice, protože každé zlepšení procesů, kterými digitální a analogový svět interagují, nakonec sníží spotřebu zdrojů (DHL, 2017). Termíny *digitalizace* a *průmysl 4.0* jsou navzájem ztotožňovány. Není tomu zcela tak, protože digitalizace je hranicí mezi třetí a čtvrtou etapou průmyslového rozvoje, je to poslední etapa průmyslu 3.0 a základ pro začátek čtvrté průmyslové revoluce. Digitalizace je aplikace myšlenek a technologií aktuálně prožívané digitální revoluce ve výrobních procesech (Mařík, 2016).

Digitalizace produktů znamená například přidání chytrých senzorů nebo komunikačních zařízení ke stávajícím produktům, které jsou kompatibilní s nástroji pro analýzu dat. Zavedením nových analytických metod mají společnosti možnost seznámit se s používáním produktů a tyto produkty zdokonalovat podle nových požadavků koncových uživatelů (Mařík, 2016).

Zelená logistika

Pojem zelená logistika vznikl z potřeby vyvíjet se směrem k udržitelnosti, negativnímu dopadu na životní prostředí a hledání alternativ ke spotřebě paliv, zdrojů a surovin. Samotný koncept představuje ekologickou a ekonomickou efektivitu v logistice a snaží se snížit dopady odvětví na životní prostředí. Za tímto účelem se instituce snaží provozovat svou činnost jako šetrnou k životnímu prostředí a s co nejnižšími náklady. Evropská unie již zavedla částečný mezinárodní

zákon o snížení znečištění. Stále však existuje mnoho toho, co může logistický průmysl udělat, aby minimalizoval svůj dopad na životní prostředí. Současné způsoby využití zelené logistiky jsou (eurosender, 2017):

- použití ekologického balicího materiálů,
- environmentální zpětná vazba (například výsadba stromů),
- optimalizace trasy pro dopravu,
- výběr neekologičtějšího dostupného způsobu dopravy.

Doprava je významnou logistickou činností, která má silný dopad na životní prostředí. Negativním efektem dopravy ale je, že její provoz vyžaduje různé druhy paliva, obsahující chemické látky, a při jejich spalování se do vzduchu dostávají například emise CO₂ a ten znečišťuje životní prostředí. Zelená doprava je proto jednou z nejdůležitějších součástí zelené logistiky (McKinnon, 2015).

2 Technologie dronů

Jedním z výstupů na téma průmysl 4.0 je téma využití dronů v logistice a následné rozšíření této technologie nejen mezi armádou a soukromým sektorem firem, ale i mezi civilními uživateli. V následující kapitole bude představena technologie UAV, její historie, příklady využití a inovační nabídka rozvoje.

Dron je mobilní bezpilotní prostředek naprogramovaný k provádění jakýchkoli akcí. Častěji tímto pojmem se rozumí létající zařízení, které je buď předem naprogramováno, nebo pilotováno osobou (operátorem) prostřednictvím dálkového ovládání (Juniper, 2018). Formálně začíná historie dronů v roce 1782, kdy bratři Etienne a Joseph Montgolfierovi zvedli balón naplněný kouřem do vzduchu (Gololobov, 2018). Vzhledem k tomu, že místní terénní podmínky neumožňovaly efektivní provoz dělostřelectva, armádní velení vypustilo nad vzpurným městem dva balóny naplněné bombami (technický to byl zapálený dynamit). Balóny byly vybaveny mechanismy pro automatické shazování munice. A ačkoli bombardování nepřineslo velký úspěch, obyvatelé Benátek byli v panice, a den 12. července 1849 se zapsal do historie bojových dronů (Gololobov, 2018).

Koncem 19. století došlo k objevu elektřiny a rádiových frekvencí. Slavný fyzik, inženýr a vynálezce Nikola Tesla v roce 1898 na jezeře v Madison Square Garden demonstroval svoji první loď na rádiovém ovládání (uspto.gov, 2020). Později byl rok 1933 průlomem pro drony řízené rádiem. Britští inženýři navrhli první UAV, který byl dálkově ovládán rádiem a používán opakovaně. Modely úspěšně sloužily britské armádě od roku 1934 do roku 1943 jako cílové letouny. S jejich pomocí byli vycvičené budoucí piloti a protiletadloví střelci (Figovský, 2021).

Po druhé světové válce jsou Spojené státy považovány za nesporného lídra ve vývoji a aplikaci UAV. Nyní jsou drony využívány i ve službě americké armády (Nikishev, 2020). Nejznámějším mikrodrone je miniaturní dron typu vrtulníku *PD-100 Black Hornet Nano*, který byl vyvinut norskou společností Prox Dynamics v roce 2011 (viz. Obr. 3). Od roku 2012 byla zahájena sériová výroba (Army Technology, 2022). Britští vojáci tento dron začali aktivně používat v Afghánistánu v roce 2013 jako nástroj pro efektivní průzkum. Zvláštností Black Hornet Nano je jeho mikro velikost a neuvěřitelné taktické vlastnosti.



Zdroj: Verdict Media Limited 2022

Obr. 3 *Miniaturní dron PD-100 Black Hornet Nano*

Dron je vybaven třemi videokamerami, které přenášejí video obraz na displej v reálném čase. Rychlost letu – až 40 km/h, vzdálenosti letu – až 1 km a doba letu - 25 minut. Pro zvýšení účinnosti mohou být mikrodrony Black Hornet Nano vybaveny zařízeními pro noční vidění (armytechnology, 2022). Takový rádio-dron o velikosti velkého hmyzu je ovládán pomocí pohodlného dálkového ovládače a stává se spolehlivým „okem“ vojáka na nepřátelském území (armytechnology, 2022).

2.1 Historie rozvoje civilních dronů

Historie vývoje civilních dronů sahá až do počátku 21. století, kdy byly široce využívány FPV systémy a natáčení videa z dronu. Dneska pro drony se používá hodně termínů: UAV, bezpilotní letoun, kvadrokopter (angl. Quadrocopter), multikopter atd. (dále v práci bude využíván pouze termín dron) S příchodem nových výrobců rádiem řízených modelů na trh, s příchodem nových materiálů a technologií, které dokázaly snížit náklady na výrobu malých vícerotorových systémů, se drony staly dostupnými a populárními mezi leteckými nadšenci po celém světě. V kapitole 2.2 budou představeny nejčastější výbavy a funkce, které v sobě mají drony a bude detailně popsána technická stránka těchto funkcí. Kromě vojenských misí získaly rádiem řízené drony uznání v civilní sféře a jsou úspěšně používány například ve volné přírodě pro průzkum a sběr dat, jako je dron *Little Ripper* s umělou inteligencí, který začal hlídkovat na pobřeží Austrálie a jeho účelem je detekovat plavajícího žraloka v pobřežních vodách a vyslat signál operátorovi na

břehu. Daný dron má funkce automatického vzletu a přistání a také funkce letu dle určité trajektorie pro hlídání předem zadané oblasti pobřeží (Drone strategy, 2021).



Zdroj: The Ripper Corp. 2021

Obr. 4 Dron Little Ripper Lifesaver

Dále v zemědělství, kde se musí sledovat stav plodin a pro zpracovávání plochy plodin: dobré výsledky ukázal například ukrajinský startup *Kray Technologies*, který představil *agrodron* pro zpracování plochy od 300 do 500 hektarů denně (viz. Obr. 5). Dron *Kray* využívá unikátní hybridní systém počítačového vidění k přesné rekonstrukci terénu 300-500 stop před sebou a precizně naváděné vícerotorové složené platformy pro vertikální vzlet a přistání. V kombinaci s elektrostatickým nábojem poskytuje dron *Kray* průmyslový výkon a bezpečnost certifikovanou EPA. Většina agro dronů na trhu nesplňuje požadavky na bezpečnost a dlouhodobé používání. Princip fungování agrodronů totiž vede s rostoucí rychlostí letu ke ztrátě bezpečnosti kvůli své vazě a tento princip nelze jednoduše změnit (Commercial UAV Solutions, 2022).



Zdroj: Kray Technologies 2022

Obr. 5 Kray dron

Následně v logistice pro dodání malonákladových zboží ve fázi last-mile neboli poslední míle. Průkopníky v této oblasti byla americká společnost Amazon, která navrhla nejen doručit malé zásilky pomocí rádiem řízených dronů, ale také požádala o patent na víceúrovňový parkovací uzel pro drony (Amazon, 2022).



Zdroj: DroneFlyers 2022

Obr. 6 Dron pro doručování nákladu, Amazon.

Nakonec využití v oblasti vymáhání práva pro kontrolu pohybu a sledování jednotlivců a zařízení. Existují některá policejní jednotkové drony v Británii a také pozemními robotické hlídky a létající dron v Singapuru (Drones and the police, 2019). Dané drony využívají funkce udržování výšky a video-natáčení a funkce „Active Track“, která sleduje policejní jednotku, zloděje nebo zachycuje nějakou mimořádnou akci.



Zdroj: Coptrz 2022

Obr. 7 Policejní dron

Rozsah použití rádiem řízených dronů se neustále rozšiřuje, a dokonce i obvyklé amatérské modely dronů mají funkce profesionálních dronů. Již nyní se praktikuje doručování zboží pomocí dronů, sběr různých informací ve velkých oblastech, letecká a fotografická technika. Schopnosti dronů jsou stále široké a zařízení jsou vylepšována: inovace přichází každý den (Tichý, 2016).

2.2 Klasifikace dronů a jejich technické vlastnosti

Podle různorodosti konstrukce existují 4 hlavní typy bezpilotních vzdušných prostředků nebo dronů (viz. Obr.8) (Novák, 2021):



Multi-rotorové „multicopter“ drony



Drony s „pevným křídlem“



Jednorotorové drony



Hybridní drony

Zdroj: upraveno dle alb.aero, 2022

Obr. 8 Typy dronů

Víceřtorové drony jsou nejběžnějšími typy dronů, které používají profesionálové i amatéři. Takové drony jsou v podstatě létající platformy s 3, 4, 6, 8, 12 bezkartáčovými motory s vrtulemi: drony se čtyřmi motory se nazývají anglicky quadrocopter, se šesti – hexacopter, s osmi – octocopter. Za letu dron drží nastavenou výšku vzhledem k povrchu země a může se vznášet nad určitým místem, pohybovat se doleva, doprava, dopředu, dozadu, nahoru a dolů, stejně jako otáčet kolem své osy. Všechny akce se provádějí změnou tahu na každém z motorů (ardupilot, 2020). Tržní segment těchto zařízení je různorodý, jedná se o víceřtorové drony pro profesionální použití, jako je letecké fotografování, jehož cena se může pohybovat od 500 do 3000 amerických dolarů. Existuje však mnoho

modelů pro koníčky, jako jsou amatérské závody dronů nebo rekreační lety, v cenovém rozpětí od 50 do 400 USD. Ze všech typů dronů jsou multicopter drony nejjednodušší na výrobu a nejlevnější (ardupilot, 2020).

Ačkoli multi-rotorové drony jsou snadno vyrobitelné a relativně levné, mají mnoho nevýhod. Hlavními z nich jsou omezená doba letu, omezené užitečné zatížení a nízká rychlost. Nejsou vhodné pro rozsáhlé projekty, jako je letecké fotografování velkých ploch. Hlavním problémem multikopterů je, že musí vynaložit velkou část své energie na boj s gravitací a stabilizaci zařízení ve vzduchu. V současné době je většina vícerotorových dronů schopna létat pouze 20–30 minut s minimálním užitečným zatížením, například videokamerou. Naopak drony s pevnými křídly jsou zcela odlišné v konstrukci od letadel s více rotory. Pro let a pro vytvoření vztlaku používají "křídlo" jako obyčejná letadla. Tyto drony nemohou viset na místě, protože bojují s gravitací. Místo toho se mohou pohybovat dopředu po stanoveném kurzu, pokud to jejich zdroj energie dovolí (Shatalov, 2019). Většina dronů s pevnými křídly má průměrnou dobu letu několik hodin. Drony poháněné plynem mohou létat až 16 hodin nebo více. Díky vyšším letovým časům a úspoře paliva jsou drony s pevnými křídly ideální pro operace s dlouhým dosahem (ať už mapování nebo sledování). Nemohou však být použity pro letecké natáčení, kde dron musí zůstat po určitou dobu bez pohybu ve vzduchu (Shatalov, 2019).

Dalšími nevýhodami dronů s „pevnými křídly“ jsou vyšší náklady na výcvik personálu v řídicích dovednostech potřebných pro let. Není tak snadné zvednout dron s pevným křídlem do vzduchu. Chcete-li vypustit a zvednout dron s pevným křídlem do vzduchu, vyžaduje buď speciální *přistávací dráhu* nebo odpalovací zařízení ve formě katapultu. Chcete-li bezpečně přistát se zařízením zpět na zemi, budete také potřebovat přistávací dráhu, padák nebo síť (Randal, 2019). Jednorotorové drony jsou svou konstrukcí velmi podobné skutečným vrtulníkům. Na rozdíl od vícerotorového dronu má jednorotorový dron jednu velkou olověnou vrtuli plus malou vrtuli na ocase pro ovládání kurzu. Jednorotorové drony jsou mnohem efektivnější než vícerotorové verze. Mají vyšší dobu letu a mohou být dokonce poháněny spalovacími motory (Randal, 2019).

2.3 Specifikace multi-rotorových dronů

V této kapitole budou představeny základní a specifické funkce, které pomohou získat podrobnější představu o schopnostech dronů. U konkrétních modelů však existují pouze některé z níže uvedených funkcí (Novák, 2021):

- *Funkce udržování výšky a video-natáčení.* V přítomnosti funkce držení výšky je dron schopen viset v jednom bodě v určité výšce. Nejčastěji se používá k získání vysoce kvalitních fotografií, pokud má dron fotoaparát.
- *Funkce „návratu domů“ (coming home).* Ne každý dron má tuto možnost, i když bez ní existuje riziko ztráty této jednotky. Opakovaně se vyskytly případy, kdy drony jednoduše letěly tak daleko, že je nebylo možné očima najít. Pokud existuje funkce *coming home*, dron se vrátí zpět do místa vzletu, i když se ztratí kontakt s ovládacím panelem (včetně vybití baterie).
- *Funkce letu dle určité trajektorie.* Tato funkce umožňuje nastavit trasu dronu dopředu. To je výhodné v mnoha případech, kdy není možné zařízení ovládat.
- *Funkce automatického vzletu a automatického přistání.* Pokud máte tuto funkci, nemusíte zařízení ovládat pokaždé před vzletem a obávat se, že někam odletí. Automatické přistání je stále stejná funkce návratu domů, ve které dron přistane na místě startu.
- *Funkce různých letových režimů.* Drony jsou schopny létat dle různé trajektorie, což je vhodné pro provádění konkrétních úkolů. V režimu "Kruh" (Circle) bude dron létat kolem objektu v kruhu daného průměru v daném směru a vrátí se na své místo.
- *„Active Track“* je režim, ve kterém je konkrétní objekt „zarámován“ a udržen pro natáčení, po kterém jej dron udržuje v oblasti pozornosti po celou dobu, pomocí takzvaného počítačového vidění, schopnosti rozpoznávat objekty a strojového učení.
- *Funkce „Follow me“ nebo sleduj mě.* Pokud má dron tuto funkci, může sledovat souřadnice ovládacího panelu nebo smartphonu pomocí GPS nebo udržet pohybující se objekt v ohnisku kamery a letět za ním (pomocí technologie Active Track). V tomto režimu je drone udržován v určité

vzdálenosti, aby nezasahoval do toho, co se děje, a může o tom vést záznamy a natáčet. To je vhodné pro snímání dynamických událostí. Pokud však dron neví, jak létat kolem překážek, můžete jej v tomto režimu spustit pouze ve volném prostoru.

- *Funkce ovládaní dronu pomocí gesta.* Některé modely jsou schopné reagovat na pohyby rukou. Jednoduše řečeno, jsou tyto pohyby rotací a sklonem smartphonu nebo dálkového ovladače vybaveného gyroskopem a akcelerometrem. Ve složitějších modelech se používá vestavěná kamera, která dokáže rozlišit určitá gesta. Například mávnutím ruky zavoláte dron k sobě, otevřete dlaň – dáte koptéru příkaz k přistání a tak dále.
- Další vlastnosti: drony vybavené různým vybavením v závislosti na jejich rozsahu použití. Výrobci se snaží vybavit dron speciálními držáky, aby bylo dokování s přídatnými zařízeními pohodlnější a rychlejší. Drony mohou být například vybavené infračervenými kamerami nebo kamerami pro noční vidění, přídatnými taškami na přenášení malých předmětů v případě nouze a speciálními signálními světly pro označení dronu v prostoru.

Při nákupu dronů je třeba nejprve určit jeho velikost, protože některé drony se vejdou do kapsy, zatímco jiné se nevejdou ani do batohu. Mikro a mini drony mají rozměry menší než 20 cm v průměru, zatímco jejich výška může být pár centimetrů. Střední jednotky jsou v rozmezí 20-45 cm a jsou nejoblíbenější mezi všemi drony, které mohou být přenášeny s sebou v tašce nebo batohu a používány k řešení různých úkolů. Velké drony, větší než půl metru, kvůli jejich velikosti nejsou vhodné pro běžný případ použití. Výborně však zvládají řešení konkrétních úkolů v logistice a používají je profesionálové (Novák J, 2021).

Velkým plusem pro drony je přítomnost videokamery za předpokladu, že má dobré rozlišení. Mnoho z výše popsaných funkcí funguje pouze na dronech s kamerami. Dalším důležitým vybavením je stabilizátor. Toto zařízení poskytuje hladkost, když se dron pohybuje. U kamery dronu je třeba věnovat pozornost následujícím charakteristikám: režim fotografování demonstruje vysokou kvalitu obrazu a videa (např. rozlišení 4K: 3840x2160p). Čím vyšší je rozlišení, tím podrobnější bude obraz. Snímková frekvence je zodpovědná za plynulost změny snímků: čím vyšší je frekvence, tím méně trhnutí bude ve videu (Adamov, 2020).

Druhou charakteristikou foto kamery je maximální pozorovací úhel (čím větší, tím větší je pokrytí oblasti snímání). Třetí charakteristikou je funkce snímání. V letových vlastnostech jsou důležité především funkce času, rychlosti a letu. Čím delší je doba letu dronu, tím déle bude schopný letět s jedním nabitím. Záleží především na hmotnosti konstrukce a kapacitě baterie (Tichý, 2016).

Jak již bylo zmíněno, některé modely lze ovládat pouze z dálkového ovladače, jiné také reagují na smartphone, což rozšiřuje jejich schopnosti. K dispozici jsou také zařízení pro ovládání dronů pomocí gesta. Pro správnou volbu dronu je nutné jasně nastínit rozsah úkolů, které má dron řešit.

2.4 Praktické příklady využití dronů v logistice

Jedním z nejviditelnějších trendů současnosti je využití dronů pro logistické účely. Dominují zde dvě oblasti: skladové drony, které čtou čárové kódy na balících a doručovací drony *last mile*. Podle seznamu amerických startupů s drony *Tracxn*, mnoho společností vážně soutěží s vývojem autonomních dronů v oblasti doručování *last mile*.

Matternet

Například společnost Matternet, která byla založená v roce 2011, nabízí kompletní globální řešení doručování dronů s vlastním dronem M2, cloudovou platformou a dokovacími stanicemi. Společnost navázala partnerství s UPS na doručování léků a krve z *Wake Forest Baptist Health* pomocí dronů (tracxn, 2022).



Zdroj: Copyright 2022 Matternet

Obr. 9 Matternet M2

Tyto drony jsou navrženy tak, aby unesly užitečné zatížení o hmotnosti až 2 kilogramů a 4 litrů tekutiny na vzdálenosti až 20 kilometrů. Proprietární softwarová platforma dronu firmy Matternet přijímá požadavky zákazníků, vytváří doručovací trasy a sleduje, kontroluje a spravuje všechna provozní aktiva společnosti (tracxn, 2022).

UVL Robotics

Dalším zajímavým start-up projektem je skladový dron, schopný provést rychle skenování zboží na vysokých regálech nebo paletách. Například, společnost *UVL Robotics* je první společností na světě, která nabízí řadu služeb inteligentní inventarizace dronů firemním zákazníkům. UVL spustili autonomní dronové řešení pro správu zásob, které je 50x rychlejší než tradiční metody a dokáže snížit provozní náklady na údržbu skladu. Hlavní výhodou použití dronů pro skladové operace je to, že pomáhají sledovat zásoby. To znamená, že víte, kdy a kde je váš inventář (uvl, 2022). Lidé, kteří se ve skladu pohybují, počítají položky a skenují čárové kódy, mohou tuto práci provádět pomocí dronů automaticky, což poskytuje rychlejší a efektivnější způsob sledování zásob. Je to takto i bezpečnější, protože položky v těchto skladech totiž mohou být skladovány ve značných výškách (Novák, 2021).



Zdroj: UVL Robotics 2022

Obr. 10 UVL Robotics warehouse drone

Amazon

Amazon má také patent na speciální stanici odkud drony s balíky létají přímo k adresátům. Již 7. prosince 2016 Jeff Bezos, zakladatel největšího internetového prodejce Amazon na světě, informoval média o první dodávce pomocí dronu.

Zákazník z Velké Británie si objednal set-top box a popcorn. Od okamžiku objednání do doručení zboží uplynulo 13 minut (cncb, 2022).



Zdroj: CBC/Radio-Canada 2022

Obr. 11 Amazon Prime Air warehouse drone

Navzdory skutečnosti, že výhody doručování pomocí dronů se zdají zřejmé, existuje mnoho překážek pro přijetí této služby. Samozřejmě se musí řešit legislativní rámec, kybernetická bezpečnost a technické záležitosti (Turlaev, 2019).

Workhorse

Se všemi vyhlídkami na použití dronů k doručení poslední míle existují neřešitelné problémy. První je otázka pojištění: pokud je zásilka odcizena nebo poškozena, kdo nahradí škodu. Druhou záležitostí je Wi-Fi, které je k dispozici ve výškových budovách téměř v každém bytě, způsobuje selhání navigace a zabraňuje dronům najít správnou adresu. Třetí je nedostatek vybavených míst, kam můžete doručit zásilku se zárukou, že ji odtud odnese pouze ten, komu je určena. Použití dronů k doručování zboží ve velkoměstech se z tohoto důvodu zdá stále daleko. Je to však účinné řešení pro odlehlé a venkovské oblasti. Například systém nazvaný *Horse Fly* pracuje s drony vypuštěnými z kamionu (viz. Obr.12). Autonomní zařízení vzlétne ze střechy nákladního vozidla, doručí zásilku na požadovanou adresu a poté se vrátí zpět na střechu a automaticky se nabíjí (workhorse, 2022). V současné době může být určitá minimální poptávka po takové službě pouze ve velkých městech, protože v jiných městech jsou náklady na standardní doručovací službu poměrně nízké. Kromě toho mají velkoměsta někdy i bezletovou zónu (unnaimedairspace, 2017).



Zdroj: Copyright 2022 Workhorse

Obr. 12 Příklad doručení zboží z vozidla dronem Horse Fly

Bezpilotní technologie se vyvíjejí rychlým tempem a drony stále více obývají vzdušný prostor. Podle NASA bude do konce letošního roku na světě 7 milionů dronů, z nichž 2,6 milionů je komerčních (unnaimedairspace, 2017).

V současné době není doručování nákladu či malých zásilek drony dostatečně rozvinuté a poptávka po něm jako masovém fenoménu nebude dalších pět let. Drony se snadno vypínají magnetickým rušením, jsou velmi citlivé na povětrnostní podmínky, doba naložení (i bez nákladu) vystačí pouze na 27-33 minut letu (Novák, 2021). Například je velmi pravděpodobné použití dronů k ochraně logistického skladu, protože nyní je možné na drony instalovat senzory, reproduktory a výkonné reflektory s jasem 2400 lm (lumen), a to i na dronech o hmotnosti 500-750 gramů. Další možností je využít dron jako kontroléra ve skladu, a to pro inventuru, kontrolu poškození, nesprávné umístění zboží a vnitřní bezpečnost skladu. Nákladní doprava na dronech může být odložena na 4-5 let, dokud hmotnost/kapacita baterií nedosáhne optimálního koeficientu (pilotinstitute, 2021).

2.5 Výhody a nevýhody využití dronů v logistice

Nákladní doprava je perspektivní odvětví, proto zde důležitou roli hraje automatizace. Čím rychleji se objednávka dostane k zákazníkovi, tím více je spokojený a tím je větší zisk pro organizaci. V dnešní době existuje mnoho společností, které poskytují dopravní a logistické služby. Tvrdá konkurence nutí

majitele mnoha firem hledat nové cesty ke zvýšení efektivity, přemýšlet o inovativních technologiích souvisejících s bezpečností, rychlostí a přesností dodávek (Suomalainen, 2022).

Nejnovějšími trendy v logistice jsou nyní 3D tisk, internet of things, UAV/drony, senzorický marketing, automatizované sklady a autonomní vozidla. Drony jsou jednou z nejslibnějších technologií budoucnosti i současnosti. Pomáhají snižovat firemní náklady, zrychlují pohyb zboží a řeší problém poslední míle. Mezi zřejmé výhody dronů oproti vozidlům s posádkou lze identifikovat (Novák, 2021):

- levnou výrobu a údržbu,
- nízkou spotřebu paliva a možnost využití alternativních energií,
- vysokou variabilitu vzletových a přistávacích drah,
- úsporu peněz a času,
- vysokou mobilitu.

V současné době jsou drony na vrcholu popularity také kvůli zlevnění jejich výroby a použití pokročilých materiálů a technologií v levných rádiem řízených modelech (Novák, 2021). Například, při jejich aktivním využití, některé údaje z dronů mohou být podrobnou zprávou o stavu aktiv a zásob podniku v průběhu času. Shromažďováním a ukládáním vizuálních dat získávají společnosti digitální model životního cyklu aktiv a zásob, ke kterým lze kdykoli přistupovat (Tichý, 2016).

Kromě toho existuje software, který umožňuje přenášet data z dronů a vytvářet zprávy, které mohou být zaslány všem účastníkům podniku a zainteresovaným stranám ve stejný den. Zřejmou výhodou využití dronů v automobilovém průmyslu je doručování zboží. Kromě toho, drony vybavené technologií počítačového vidění a strojového učení pomáhají v automobilovém průmyslu například (Tichý, 2016):

- rozšířit možnosti sledování výroby a zajistit vysokou kvalitu výrobků,
- automatizovat a urychlit lineární úlohy, které vyžadují značné výdaje na čas a zdroje,
- kontrolovat zásoby, včetně těžko přístupných a nebezpečných pro člověka,
- sledovat stav zařízení,

- hlídat prostory výrobního závodu.

Mezí nevýhody využití dronů lze zmínit (Novák, 2021):

- nebezpečnost při manipulaci bez školení,
- povinná registrace letecké dopravy,
- zákaz libovolného použití pro komerční účely.

Většina logistických organizací se snaží optimalizovat skladovací operace. Přesnost výpočtů pro optimalizaci musí být maximální, protože se nebere v úvahu lidský faktor. Dron pracuje neúnavně, dokáže zpracovat velké množství dat bez přerušení. Proto se zvyšuje efektivita skladu a může být ušetřeno více než milion dolarů ročně. Optimalizace je viditelná zejména ve velkých skladech, kde je potřeba 10-20 zaměstnanců ke snížení plýtvání a musí být prováděna více než dvakrát měsíčně (Daher, 2021). Navzdory prokázaným výsledkům se ne všechny země mohou pochlubit svými inovacemi. Někde je řízení s drony zakázáno kvůli zákonným omezením. Toto je způsobeno skutečností, že neexistuje žádný odpovídající zákon, respektive není stanoven přesně. V mnoha zemích je pohyb dronů omezený. Správa takových zařízení není tak snadná, protože vyžaduje určité dovednosti a znalosti. Kromě toho, někdy kvůli rušení internetu je let zařízení obtížný. Moderní modely dronů se nemohou pohybovat za špatného počasí, jako je déšť, sněžení a silný vítr. Vývojáři však již na této nevýhodě pracují (Novák, 2021).

3 Drony a legislativa

Bezpilotní drony, většinou v podobě kompaktních dronů s kamerami, jsou stále populárnější jak v oblasti nekomerčního použití, tak v profesionálním sektoru. Počet technologií pro drony roste exponenciálně počtu jejich uživatelů. Pokud myslíte na zábavu ve volném čase nebo logistické projekty, pravděpodobně vás napadne použít dron k pořizování videí a fotografií. Není překvapením, že drony poskytují přístup do míst, která jsou pro člověka běžně nepřístupná, a jejich schopnost pořizovat snímky nabízí mnoho příležitostí. Přestože lidé většinou provozují své drony s opatrností, mnoho z nich není obeznámeno s aktuálně platnými předpisy a porušují zákonné požadavky, a to právě přináší určitá rizika a problémy. Z těchto důvodů podléhají lety dronů právním předpisům a omezením.

3.1 Legislativní požadavky pro využití dronů v ČR

Provoz dronů bezpochybně vyžaduje různá stanovená vládou pravidla a požadavky. Popularita dronů donutila vlády mnoha zemí přemýšlet o legislativní regulaci jejich používání. Podle nařízení Evropské komise od 31. prosince 2020 platí pro členské země EU harmonizované předpisy pro provoz bezpilotních systémů (tedy nejen tzv. dronů, ale i jiných modelů letadel). Česká republika také převzala některé dodatečné podmínky z původních leteckých předpisů a znovu je představila ve formě opatření obecné povahy (OOP) (caa, 2020):

Původní předpis – doplněk X se přechodně po dobu jednoho roku aplikuje pouze na provozovatele, kteří před 31. 12. 2020 obdrželi podle národních postupů povolení k: létání letadel bez pilota, leteckým pracím provozovaným letadlem bez pilota nebo leteckým činnostem pro vlastní potřebu provozovaným letadlem bez pilota (caa, 2020). OOP je předmětem dalšího vývoje, rozsáhlejší změny lze očekávat po přijetí novely zákona o civilním letectví (č. 49/1997Sb.) v roce 2023.

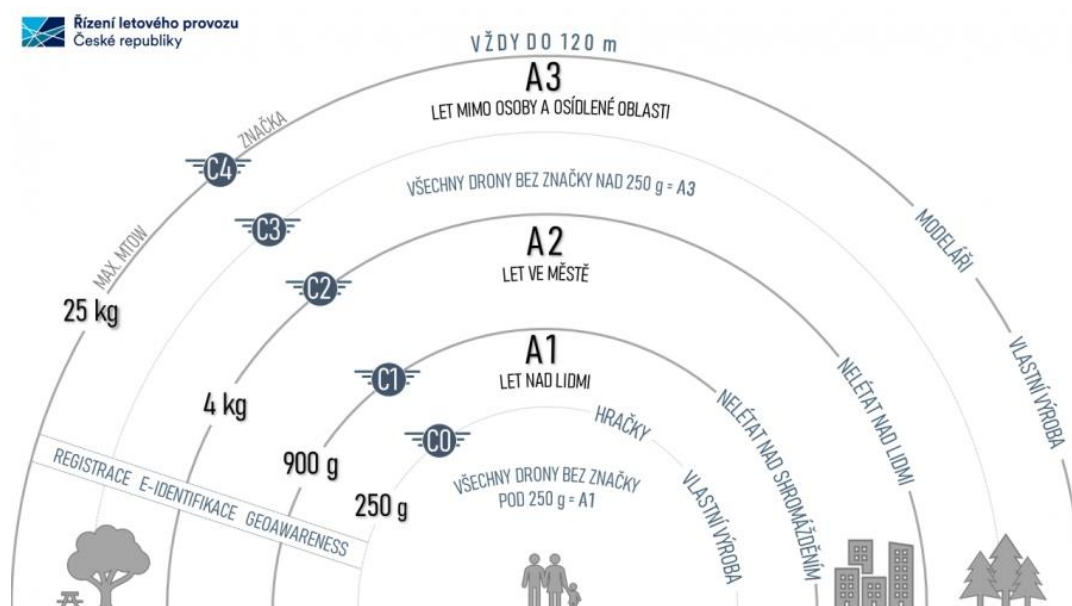
Od roku 2020 začala Česká republika uplatňovat nová nařízení podle práva Evropské unie, a tak byly drony rozděleny do následujících skupin (Novák, 2021):

Rozdělení dronů v ČR dle kategorie:	
Otevřená	Umožňuje létat s dronem bez povolení úřadů, pokud pilot dodržuje běžná letová pravidla a postoupí online testem
Specifická	Týká se pilotů, kteří překročí jednu z otevřených hranic kategorie a potřebuje zpracovat analýzu celkových rizik letů dronů a nechat ji schválit ÚCL
Certifikovaná	Do budoucna počítá s mnohem větším využitím dronů

Tab. 1 Kategorizace dronů v ČR

Dnes většina dronů spadá do otevřené kategorie, tzn. že se jedná o běžně prodávané drony na zákaznickém trhu. Lze je identifikovat podle štítku třídy **C** (platí také pro všechny drony zakoupené před 1.1.2023, které nemají homologační štítek. Drony vyráběné soukromými výrobci modelů musí vážit méně než 25 kg a nesmějí nést ani shazovat nebezpečné předměty (caa, 2020).

V rámci otevřené kategorie jsou drony dále zařazeny do tříd **C0**, **C1**, **C2** a **C3**, které klasifikují drony podle jejich fyzických vlastností (např. hmotnost dronů, provozní rychlost a objem, maximální výška letu atd.) Tyto třídy zahrnují kategorie **A1**, **A2** a **A3** pro klasifikaci dronů podle provozních omezení. Každá kategorie A má trochu jiná pravidla provozu a samotný let dronu. Běžní uživatelé se setkávají pouze s kategoriemi A1, respektive A2 u větších zařízení (rlp, 2020). Na obrázku 12 je graficky představená kategorizace dronů a jejich rozdělení dle váhy a účelů:



Zdroj: řízení letového provozu České republiky, s. p.

Obr. 13 Kategorizace dronů v ČR.

Pokud je dron využíván pouze pro zábavu, majitel se setká pouze s prvními dvěma hmotnostními kategoriemi. Na dronu těžším než 910 gramů bude potřeba nalepit žáruvzdornou identifikační nálepkou se jménem majitele a telefonním číslem. Dron musí být také vybaven bezpečnostním systémem, který v případě poruchy nebo ztráty signálu dálkového ovladače zajistí automatické přistání dronu (caa, 2020).

I když uživatel nevyžaduje zvláštní povolení k používání dronu, musí dodržovat určité podmínky a pravidla – řízením dronu se stává účastníkem stejného leteckého provozu jako pěšího a silničního provozu (viz. Tab. 2). I když je model dronu malý a lehký, stále se musí přemýšlet o tom, že pokud spadne, tak může někoho zranit nebo způsobit poškození, za které uživatel ponese pokutu nebo trest (caa, 2020).

Kategorie C	Kategorie A	Hmotnost dronů	Podmínky použití
C0	A1	do 250 g	Operátor se musí seznámit s návodem k použití dronů, bez věkového omezení – platí pro "hračky" označené pro věk do 14 let, bez povinnosti registrace, pokud splňuje ostatní podmínky – nemá kameru a dopadová energie není vyšší než 80 joulů, maximální výška letu nad zemí 120 m.
C1	A1	od 250 g–900 g	Použití pouze s registrací, s ID štítkem, online školením s úspěšně absolvovaným testem, maximální hladina hluku dronů nesmí přesáhnout 85 dB, dron musí být vybaven světly k pilotování a dobré viditelnosti v noci, maximální výška letu nad zemí 120 m.
C2	A2 – A3	od 0,9 kg – 4 kg	Použití pouze s registrací, s ID štítkem, online školením s úspěšně absolvovaným testem, není možný létat nad lidmi, pokud není prodělaná speciální zkouška na ÚCL, napětí dronů nepřesahuje 48 V, dron musí být vybaven světly k pilotování a dobré viditelnosti v noci, maximální výška letu nad zemí 120 m.
C3	A3	od 4–25 kg	Použití dronů pouze s registrací, ID štítkem, maximální výškou letu nad zemí 120 m a dron má vybavení světly k pilotování.
C4	A3	od 4–25 kg (bez omezení)	Plně manuální ovládání.

Zdroj: Úřad pro civilní letectví, 2020.

Tab. 2 Formulace podmínek provozu dronů v ČR.

Pokud uživatel nebude používat dron pro komerční účely, pak nebude potřeba ani ID data pilota/majitele. Je však nutné se naučit, že během letu musí být dron neustále v dohledu. To znamená, že uživatel by jej neměl nevidět bez dalekohledu nebo jiného optického vybavení. Pokud plánujete získat peníze za videa nebo fotografie, nemůžete to udělat bez speciálního povolení (Novák, 2021).

Většina majitelů běžných kamerových dronů řeší pouze tzv. otevřenou kategorii provozních omezení. Při použití dronů pro logistické účely však musí být překročeny některé limity definované pro otevřené kategorie. Operátoři/piloti nespádají do této kategorie kvůli typu, velikosti nebo hmotnosti svého dronu, ale kvůli misím, které plánují s tímto dronem vykonávat, a operují s mírným operačním rizikem. SORA (Specific Operations Risk Assessment) provozovatelem, následuje vyhodnocení a schválení ÚCL. Některé kategorie dronů jsou provozovány se středním operačním rizikem. Toto riziko je zmírněno tím, že technické vybavení a schopnosti dronu a dovednosti pilota splňují jednu z následujících podmínek (caa, 2020):

Standardní scénář – lety probíhají vždy buď v řízených oblastech (po dohodě a schválení s odpovědným oddělením řízení letového provozu ÚCL) nebo v neřízených oblastech do nadmořské výšky 120 m.

Osvědčení provozovatele lehkého bezpilotního systému – pro zkušenější profesionální piloty je téměř vždy vhodné požádat o certifikát operátora LUC (Light Unmanned Systems). To umožňuje vyhodnocovat jednotlivá operační rizika a samostatně schvalovat lety v rámci stanovených limitů standardního scénáře.

Oprávnění k provozu vydané Úřadem – pokud pro pilota nestačí pro zamýšlený let omezení stanovená při standardním scénáři a není držitelem LUC, musí být zažádáno o oprávnění k provozu u Úřadu pro civilní letectví.

Certifikovaná kategorie provozních omezení se zatím nevztahuje na současné uživatele dronů ani v rámci profesionální činnosti. Daná kategorie počítá s budoucí popularizací dronů v různých odvětvích, kde drony budou létat nad lidskými hlavami a doručovat, převážet jak samotné lidi, tak i veškerý náklad. Vyžaduje to úroveň technické a personální certifikace srovnatelnou s dnešními pilotovanými letadly.

3.2 Certifikace a licence pro provoz dronů

Drony v ČR nelze bez licence používat ke komerčním účelům. Pokud se osoba nebo společnost hodlá věnovat profesionálnímu průzkumu, tedy za účelem vydělávání peněz, v rámci výzkumu nebo experimentování, bude muset získat povolení od Úřadu pro civilní letectví. Tam se musí složit praktické a teoretické testy a zaevidovat své osobní údaje a příslušný dron do databáze (caa, 2022).

Prakticky všichni piloti musí složit zkoušku ze 40 otázek, z nichž alespoň 30 musí být správných. Odpovědi jsou kontrolovány podle vzoru ABCD a počet pokusů je neomezený. Po složení zkoušky získává pilot elektronický pilotní průkaz podle kategorie A1/A3. Po dokončení registrace operátora obdržíte 12 místní ID číslo, které můžete označit na jakémkoli systému dronu. Minimální věk pro piloty dronů je 16 let. Mladší piloti mohou létat pod dohledem a odpovědností jiného pilota s licenci. To platí pro kategorie C1 a vyšší. Pro kategorii C0 není stanoven minimální věk, protože není nutná registrace. Důležité je, že operátoři musí určit pilota pro každý jednotlivý let (caa, 2020). Drony spadající do kategorie certifikované, musí hned během výroby projít certifikačním procesem. Veškerý personál, včetně samotného letadla, prochází stejně přísným certifikačním procesem, který dnes soupeří s certifikací pilotovaných letadel (rlp, 2022).

Pokud jde o provoz dronů v certifikované kategorii, musí být splněny následující podmínky (rlp, 2022):

- certifikace dronu,
- certifikace provozovatele dronu,
- certifikace pilota dronu.

Provoz dronů spadá do akreditované kategorie, pokud na základě posouzení všech rizik příslušný státní úřad (ÚCL) rozhodne, že rizika nelze adekvátně zmírnit (rlp, 2022):

- osvědčení letové způsobilosti dronu,
- certifikace provozovatele dronu,
- licence pilota dronu, pokud takové bezpilotní letadlo není kompletně autonomní.

Protože létání v certifikační kategorii představuje největší riziko, v budoucnu bude potřeba změnit stávající pravidla letectví, tím pádem i příslušné požadavky na certifikaci a výcvik. První návrh změn byl teprve zveřejněn na webových stránkách EASA v roce 2021 (rlp, 2022)

3.3 Bezpečnost při využití dronů

Technologie se nezastavily a exotické novinky, nimiž jsou drony, se v průběhu let staly populárními. Nárůst výrobců a konkurence na tomto trhu vedl k velmi demokratickému poklesu cen dronů a nárůstu počtu jedinců vlastnících drony. Více než 300 000 občanů požádalo o registraci svých dronů poté, co USA schválilo zákon o povinné registraci UAV (dronpro, 2020).

Jak ale roste počet dronů v soukromém vlastnictví, roste i potenciální nebezpečí tohoto typu zařízení. Důvodem jsou předpisy o používání dronů a nedostatek licencí a certifikací pro majitele, aby mohli řádně kontrolovat své vybavení. Dosud mohou drony obsluhovat nezletilí, intoxikovaní lidé a lidé s mentálním postižením. V minulosti došlo ke zraněním, a dokonce k úmrtím spojeným s nedbalostí a nesprávným chováním uživatelů (unicef, 2022).

Dokonce ani dodržování zřejmých bezpečnostních pravidel není často věnována taková pozornost, jakou si zaslouží (unicef, 2022). Všechny majitelé dronů by se měli seznámit s pravidly pro bezpečné zacházení s tímto zdánlivě neškodným zařízením. Jediné pravidlo, na které je třeba pamatovat při nákupu dronu, je bezpečnost lidí kolem vás. Veškeré operace dronů nesmí ohrozit osoby ani jejich majetek. Ve skutečnosti mají drony podobné vlastnosti jako jiné druhy dopravy. Stejně jako při řízení auta musí být majitelé dronů odpovědní za své činy. Pilotování dronu není tak jednoduché, jak to vypadá. Nebezpečí lze rozdělit do dvou bodů: selhání samotného dronu a chyba pilota. Z bezpečnostních důvodů musí všechna letadla projít předletovou kontrolou, aby bylo zajištěno, že všechny systémy fungují. Drony se samozřejmě nevyrovnají letadlům a vrtulníkům, ale to nevylučuje předchozí kontroly (dronpro, 2020). Po potvrzení všech parametrů může dron vzlétnout. Dalším parametrem, který vyžaduje ověření, je návratový bod. Pokud není bod návratu nastaven, je nutné restartovat zařízení, aby se aktualizovaly souřadnice GPS satelitu a bodu návratu. Selhání navigace může mít za následek ztrátu kontroly nad vrtulníkem s vážnými následky. Poté, co dron dokončí let, může

být vypnut. V tomto případě by měl vysílač zůstat zapnutý. Piloti dronů by měli vždy dávat pozor na výdrž baterie svých zařízení. Nelétejte déle, než je uvedeno v návodu. Pokud se nebudete řídit doporučeními výrobce, riskujete minimálně poškozením vašeho dronu. Snížený tah může způsobit, že se dron stane nestabilním a havaruje, což způsobí zranění nebo poškození (astramodel, 2020). Všechny drony mohou při pohledu z určité vzdálenosti představovat nebezpečí pro ostatní. Příčinou jakékoli havárie dronu není jen chyba pilota, ale také banální chyba softwaru. Dodržování bezpečné vzdálenosti je zásadní a první bezpečnostní pravidlo při každém zapnutí zařízení.

Pro majitele dronů je jistě dobrou zprávou, že Česká republika nedovoluje nikomu jinému než příslušníkům Policie a armády ČR sestřelovat drony, a to ani na cizím soukromém pozemku (caa, 2020). Nikdo by ale neoceníl, kdyby jejich soukromí narušil neukázněný pilot dronu s neoprávněným výhledem do zahrady. Pokud se to stane, není mnoho možností, jak se okamžitě chránit. Pokud dron narušuje soukromí lidí, lze tento dron vyfotit a nahlásit to policii ČR. Pilot musí mít dron na dohled a je možný pilota identifikovat pomocí pořízení foto, které se dále předá policii. Pokud pilot nemá přímý vizuální kontakt s dronem, porušuje zákon (caa, 2020).

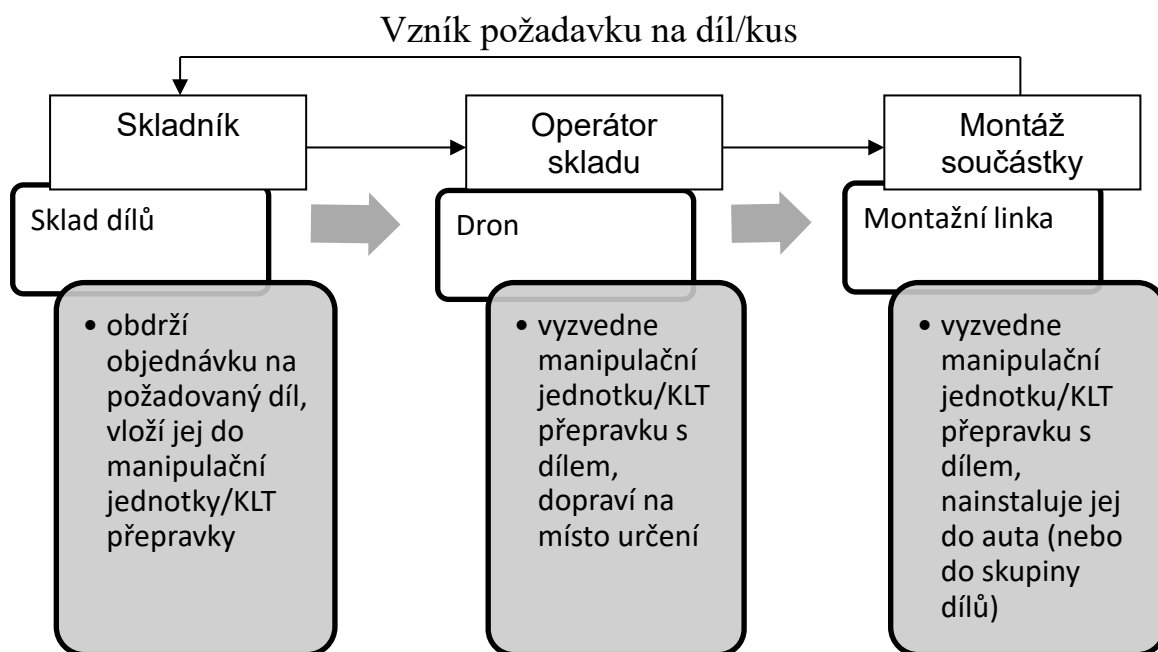
4 Návrhy implementace využití dronů v logistice automobilového průmyslu

Využití dronů k doručování zboží a služeb by se mohlo stát novým trendem v automobilovém průmyslu. Nabídka dronů se neustále rozšiřuje a i předtím použité modely dronů pro aero-natáčení nebo skenování palet nyní mají vlastnosti doručovacích dronů. Drony již byly použity pro sběr informací o rozsáhlé oblasti, letecké snímkování a fotografování. Schopnosti dronu se stále zkoumají a zařízení ještě není finalizováno z hlediska svého potenciálu. Na základě teoretických dat popsaných v předchozí kapitole budou představeny inovativní možnosti využití dronů v logistických procesech v automobilovém průmyslu a také představeny a podrobně popsány tři životaschopné budoucí nápady pro společnosti úzce související s automobilovým průmyslem a které by chtěli zavést danou technologii. Následné příklady využití dronů budou představeny z hlediska otevřené kategorie dronů, jelikož pro každý případ by implementace dronů měla specifický charakter dle způsobu jejich využití. Není legislativně stanoveno, jaké konkrétní kategorie označení takové drony budou mít.

4.1 Návrh č.1 - dodávka jednotlivých komponentů do automobilového závodu pomocí dronů

Inovativní drony v logistických procesech lze použít v továrnách automobilových značek jako pilotní projekt. Například, středně rozměrové drony kategorie A3 třídy C2-C3 by mohly přepravovat kompaktní díly jako jsou volanty, airbagy, plastové doplňky interiérů a instalované do vozů ŠKODA AUTO a.s. (dále jen ŠA) a dodávány z logistického centra Parts Centrum ve městě Mladá Boleslav. Takové drony se nebudou pohybovat v ovládnutých místech, avšak by měly přelétat nad dálnici D10 s neustále aktivním dopravním provozem. Z teoretické části práce vyplývá, že drony mohou spadat do certifikované kategorie, kde drony budou popularizovány v odvětvích jako je automobilový průmysl. Pokud podnik bude chtít zahájit realizaci daného projektu, musí získat povolení od Úřadu pro civilního letectví a certifikovat své drony. Využití takových dronů ve společnosti ŠA k přepravě automobilových dílů by bylo experimentálním projektem, který by naznačoval, že drony vstoupily do podnikání české značky. Použití dronů kategorie A3 v logistickém procesu výrazně zvýší flexibilitu výrobních linek značky. Díly, jako

jsou volanty a airbagy instalované v autech, lze dopravit ze skladu dílů na montážní linku pomocí velkého množství dronů. Na následujícím schématu je jednoduše popsán praktický postup při vzniku požadavku na díl/zboží, které pak následně bude transportováno pomocí dronů přímo na výrobní linku.



Obr.14 Schéma přípravy dodávky dílů ze skladu do montážní linky

Tato rychlá přeprava vede ke zvýšení efektivity instalace dílů na auta, která v případě náhlé poptávky po této komponentě může počítat s expresní dodávkou. Inovativní vozidla jsou dalším důkazem závazku značky ŠA k rozvoji čtvrté průmyslové revoluce. Společnost v současné době prochází ambiciózním transformačním procesem, jehož cílem je, aby byl hlavní závod ŠA inteligentnější a digitálnější, a proto efektivnější, flexibilnější a šetrnější k životnímu prostředí. Dodávka komponentů a dílů prostřednictvím bezpilotních dronů znamená snížení emisí CO₂, kterým by nebylo možné se vyhnout při přepravě nákladním vozidlem. Baterie bezpilotních dronů by mohli být nabíjeny pomocí energie z obnovitelných zdrojů, což dále snižuje jejich dopad na životní prostředí.

Představíme si situaci, že by první let dronu naloženého automobilovými komponenty zahájil novou etapu revoluce v dodavatelském řetězci v automobilovém průmyslu. Použití dronů v logistických procesech značky ŠA by zkrátilo dodací lhůty zhruba o 70 procent a není důvod se domnívat, že toto řešení

nebude stejně efektivní i v jiných průmyslových odvětvích. Tento inovativní způsob zásobování továren nebo skladu bude stimulovat průmysl a umožní výrobcům automobilů stát se efektivnějším a konkurenceschopnějším výrobcem s udržitelnějším provozem. Český výrobce automobilů používá ve své každodenní práci nejrevolučnější technologie a přizpůsobuje jim výrobní procesy.

ŠA tak neustále zlepšuje své výkony a rychlost výroby. Projevem dynamické digitální transformace ve společnosti je také využití simulátorů, inteligentních svazovacích systémů a autonomních navigačních systémů. Výrobce také začal využívat analytické nástroje Big Data a umělou inteligenci, které umožňují monitorování a řízení hlavních zařízení a dodavatelského řetězce v reálném čase.

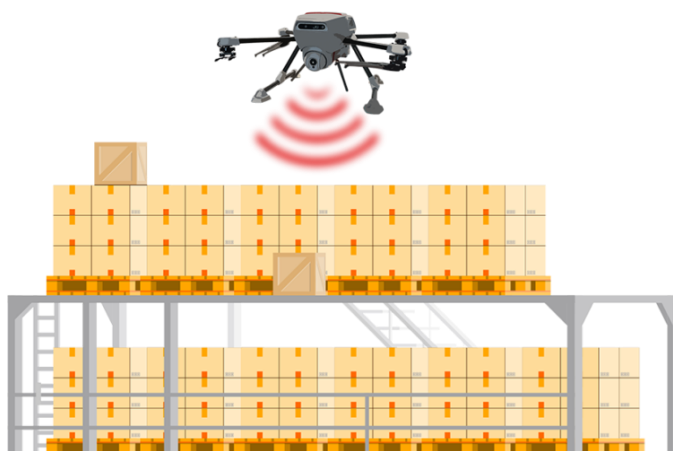
Výhodami využití dané technologie jsou: rychlejší doba dodání komponent, snížené náklady na dopravu a bezpečnější dopad na životní prostředí.

Letecká doprava je bezpochybně rychlejší než pozemní doprava. Drony používají kratší a přímější trasy, aby ušetřily čas, a drony létají vzduchem téměř přímočaře, čímž zkracují cestovní vzdálenosti. Rychlost letu je také velmi vysoká, protože na standardních vysokorychlostních logistických trasách neexistují žádná omezení. Pořizovací cena technologie bezpilotních prostředků je enormní. Ve výsledku je ale údržba mnohem levnější než tradiční manuální doručování zboží. Mzdové náklady budou časem i nadále růst, ale bezobslužná doručovací zařízení mají kromě nabíjení a údržby jen malé nebo žádné náklady. Logistické společnosti neustále hledají způsoby, jak snížit svou uhlíkovou stopu, ušetřit náklady na palivo a bojovat proti změně klimatu. Použití dronů na konci dodavatelského řetězce může být nákladově efektivní. Pomůže pro podnik výrazně snížit závislost na fosilních palivech, ušetřit více peněz a pozitivně přispět k lepšímu životnímu prostředí.

4.2 Návrh č.2 - čtení RFID tagu ve skladu pomocí mini-dronů

Dle informace z teoretické části práce, inventarizace je kontrola množství zboží ve skladech, která se obvykle provádí ročně nebo na konci vykazovaného období, ale může být také prováděna na týdenní bázi nebo měsíčně malou skupinou odborníků na skladové hospodářství. Zaměstnanci během inventarizace obvykle přejdou na požadované místo ve skladu, naskenují čárové kódy produktů, spočítají zboží a přesunou se na další skladovací plochu. Takové počítání zboží má poměrně pomalý postup kvůli manuální práci. Inventarizace je také poměrně časově náročná, a tudíž

i nákladná, protože sklad vyžaduje několik pracovníků. Postupy, které se provádějí při skladování na vysokých policích nebo regálech, jsou často nebezpečné pro život a zdraví pracovníků, a navíc při inventarizaci často dochází k technickým chybám ve výpočtu jednotek zboží. Z teoretické části práce je známo, že jedním ze způsobů provedení inventarizace je využití speciálního pojízdného robota, který automaticky sčítá z materiálu nebo obalu informace pomocí RFID tagu. Teoreticky lze v tomto systému nahradit robota mini-dronem s váhou do 900 gramů kategorie A1 třídy C0-C1, který se bude pohybovat ve skladovém prostoru s lidmi. V tomto případě při zahájení praktického využití získávat povolení od Úřadu pro civilní letectví a certifikovat své drony. Drony budou sloužit pro interní nekomerční využití. Takové drony mohou zlepšit efektivitu tohoto procesu. Čtečka RFID by byla propojena s mini-dronem, který by letěl po skladu a četl RFID štítky na krabicích a zboží bez zastavení. Poté by všechna načtená data byla odeslána na server společnosti a zpracována. V tomto pracovním modelu by RFID tagy a čtečka na dronu byly umístěny od sebe ve vzdálenosti maximálně 50 metrů. Dron by mohl přenášet signál a data přes firemní Wi-Fi.



Zdroj: Squadrone system 2022

Obr.15 Kontrola zboží pomocí dronu s technologií RFID tag

Pro inspiraci lze použít příklad z teoretické části práce od společnosti UVL Robotics, která využívá drony k inventarizaci, a to tedy podobným způsobem za pomoci čtení čárových kódů. Bezpochybně by bylo možné spolupracovat s danou společností a představit jí daný návrh na výměnu čtečky čárových kódů na dronu na čtečku RFID tagu a zároveň razantně změnit způsob provedení inventarizace na skladu.

Autonomie takových dronů také umožní provádět inventarizaci mimo pracovní dobu, což sníží riziko chyb a nárazu s personálem.

Hlavním účelem použití dronů ve skladovém hospodářství by mohlo být zlepšení přesnosti auditu a inventury, snížení mzdových nákladů zaměstnanců a minimalizace nebezpečných a riskantních úkolů pro personál skladu. Daná metoda by musela projít několikanásobnou kontrolou z hlediska bezpečnosti a funkčnosti dronů při pohybování se v prostorech skladu.

4.3 Návrh č.3 - nakládka a vykládka zboží z kamionu pomocí dronů

Každodenně do jednotlivých distribučních center dorazí mnoho různých produktů a zboží, které je poté znovu opouští. Spolehlivá a efektivní nakládka a vykládka nákladních vozidel vyžaduje spolehlivou pohonnou techniku a lidskou práci. Nakládka a vykládka kamionů je základní a nedílnou součástí všech logistických operací se zbožím. Bez jejich efektivního řízení se nikam nelze dostat. Nákladní vozy s rampami často využívá více pracovníků v jedné směně a někdy i samotný řidič kamionu. Manipulace vyžaduje zastavení kamionu na určité parkovní ploše, provádění složitých manévrů při couvání na rampy a dodržování bezpečnostního řádu při manipulaci. Nákladní drony lze použít k usnadnění vykládky i nakládky zboží. Metoda je velmi jednoduchá. Kamion zaparkuje na určeném parkovacím místě, otevře nakládací plochu pro ovládání dronu a počká, až dron vykoná požadovanou práci. V tomto případě je nutné použití větších dronů kategorie A3 třídy C2-C4. Kromě registrace takových dronů je nutný mít předepsaný bezpečnostní řád, který určí pravidla pro skladníky při aktivní manipulaci dronu se zbožím. Dále by měla vykládka a nakládka zboží vždy probíhat za účasti kontroléra/operátora dronů.

Technické řešení daného problému by bylo následující: na skladě musí existovat speciální dronová doc-stanice pro údržbu a nabíjení dronů. V okamžiku, kdy kamion přijede, dostane dron signál pro nezbytné spuštění a vyložení/nakládku zboží. Níže jsou zdůrazněny předpokládané výhody, které určité technologie poskytují:

- úspora pracovní síly,
- úspora času při vykládce/nakládce zboží,
- snížení emisí CO₂,

- snížení pohybu kamionů/osob v prostoru skladu,
- možnost JIT rozvozu zboží.



Zdroj: Freepik Company S.L 2022

Obr. 16 Vykládka zboží pomocí dronů

Nakládku/vykládku dronem lze využít nejen pro kamiony, ale také pro různé lodě s nákladními kontejnery: zde bude dron nakládat a vykládat kamiony nebo lodě s následnou distribucí do skladů, na palety nebo k nejbližším průmyslovým zákazníkům. Tato služba může být atraktivním řešením zejména v přeplněných oblastech, protože dron dokáže přemístit zboží přímo z terminálu do nejbližšího distribučního skladu nebo podobného místa.

Sklady s přilehlými průmyslovými areály jsou nejlepším místem pro údržbu. Nákladní drony se mohou stát důležitou součástí logistické doručovací sítě a rozšiřovat tok zboží mezi distribučními centry nebo obchodními a výrobními místy. Plný potenciál dronů se však projeví až ve chvíli, kdy se autonomní provoz stane běžnou záležitostí (například jako situace s nabíjecími stanicemi pro elektromobily). Praktické využití ukáže, že toto odvětví je na správné cestě a má před sebou světlou budoucnost. Nyní je čas zaměřit se na řešení stávajících problémů s cílem zajistit implementaci ve velkém měřítku.

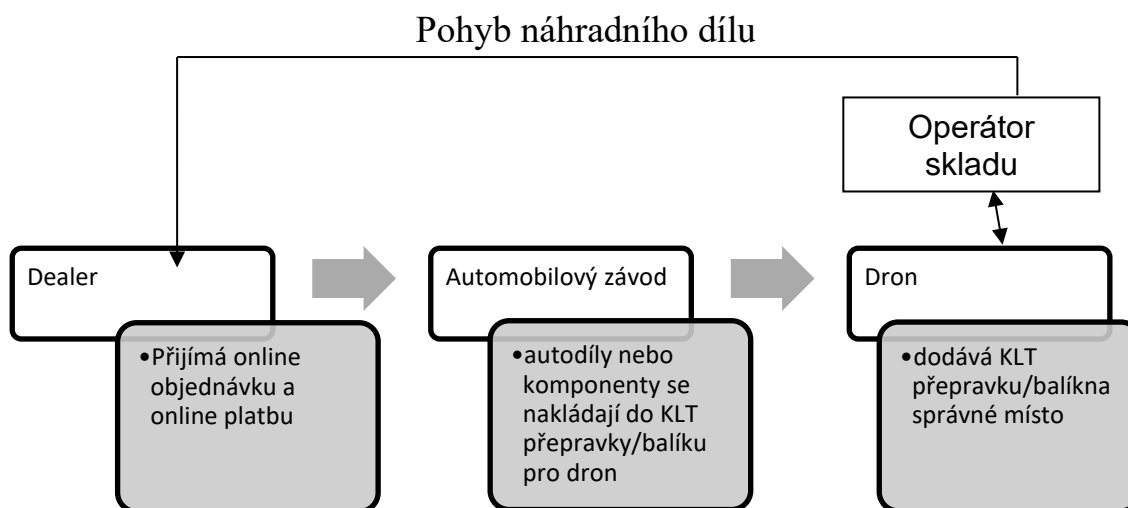
Síť dronové dopravy tohoto rozsahu nejen zefektivní dodavatelský řetězec a zlepší výsledky dodávek, ale také sníží počet vozidel na silnicích v České republice, zmírní dopravní zácpy, zlepší kvalitu ovzduší a sníží uhlíkovou stopu města.

Společnosti, které dokážou reagovat a jednat rychleji a pružněji, budou vítězi, protože logistické prostředí se neustále mění. Z dlouhodobého hlediska lze očekávat, že drony plně automatizují velkou část dodavatelského řetězce (alespoň pro běžné dodávky). Jinými slovy, přepravce již nemůže přepravovat zboží z bodu A do bodu B. Zboží by se mělo pohybovat automaticky. Jinak dopravci by nebyli součástí celkového dodavatelského řetězce. Místo toho by museli soutěžit ve své schopnosti pomoci zákazníkům, když nastanou výjimky typu ztráty nebo poškození zboží. Vzhledem k povaze odvětví existuje také mnoho výjimek z důvodu povětrnostních podmínek, poruch strojů atd.

4.4 Návrh č.4 - dodávka autodílů a komponentů pomocí dronu dealerovi po online objednání

Dále bude představen příklad potenciálního využití dronů při dodání autodílů a příslušenství pomocí dronu přímo prodejci nebo dealerovi po online objednávce. Dnešní doba nutí výrobce automobilů dodržovat různé emisní, kvalitní a bezpečnostní předpisy. Je známo, že od roku 2025 se Evropská Unie snaží elektrifikovat svá území chytrými elektrickými auty. Automobilky i dnes vybavují své vozy síťovou technologií, která nejenže auto hlídá a informuje o situaci na silnicích, ale dokáže včas informovat o dopravních zácpách a kolonách, překážkách a nehodách. Pro zvýšení online funkčnosti je možné vůz připojit k objednávkovému systému spotřebních komponentů, jako jsou vzduchové filtry, olej, ostřikovače čelního skla, voňavek a dalšího příslušenství. Již dnes jsou auta schopná upozornit řidiče, že je málo kapaliny v ostřikovači nebo je třeba po určitém nájezdu kilometrů doplnit motorový olej. Je tu prostor pro funkce objednání všech potřebných věcí bez starostí. Pokud vozu dojde například kapalina do ostřikovačů, bude automaticky objednána z internetového obchodu prodejce, kde objednávka bude oznámena spolu se zbožím do centrálního skladu nebo přímo výrobcí prostřednictvím speciálně propojených objednávkových systémů. V tuto chvíli skladník dodá potřebné komponenty pro dron a odešle je obchodníkovi. Je nutný upozornit, že na základě velikosti objednaného zboží lze stanovit i kategorie dronů, tudíž pro dodavatele existuje širší výběr pro registraci dronů: pro menší zásilky lze využít drony kategorie A1, pro větší zásilky maximálně drony kategorie A2. Dále zákazník dostane SMS, že mu došla kapalina do ostřikovačů a balíček s novou kapalinou na

něj již čeká u prodejce, kterého navštíví například po práci. V podstatě jde o tzv. Smart objednání výbavy, které autu chybí a v rámci programu preventivní údržby si to auto samo objedná.



Obr. 17 Schéma dodávky náhradního dílu/komponentu dealerovi

Lze začít i z jiné strany objednávání. Například, prodejce zadá online objednávku a jako způsob doručení vybere dron s určitou velikostí. V logistickém centru továrny se vybere dron potřebné kategorie a na něj se naloží prodejcem vybraný autodíl/komponent. Poté dron přiletí na zadanou adresu, bezpečně přistane, vyloží autodíly nebo komponenty na speciálně určené platformě a odletí. Následovně dealer převezme balíček s autodíly z platformy a předá ho na svůj sklad, resp. přímo zákazníkovi.

Veškeré dodávky v systému drony jsou prováděny v souladu s pravidly a za plné součinnosti Úřadu letového provozu země, ve které bude tento systém implementován.

Pomocí této služby bude dodávka potřebného autodílu/komponentu doručena od výrobce vozu k prodejci přes internet za cca za 30 minut, což je zhruba 4x rychlejší než současný průměrný způsob doručení. Existuje nekonečný prostor pro debatu o proveditelnosti a ziskovosti takových online objednávek. Existují však otevřené

otázky týkající se zákonných práv na používání technologie dronů pro širší komerční sektor. Je velká potřeba prozkoumat tuto problematiku za účasti velkých a mocných společností jako je ŠA.

4.5 Návrh č.5 - drony s palivovými články pro krizové situace auta s prázdnou nádrží

Tato funkce může být zákazníkům poskytnuta jako nadstandardní služba při nákupu nebo pronájmu vozu. Drony budou moci nést dostatek paliva ve speciálních nádržích, aby auto mohlo dojet na nejbližší čerpací stanici nebo do nejbližší vesnice. Orientační ilustrace provozu takových dronů je uvedena níže:



Zdroj: Massachusetts Institute of Technology

Obr. 18 Dron s palivovou nádrží

S tímto typem větších dronů kategorie A3 třídy C2-C4 by bylo možné přenášet palivovou jednotku/nádrž o objemu cca 3 litrů (podle technické změny je samozřejmě možné dodávat podobným dronům i nádrže na kapalný plyn). Provoz by byl následující: řidič, který si objednal danou předplatnou funkci, automaticky přejde do speciální databáze čerpacích stanic zapojených do programu např. „drone support“, zavolá operátorovi přes funkci eCall v autě a prohlásí, že jeho vůz nemá v nádrži benzín a potřebuje pomoc. Řidič se přes systém podívá na SPZ pozorovaného vozu a usoudí, že pro daný vůz existuje urgentní dovoz paliva pomocí dronů. Řidič svým voláním automaticky zašle signál s GPS souřadnicemi vozu na nejbližší čerpací stanici, kde je na speciální plošině připraven dron vybavený naplněným palivovým článkem. Dron okamžitě vyletí ze stanice na místo

nouzového zastavení a přistane vedle auta v bezpečné vzdálenosti. Řidič vystoupí z auta, odpojí palivový článek od dronu, natankuje do auta a prázdný palivový článek vrátí do dronu. Pomocí tlakového senzoru dron detekuje, že se vrátil prázdný palivový článek, vyšle signál do čerpací stanice a vyletí zpět na plošinu. Auto na 3 litry paliva dokáže ujet průměrně 20-30 km a zastaví se na čerpací stanici nebo jiném potřebném místě. Výhodou zmíněné technologie může být úspora času, snížené náklady na dopravu určitého množství paliva (po pilotáži projektu lze vyhodnotit, zda lze technologii rozšířit o další funkce nebo jak ji vylepšit), úspora peněz a přírody (jiné auto nemusí vyjíždět na odtah). Použití dané myšlenky může být rozšířeno i v situacích na zacpaných dálnicích. Tato možnost má samozřejmě i své nevýhody: například chování dronu v extrémních povětrnostních podmínkách ještě není jasné (při dešti a silném větru), musí být vytvořeny podmínky pro bezpečné přistání (vedle auta nesmí být keře, stromy a další věci, které by bránily přistání dronů). Pro přijetí dané technologie je nutné provést několik testovacích projektů a vyhodnotit rizika.

5 Vyhodnocení představených návrhů využití dronů

Jako každá nová technologie, si drony prošly v letech 2013 až 2018 svou vlastní etapou rozruchu. Drony se však stávají komerčně životaschopnými, zejména pro aplikace logistického dodavatelského řetězce. Objevují se nové technologie, aby bylo používání dronů v logistickém řetězci nákladově efektivní. To potvrzují zkušenosti velkých společností vyrábějících drony a úspěšně je využívajících pro skladování a dodávání zboží.

Realizace představených návrhů využití dronů pro automobilový průmysl z finančního a sociálního hlediska je možná za následujících podmínek:

- 1) zajištění bezpečnosti osob a nízké hladiny hluku v letových prostorech dronů,
- 2) z dlouhodobého hlediska by náklady na doručování pomocí dronů měly být nižší než u tradičních metod doručování s přihlédnutím k investičním nákladům na transformaci logistické sítě na dálkové trasy.

Analýza představených projektů využití dronů se bude orientovat na možnost realizace z technického a legislativního hlediska. Finanční stránka těchto projektů by měla být spočítána na základě představeného obchodního případu, který musí být představen ve fázi přípravy projektu k implementaci v konkrétní organizaci.

Vyhodnocení návrhu č.1 - dodávka jednotlivých komponentů do automobilového závodu pomocí dronů

Dodávka jednotlivých komponentů do automobilového závodu pomocí dronů má svůj potenciál rozvoje. Daný návrh vznikl na základě zkoumání transportní cesty automobilových dílů z Parts CentruŠA a vedlejších výrobních podniků v okolí Mladé Boleslavi. Vyhodnocení tohoto případu je pouze přibližné, bez použití přesných dat a skládá se z analýzy dat z webu mapy.cz. Průměrná délka cesty od Parts Centru ŠA do hlavního závodu (v ideálních podmínkách, bez zácpy na silnicích) trvá 14-16 minut a celkovou cestou nájezdu 6,5-7 km. Vzhledem k tomu, že je průměrná spotřeba paliva nákladního auta 30 l/100 km, lze říct, že tam a zpět kamion spotřebuje zhruba 4-5 litry paliva. Dron by danou cestu zvládl za necelých 5-7 minut.

V případě využití tohoto návrhu dojde k překonání těchto kritických stránek:

- doba dodání zboží,

- náklady na financování paliva pro tankování nákladních vozidel,
- kontrola emisí CO₂.

Následně dojde k využití silných stránek:

- technická inovace a rozvoj logistického řetězce,
- identifikace a odstranění slabých stránek,
- úspora času a financí.

Pro bezpečnou integraci s vzdušným prostorem organizace potřebuje:

- přenos dat pro kontrolu a správu létu dronů,
- systémy autonomního letu i při absenci přenosu dat (např. kvůli výpadku internetového spojení),
- systémy řízení letového provozu pro společné lety s jinými provozovateli letového provozu ve sdíleném vzdušném prostoru.

Z technického hlediska je daný projekt plně realizovatelný, jelikož drony budou patřit společnosti ŠA, existuje veliké množství kombinací využití různých typů dronů pro konkrétní účely. Avšak z legislativní stránky lze očekávat problémy s registrací dronů, jelikož, jak bylo zmíněno v návrhu č.1, drony se budou pohybovat přes dálnici. V případě nehody nebo zranění lidí kvůli dronům musí být firma plně zodpovědná, což znamená 100% náklady na pojištění. Tento návrh bych z technického hlediska hodnotil jako vyhovující a užitečný.

Vyhodnocení návrhu č.2 - čtení RFID tagu ve skladu pomocí mini-dronů

Způsob využití dronu pro čtení RFID tagu ve skladu má své příležitosti, protože daná technologie je známá a aktivně se využívána pomocí speciálních robotů, které provádí inventarizaci. Jelikož dron je rychlejší a spolehlivější pro kontrolu zboží na vyšších vzdálenostech regálu, lze považovat danou technologii za perspektivní.

Výhody RFID s drony:

- příznivé náklady na systém RFID,
- schopnost sledovat zboží v dodavatelském řetězci nebo ve skladu, prevence různých druhů krádeží a ztrát,

- zkrácení doby potřebné k provedení inventury ve skladu.

Nevýhody systému:

- dostupnost dovedností zaměstnanců pro používání tohoto systému (lze kompenzovat aktivním školením zaměstnanců),
- kontrola shody informací na etiketě s výrobkem,
- dostupnost speciální čtečky – musí být přizpůsobená na dron.

Bezpochybně z technického a z legislativního hlediska lze danou technologii realizovat bez jakýchkoliv problémů. Existují organizace, které se specializují na vývoj nových technologií pro inventarizaci skladu. S jejich pomocí lze tento návrh realizovat a vylepšit (například zavedením automatizovaného systému inventarizace). Hodnotil bych tento návrh za velice perspektivní a slibný.

Vyhodnocení návrhu č.3 - nakládka a vykládka zboží z kamionu pomocí dronů

Způsob využití dronu pro nakládku a vykládku zboží z kamionu lze považovat za jeden s nejslibnějších funkcí v logistickém řetězci. Již dnes existují roboti, schopné vyložit zboží z kamionu pomocí speciálního pneumaticky zvedacího mechanismu. Příklad s drony může mít identické schéma fungování. Z technického hlediska daný návrh je plně realizovatelný. Pomocí zavedení dronů se speciální konstrukcí, které budou schopny převážet určitý druh zboží a balení, lze dosáhnout efektivních výsledků a ušetřit lidský čas a prostor pro manipulaci se zbožím. Legislativní stránka daného návrhu může být také přijata v případě pohybu dronů pouze v okolí skladu.

Vytvoření navrhovaného inteligentního logistického systému v automobilovém průmyslu zahrnuje značné investice do transformace současné logistiky, taktéž i širokou škálu vědeckého a technologického vývoje, v důsledku čehož by měly být změněny normy pro využívání vzdušného prostoru a standardy územního plánování. Provozovatelem realizace této myšlenky může být velká státní nebo soukromá společnost s podporou dotčených ministerstev a útvarů.

Aby mohla být myšlenka využití dronů v logistice auto motive realizována, je nutné vypracovat plán opatření se zapojením zainteresovaných soukromých a státních společností, ministerstev a resortů. Zejména je nutné:

- Vyvinout bezpečnostní systémy, které zajistí, že nedojde k poškození zdraví a života občanů v oblastech letů dronů (například systém nouzového přistání s automatickým vyhozením padáku, inteligentní systém nouzového přistání v případě upevnění známek poruch a / nebo konce paliva / nabíjení atd.)
- Vyvinout univerzální technická řešení, která umožní dronům autonomně vykládat a nakládat zboží.
- Vyvinout inteligentní navigační systémy dronů, které splňují bezpečnostní požadavky a maximalizují úspory v dopravě.
- Vyvinout technická řešení, která působí proti zachycování dronů za letu (systém ochrany před kybernetickými útoky na systém řízení letu apod.)
- Vyvinout normy pro technické vybavení dronů používaných pro přepravu zboží (řídít se předpisy rlp).
- Vypočítat finanční a ekonomické modely pro realizaci různých scénářů logistických sítí s využitím dronů v automobilovém průmyslu s výběrem nejefektivnějšího scénáře.

Považuji daný návrh za velmi užitečný a perspektivní z hlediska technologického pokroku logistického řetězce.

Vyhodnocení návrhu č.4 - dodávka autodílů a komponentů pomocí dronu dealerovi po online objednání

Návrh dodávání autodílů a komponentů pomocí dronu prodejci/dealerovi po online objednání může být budoucím hitem pro oblast After Sales automobilových společností. Konceptem daného návrhu je automatické rozpoznávání autem chybějících komponent a příslušenství, jejich následné objednávání pomocí online obchodu a doprava od výrobce nebo dodavatele pomocí dronů tentýž den.

Chytrá a inteligentní auta jsou již součástí lidského života: systémy umějí kontrolovat stav auta za jízdy, sledovat styl řízení řidiče a doporučovat techniky při kterých, například, auto bude mít menší spotřebu. Pomocí chytrého infotainmentu a online služeb se auto umí vyhýbat zácpám na silnicích, upozorňovat řidiče o překážkách na cestě a nabízet místa pro odpočinek. K takovému obšírnému množství funkcí lze přidat i možnost automatického objednávání potřebných dílů a

komponentů a jejich okamžitou dopravu pomocí dronů na místo výdeje jako je například dealerská prodejna. Daný návrh je plně realizovatelný z technického hlediska, avšak dealeři a výrobce komponent se musí dohodnout na společném zavedení dané služby, technické přípravě přistání, vyzvednutí a dopravě dronů. Navíc k tomu je potřeba prozkoumat dálku mezi dvěma subjekty, provést výzkum legislativních požadavků (což může být rozhodující částí zavedení dané technologie). Tato myšlenka zahrnuje rozvoj dealerské sítě v souladu se světovými trendy, včetně:

- využívání logistických služeb namísto fyzické cesty,
- široké využívání technologie dronů,
- optimalizace obchodních procesů prostřednictvím online objednávek,
- zajištění šetrnosti dopravního systému města k životnímu prostředí.

Navrhovaná myšlenky těmito parametry by mohla teoreticky odpovídat. Proto je možné jako pilotní projekt zvážit realizaci navrhované myšlenky s následnou replikací v jiných regionech.

Vyhodnocení návrhu č.5 - drony s palivovými články pro krizové situace auta s prázdnou nádrží

Myšlenka používat drony s palivovými články pro krizové situace auta s prázdnou nádrží se představuje jako alternativa k službě odtahových vozů. Nové a nezkušené řidiče se často potkávají s problémy spojené s dopravou na českých silnicích. Jedním z takových problémů je nepozornost k nedostatku paliva v nádrží automobilu. Většina lidí při daných podmínkách zavolá odtahové služby. Avšak návrh nabízí alternativní řešení dané situace. Detailní popis fungování daného návrhu je popsán v kapitole 4.5 a lze shrnout, že technicky daná myšlenka je plně realizovatelná ale je potřeba dbát na bezpečnostní podmínky: rizika spojená s využitím dronů jsou definována jako specifické hrozby, které ohrožují fungování této technologie při zavedení z hlediska bezpečnosti, výsledku a dopadu. Není zřejmé, zda drony budou spolehlivé při nepříznivých podmínkách počasí. V daném případě doporučuji provést pilotní zkoušku funkčnosti projektu. Pro implementaci dané technologie musí firmy nejen splňovat legislativní požadavky, ale umět předvídat rizika spojená s tak obrovským a složitým projektem jako jsou drony.

Závěr

Tato práce se zaměřuje na analýzu aktuálního použití dronů v logistickém průmyslu. Cílem práce je prozkoumat současné příklady využití dronů velkými logistickými společnostmi, analyzovat legislativní požadavky České republiky pro provoz dronů, navrhnout potenciální příklady využití dronů v logistice automobilového průmyslu a objektivně posoudit vhodnost daných návrhů.

Výhody použití dronů jsou zřejmé: úspora peněz a času, mobilita, snížení nákladů, nezávislost na počasí nebo teplotních podmínkách. Kromě výhod existují i nevýhody, které v dnešní době brání využití dronů na maximum. Patří mezi ně bezpečnost, důvěrnost a povinná registrace letecké dopravy.

Růst odvětví dronů se zrychluje díky rušivému potenciálu technologie, která umožňuje její použití ve více aplikacích. V diplomové práci byly navrženy následující metody využití dronů v logistice automobilového průmyslu: dodávka jednotlivých komponentů do automobilového závodu pomocí dronů, čtení RFID tagu ve skladu pomocí mini-dronů, nakládka a vykládka zboží z kamionu pomocí dronů, dodávka autodílů a komponentů pomocí dronu prodejci nebo dealerovi po online objednání, použití dronů s palivovými články pro krizové situace auta s prázdnou nádrží. Každý návrh má své specifické vlastnosti a obsahuje určitý potenciál, který lze realizovat za dodržení legislativních pravidel.

Dodávka komponent z Parts Centru do automobilového závodu ŠA představuje reálný obraz budoucího rozšíření použití dronů v logistickém průmyslu a může se stát impulsem k vývoji a snižování nákladů na tuto technologii. Bezpochybné výhody daného projektu jsou: rychlejší dobá dodání komponent z místa výroby do místa instalace/spotřeby, což vede k efektivnímu využití času, snížení nákladů na dopravu pomocí flotile dronů, inovativní řízení a rozvoj technické stránky podniků a bezpečnější dopad na životní prostředí.

Čtení RFID tagu ve skladu pomocí létajících mini-dronů si zaslouží být v žebříku potenciálních nápadů na využití dronů v logistickém průmyslu. Výhody dané technologie jsou: časová úspora, kdy díky dronům je možné provádět inventuru i mimo pracovní dobu, zjednodušení náročnosti operace, protože dron je schopen se dostat do těžce dosažitelných oblastí skladu, například na vysoké regály. Pomocí současných funkcí dronů, jako je sledování určité trajektorie letu, lze podobné drony

naprogramovat tak, aby prováděly inventuru přesně a včas. Stejně jako všechny nové technologie zavedené do skladů vzbuzují drony očekávání i pochybnosti. Drony budou moci nejen rychle přepravovat materiál a zásoby, dosahovat a prozkoumávat těžko dostupné oblasti ve skladu, ale i být užitečnými v jiných oblastech logistiky, jako je například vykládka zboží. Jejich kapacita a dolet jsou však v tuto chvíli stále omezené.

Nakládka a vykládka kamionu pomocí dronů je technicky složitá technologie, avšak její zavedení přinese revoluci v oblasti autonomní logistiky skladu. Pro realizaci vykládky a nakládky zboží musí být vytvořen a speciální KLT přepravka, kterou dron jednoduše vyzvedne nebo naloží do kamionu. Daný proces nejenom zrychlí čas vykládky a nakládky komponent do kamionu, ale ušetří parkovací a manévrovací plochy kamionu, který nemusí například zajíždět do areálu skladu, provádět složité parkování a obsazovat místa. Dron mění hru a správný vývoj technologie má potenciál transformovat a zefektivnit mnoho procesů v dodavatelském řetězci. V důsledku toho musí společnosti modernizovat a přizpůsobovat svá zařízení, aby vstoupily do nové éry logistiky.

Technologie dodávání autodílů a komponentů pomocí dronu prodejci nebo dealerovi po online objednání zatím není známá, ale je velice zajímavá z hlediska technologického pokroku logistického řetězce. Drony v daném kontextu hrají roli rychlého přepravce zboží k dealerovi nebo prodejci, což ulehčuje dopravní schéma.

Zejména poslední zmíněný návrh využití dronů s palivovými články pro auta s prázdnou nádrží lze pospat jako lákavou funkci pro nováčky a nezkušené řidiče. Stejným způsobem, jak se kupuje předplatné pro servis v určitém najetém intervalu, lze navrhnout tuto funkci a přizpůsobit tím rychlejší integraci dronů do logistického řetězce. Tankovací stanice, zapojené do projektů dopravy paliva pomocí dronů, budou vybavené speciálními dokovacími stanicemi pro drony, technickými předpisy pro doplňování nádrží pro drony i jejich provozem a speciální software platformou spojenou s eCall voláním.

Seznam literatury

OUDOVÁ, Alena. Logistika: základy logistiky. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 2016. ISBN 978-80-7402-238-8.

JIŘÍČEK, Petr. Ekonom J.A. SCHUMPETER – teoretik inovací a společenských věd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2022. ISBN 978-80-7623-081-1.

LUKOSZOVÁ, Xenie. Logistika pro obchod a marketing. Jesenice: Ekopress, 2020. ISBN 978-80-87865-59-0.

BARTES, František. Inovace v podniku. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN isbn978-80-214-3634-3.

GROS Ivan. a KOLEKTIV, Velká kniha logistiky. Praha: VŠCHT Praha, 2016. 512 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

JUROVÁ, Marie. et al. Výrobní a logistické procesy v podnikání. 1. vyd. Praha: Grada

Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9

MCKINNON Alan a BROWNE Michael, Green Logistics Improving the environmental sustainability of logistics, 3rd edition, London, 2015, ISBN 978-0-7494-7185-9

VEBER, Jaromír. Management inovací. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-423-3.

RUHSTON Alan a CROUCHER Phill, The handbook of logistics and distribution management: understanding the supply chain, London: Kogan Page; 7th edition, 2022, ISBN 978-1398602045

NOVÁK, Jan Antonin. Drony: kompletní průvodce včetně přehledu nové legislativy. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-0775-9.

TICHÝ, Tomáš, KARAS, Jakub. Drony. Brno: Computer Press, 2016. 264 s.

JUNIPER, Adam. (2018). Complete Guide to Drones extended 2nd edition. ILEX GIFT. ISBN 978-1781575383

TAN Albert a SHUKKLA, Sameer. Digital transformation of the Supply Chain: A practical guide for executives, World Scientific Publishing Co, 2021, ISBN 978-98-112-2959-6

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

NIKIŠEV, Pavel. UAV – bezpilotní vzdušné prostředky. Kniha 1 – Teorie / V.P.Nikišev. - Cheboksary: izd-vo Chuvash.univer., 2020.

RANDAL, Beard a MCLAIN, Timothy. Small unmanned aircraft: theory and practice. Princeton: Princeton University Press, c2012. ISBN 978-0-691-14921-9.

NOVÁČK, Robert, LANGLEY, John a COYLE, John . Supply Chain Management : A Logistics Perspective. 10 [ed.] ed. South-Western Cengage Learning 2016.ISBN 978-1305859975

ČUJAN, Zdenek, MIKUŠOVÁ, Nikoleta a TOMKOVÁ, Eva, Robotization of logistics processes. 2017 (1), 2-7

ADAMOV, Alexandr, ADAMOVÁ, Arina a GERASIMOV, Nikita. Analýza provozu dronů z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti / Spolehlivost a kvalita komplexních systémů. 2020. č. 3 (19). S. 86-93.

SHATALOV, Nikolay. Automatické řídicí systémy UAV / Vyhledky na rozvoj informačních technologií. 2019. Č. 29. S. 39-44.

TURLAEV, Ruslan. Perspektivy rozvoje bezpilotní logistiky v automobilové nákladní dopravě / R.S. Turlaev // Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava. – 2019. – č. 11-2. – § 187-192.

DAHER, Saifeddin. Mechatronický řídicí systém „quadrocopter“. Řízení a plánování trajektorie metodami optické odometrie. Diss.cand.tech.nauk. - Novochoerkassk, 2021

KUBASAKOVÁ, Iveta, STOPKA, Ondřej a KAMPF, Rudolf, Communications: scientific letters of the University of Žilina 2, 9-13 (2014)

DANEL, Roman, KOHUT, Viktor, KODYM, Ondřej a ŘEPKA, Michael, SGEM 2013 – 13th International Multidisciplinary Scientific Conference, 151-158 (Albena, Bulgaria, 2013)

PD-100 Black Hornet Nano Unmanned Air Vehicle. Army Technology | Land Defence News & Views Updated Daily [online]. Copyright © Copyright 2022, All Rights Reserved. Dostupné z: <https://www.army-technology.com/projects/pd100-black-hornet-nano/>

Best Anti-Collision Drone Light - 7 Strobe Lights Tested for Visibility - Pilot Institute. Pilot Institute: Drone and Airplane Pilot Courses - Aviation Made Easy [online]. Copyright © Copyright 2022 Pilot Institute. All Rights Reserved.. Dostupné z: <https://pilotinstitute.com/drone-strobe-lights/>

Little Ripper Lifesaver Drone | Ripper Corp. Ripper Corp | Drone strategy, training and deployment [online]. Copyright © Copyright The Ripper Corp. 2021 All rights reserved. Dostupné z: <https://rippercorp.com/divisions/little-ripper-lifesaver/>

HOME | UVL ROBOTICS. HOME | UVL ROBOTICS [online]. Copyright © 2022 [cit. 17.12.2022]. Dostupné z: <https://www.uvl.io/>
A drone program taking flight. About Amazon [online]. Copyright © 1996. Dostupné z: <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/a-drone-program-taking-flight>

Drones and the police. The National Police Chiefs Council (NPCC) [online]. Dostupné z: <https://www.npcc.police.uk/ThePoliceChiefsBlog/DACLucyDOrsidiscussescriminaluseofdrones.aspx>

Bezpilotní letouny vlastní výroby [online]. Dostupné z: <https://alb.aero/catalog/bpla-multirotornogo-tipa/>

Suomalainen, A. (2022, January 29). Drones. Cars, drones, multicopters. Google Books. Retrieved October 16, 2022, from https://books.google.com/books/about/%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1.html?id=Rd2rDwAAQBAJ

Amazon to start delivering packages by drone in Texas later this year. [online]. Copyright ©. Dostupné z: <https://www.cnn.com/2022/07/15/amazon-to-start-delivering-packages-by-drone-in-texas-later-this-year.html>

Top Crop Management Using Drones Startups | Tracxn. Technology & Data for Venture Capital, Corp Dev, Investment Banks | Tracxn [online]. Copyright © [cit.

29.11.2022]. Dostupné z: <https://tracxn.com/d/trending-themes/Startups-in-Crop-Management-Using-Drones>

Unmanned airspace: "2.6 million commercial drone operations a day by 2020" - NASA. Latest news - Unmanned airspace [online]. Dostupné z: <https://www.unmannedairspace.info/uncategorized/2-6-million-commercial-drone-operations-a-day-by-2020-nasa/>

What is a MultiCopter and How Does it Work? — Copter documentation. ArduPilot - Versatile, Trusted, Open [online]. Dostupné z: <https://ardupilot.org/copter/docs/what-is-a-multicopter-and-how-does-it-work.html>

Informace pro účastníky výběrových řízení u Úřadu pro civilní letectví - Úřad pro civilní letectví. Úřad pro civilní letectví - Bezpečně a s nadhledem [online]. Copyright © 2022 všechna práva vyhrazena . Dostupné z: <https://www.caa.cz/urad-pro-civilni-letectvi/volna-mista-v-ucl/informace-pro-ucastniky-vyberovych-rizeni-u-uradu-pro-civilni-letectvi/>

Obecné informace - Úřad pro civilní letectví. Úřad pro civilní letectví - Bezpečně a s nadhledem [online]. Copyright © 2022 všechna práva vyhrazena. Dostupné z: <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/modely-letadel/obecne-informace/>

Dokument EASA eRules - Úřad pro civilní letectví. Úřad pro civilní letectví - Bezpečně a s nadhledem [online]. Copyright © 2022 všechna práva vyhrazena [cit. 02.11.2022]. Dostupné z: <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/online-skoleni-a-informace-k-vyuziti/dokument-easa-erules/>

Drones | UNICEF Office of Innovation . UNICEF [online]. Dostupné z: <https://www.unicef.org/innovation/drones>

What is RFID and how does it work?. Purchase Intent Data for Enterprise Tech Sales and Marketing - TechTarget [online]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification>

What is the Internet of Things (IoT)? - TWI. Joining Innovation with Expertise - TWI [online]. Copyright © 2022 TWI Ltd. All rights reserved.. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-the-internet-of-things-iot>

Behind the Robot: RFID Inventory Scanning Robot - Clearpath Robotics. Clearpath Robotics: Mobile Robots for Research & Development [online]. Copyright © Clearpath Robotics Inc. All rights reserved. [cit. 02.01.2023]. Dostupné z: <https://clearpathrobotics.com/blog/2021/10/behind-the-robot-rfid-inventory-scanning-robot/>

Česká republika - letecká velmoc. Průmyslová konference pro letecký průmysl, 2018, online Copyright © Dostupné z: <https://www.mzv.cz/file/2846656/Newsletter.pdf>

The Concept of Green Logistics - Eurosender Blog. [online]. Dostupné z: <https://www.eurosender.com/blog/en/concept-green-logistics/>

Návod na registraci dronu a online test pro pilota dronu, 2020, [online]. Copyright © 2016. Dostupné z: <https://dronpro.cz/navod-na-registraci-dronu-a-online-test-pro-pilota-dronu-krok-za-krokem>

Létání s drony v blízkosti řízených letišť s využitím gridů, 2022, Řízení Letového provozů [online]. Dostupné z: https://www.rlp.cz/article?ArtCode=C_3_2_1

Pravidla pro provoz bezpilotních letadel od 31.12.2020 | Astra. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: <https://www.astramodel.cz/cz/blog/pravidla-pro-provoz-bezpilotnich-letadel-od-31.12.2020.html>

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Špičkové inovace v logistice automobilového průmyslu v 21. století.....	13
Obr. 2 Transportní robot ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.	16
Obr. 3 Miniaturní dron PD-100 Black Hornet Nano	20
Obr. 4 Dron Little Ripper Lifesaver	21
Obr. 5 Kray dron.....	21
Obr. 6 Dron pro doručování nákladu, Amazon.	22
Obr. 7 Policejní dron.....	22
Obr. 8 Typy dronů	23
Obr. 9 Matternet M2	27
Obr. 10 UVL Robotics warehouse drone.....	28
Obr. 11 Amazon Prime Air warehouse drone.....	29
Obr. 12 Příklad doručení zboží z vozidla dronem Horse Fly	30
Obr. 13 Kategorizace dronů v ČR.	34
Obr.14 Schéma přípravy dodávky dílů ze skladu do montážní linky	41
Obr.15 Kontrola zboží pomocí dronu s technologií RFID tag	43
Obr. 16 Vykládka zboží pomocí dronů	45
Obr. 17 Schéma dodávky náhradního dílu/komponentu dealerovi	47
Obr. 18 Dron s palivovou nádrží.....	48

Seznam tabulek

Tab. 1 Kategorizace dronů v ČR	34
Tab. 2 Formulace podmínek provozu dronů v ČR.....	35

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Gaiaz Mukhadzhinov		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
NÁZEV PRÁCE	Využití dronů v logistice automobilového průmyslu		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK – Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2023
POČET STRAN	65		
POČET OBRÁZKŮ	18		
POČET TABULEK	2		
POČET PŘÍLOH	0		
STRUČNÝ POPIS	<p>Diplomová práce se zaměřuje na představení návrhů využití dronů v logistice automobilového průmyslu.</p> <p>Cílem práce je představit historický rozvoj technologie dronů a jejich technickou specifikaci, představit reálné příklady využití dronů v logistických procesech celosvětových firem pomocí odborných a veřejně dostupných zdrojů. Dále prozkoumat potenciální využití dronů v průmyslové logistice pomocí analýzy legislativních požadavků v České republice.</p> <p>Na základě získaných znalostí a analýz navrhnout možnosti využití dronů v logistice automobilového průmyslu a vyhodnotit přínosy těchto návrhů.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Dron, logistický řetězec, legislativa, automobilový průmysl.		

ANNOTATION

AUTHOR	Bc. Gaiaz Mukhadzhinov		
FIELD	Specialization International Supply Chain Management		
THESIS TITLE	The use of drones in the logistics of the automotive industry		
SUPERVISOR	Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK – Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2023
NUMBER OF PAGES	65		
NUMBER OF PICTURES	18		
NUMBER OF TABLES	2		
NUMBER OF APPENDICES	0		
SUMMARY	<p>The diploma thesis focuses on the presentation of proposals for the use of drones in the logistics of the automotive industry.</p> <p>The goal of the work is to present the historical development of drone technology and their technical specification, to present real examples of the use of drones in the logistics processes of global companies using professional and publicly available resources. Further explore the potential use of drones in industrial logistics by analyzing legislative requirements in the Czech Republic.</p> <p>Based on the acquired knowledge and analysis, propose the possibilities of using drones in the logistics of the automotive industry and evaluate the benefits of these proposals.</p>		
KEY WORDS	Drone, logistics chain, legislation, automotive industry.		