

Mogućnost primjene i analiza isplativosti dostave dronovima

Milić, Brigita

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:641674>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-10**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

BRIGITA MILIĆ

MOGUĆNOST PRIMJENE I ANALIZA ISPLATIVOSTI DOSTAVE DRONOVIMA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2019



Sveučilište u Zagrebu
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb
DIPLOMSKI STUDIJ

Diplomski studij: Fakultet prometnih znanosti
Katedra: Zavod za transportnu logistiku
Predmet: Prijevozna logistika 2

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Pristupnik: Brigita Milić
Matični broj: 0135228701
Smjer: Logistika

Zadatak: MOGUĆNOST PRIMJENE I ANALIZA ISPLATIVOSTI
DOSTAVE DRONOVIMA

Engleski naziv zadatka: THE POSSIBILLITY OF APPLICATION AND
COSTEFFECTIVENESS ANALYSIS OF DRONE DELIVERY

Opis zadatka: Svrha istraživanja ovog diplomskog rada je ukazati na moguće benefite koje primjena dronova omogućuje, pogotovo kada je u pitanju prijevozna logistika. Kroz rad će se prikazati trenutna razmišljanja velikih korporacija koje pružaju logističke usluge, o primjeni dronova u prijevoznim aktivnostima. Cilj istraživanja je prikazati troškove obavljanja dostave motoriziranim vozilom u odnosu na dostavu dronom. Također, cilj rada je istražiti koje su sve mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj.

Nadzorni nastavnik:

Jasmina P. Sklar

Djelovođa:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

MOGUĆNOST PRIMJENE I ANALIZA ISPLATIVOSTI DOSTAVE DRONOVIMA
THE POSSIBILLITY OF APPLICATION AND COSTEFFECTIVENESS ANALYSIS
OF DRONE DELIVERY

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Student: Brigita Milić

JMBAG:0135228701

Zagreb, svibanj 2019.

Sažetak:

Tehnologija bespilotnih letjelica prvotno je napravljena radi vojne upotrebe. Danas je upotreba bespilotnih letjelica uobičajena stvar u komercijalnim djelatnostima poput dostave paketa, praćenja prometa, nadzora granica te različitih pregleda i inspekcija nedostupnih infrastruktura, a potencijali primjene bespilotnih letjelica u budućnosti su gotovo neograničeni. U ovom diplomskom radu se procjenjuju troškovi sustava dostave Prime Aira koji je predložio Amazon.com, a koji koristi tehnologiju bespilotne letjelice za dostavu paketa. Odrađena je analiza isplativosti zamjene motoriziranog vozila iz voznog parka Hrvatske pošte sa dronovima koji spadaju u grupaciju bespilotnih letjelica. Analiza je prilagođena pravnoj regulativi o pravilnom korištenju bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: bespilotne letjelice; dronovi; dostava; Amazon Prime Air, analiza isplativosti, prijevozna logistika

Summary:

The technology of unmanned aircraft was originally designed for military use. Today, the use of unmanned aerial vehicles is the most normal thing in commercial activities such as package delivery, traffic monitoring, border controls, and various inspections of inaccessible infrastructure, further more, the potential use of unmanned aircraft in future is almost unlimited. This paper graduate assesses the cost of the delivery system of Prime Air, proposed by Amazon.com, which uses the technology of unmanned aircraft to deliver the package. An analysis was made of the cost benefits of replacing a motorized vehicle from the Croatian Post Office and Amazon Prime unmanned aircraft. The analysis is adapted to the legal regulations on the proper use of unmanned aircraft in the Republic of Croatia

Key words: unmanned aerial vehicle; delivery; drones; Amazon Prime Air, Cost Benefits Analysis, Transport Logistics

SADRŽAJ:

1. Uvod	1
2. Primjena bespilotnih letjelica u logistici.....	3
2.1. Općenito o bespilotnim letjelicama	4
2.1.1. Autonomne bespilotne letjelice	4
2.1.2. Dronovi	6
2.2. Povijesni razvoj bespilotnih letjelica.....	7
2.3. Prednosti i nedostaci bespilotnih letjelica	10
2.4. Primjena dronova u prijevoznj logistici.....	11
2.4.1. Dostava paketa	11
2.4.2. Dostava hrane.....	13
2.4.3. Dostava prve pomoći	14
2.4.4. Dostava rezervnih dijelova	15
2.5. Primjena bespilotnih letjelica u skladišnom poslovanju	16
3. Mogućnosti bespilotnih letjelica	17
3.1. Mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u industrijama	17
3.1.1. Bespilotne letjelice u civilnoj primjeni	18
3.1.2. Bespilotne letjelice u vojnoj industriji.....	19
3.1.3. Bespilotne letjelice u komercijalnoj primjeni	21
3.2. Regulatorna i zakoni u Republici Hrvatskoj.....	22
3.3. Klasifikacija bespilotnih letjelica.....	27
4. Analiza isplativosti zamjene motorizirane dostave s dronom - studija slučaja ...	29
4.1. Potražnja za uslugama paketne distribucije u Republici Hrvatskoj.....	30
4.2. Laka vozila i dostava	32
4.2.1. Pokazatelji iskorištenja vozila.....	32

4.2.2. Pokazatelji iskorištenja relacije dostavljača	33
4.2.3. Pokazatelj iskorištenja ljudskih resursa.....	35
4.2.4. Analiza troškovadostave lakim dostavnim vozilom	36
4.3. Dronovi i dostava.....	37
4.3.1. Utjecaj dronova na logističke performanse	38
4.3.2. Analiza troškova dostave dronom.....	40
4.4. Analiza utjecaja na okoliš	42
4.5. Prepreke u realizaciji opskrbnih lanca	46
5. Zaključak	49
Literatura	51
Popis grafikona.....	55
Popis slika	56
Popis tablica	57

1. Uvod

Tehnologija danas u središte svojih istraživanja stavlja čovjeka i njegove potrebe, kako čovjeku poboljšati i unaprijediti život, a zatim olakšati i unaprijediti posao, kako bi obavljanje tog posla bilo efikasnije, brže i lakše. U 2006. godini se prvi put spominje četvrta industrijska revolucija koja uključuje maksimiziranje proizvodnih kapaciteta i učinkovitost dodavanja novih tehnologija postojećim tradicionalnim industrijama. Jedna takva inovativna tehnologija je primjena dronova u brojnim industrijama.

Izgledi razvoja dronova u prijevoznj industriji izvrsni su zahvaljujuć velikoj mjeri nadolazećim poboljšanjima u tehnologiji. Dok je u početku industrija podcijenjivala njihovu korisnost, dronovi se počinju sve više koristiti u širokom spektru prometnih aktivnosti, od dostave paketa e-trgovine, prijevoza lijekova, upravljanja voznim parkom i isporuke rezervnih dijelova pa čak i u istom danu (eng. *delivery today*). Očekuje se da će dronovi vrlo brzo postati sastavni dio prometne industrije nudećinačin isporuke i usluge koje prate prijevoz. Industrija će se okrenuti ovom načinu isporuke zbog njegove brzine, pristupačnosti i niskih operativnih troškova u usporedbi s drugim oblicima prijevoza koji zahtijevaju ljudski rad te mnoge druge resurse potrebne kako bi se ispunila isporuka ili obavila prijevozna usluga.

Svrha istraživanja u ovom diplomskom radu je ukazati na moguće koristi koje primjena dronova omogućuje, osobito kada govorimo o prijevoznj logistici. Kroz rad su prikazana trenutni smjerovi kretanja velikih tvrtki koje pružaju logističke usluge o primjeni dronova u prijevoznim aktivnostima. Cilj istraživanja je prikazati troškove obavljanja dostave motoriziranim vozilom u odnosu na dostavu dronom. Također, cilj rada je istražiti koje su sve mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u Republici Hrvatskoj.

Diplomski rad je koncipiran u pet cjelina:

1. Uvod
2. Primjena bespilotnih letjelica
3. Mogućnosti bespilotnih letjelica
4. Analiza isplativosti zamjene motorizirane dostave s bespilotnim letjelicama
5. Zaključak

U prvom uvodnom poglavlju definiran je predmet istraživanja, svrha i cilj istraživanja te je predočena struktura rada.

U drugom poglavlju objašnjen je sam pojam bespilotne letjelice i prikazana podjela istih. Prikazan je povijesni razvoj bespilotnih letjelica te mogućnosti primjene dronova kada je u pitanju dostava.

Treće poglavlje odnosi se na pravnu regulativu Republike Hrvatske i klasifikaciju bespilotnih letjelica. U ovom poglavlju spominje se tendencija rasta razvoja iprimjene bespilotnih letjelica te mogućnosti primjene u vojnim, civilnim i komercijalnim svrhama.

U četvrtom poglavlju obrađena je analiza isplativosti zamjene motoriziranog vozila sa dronom. Analiza troškova obrađena je uporedbom *Amazon Prime Air* drona i lakog dostavnog vozila iz voznog parka Hrvatske pošte. Prije same analize prikazane su sve logističke performanse koje utječu na prijevoznu logistiku.

U petom, zaključnom poglavlju dana su zaključna razmišljanja o tematici ovog diplomskog rada.

2. Primjena bespilotnih letjelica u logistici

Sa sigurnošću se može reći da nikada nije postojalorazdoblje s toliko događaja koji bi mogli neizmjereno utjecati na lanac opskrbe. Ono se dijeli u dvije široke kategorije [1]:

1. Informacijske/analitičke inovacije: Cloud računalo, big data i kognitivna analitika za dohvaćanje, pohranjivanje, analiziranje i dobivanje uvida iz podataka, širenje i prikupljanje podataka koje generira baza podataka.
2. Fizička inovacije: Tehnologije koje imaju više fizički oblik: bespilotne letjelice - dronovi, vozila bez vozača, robotika, pametne naočale/proširena stvarnost i 3-D printanje.

U ovom diplomskom radu fokus je na fizičkoj inovaciji, dronovima. Međutim, segmentacija je proizvoljna i jasno je da su ove dvije kategorije neraskidivo povezane. Integriranjem fizičke strane inovacije s digitalnim tehnologijama putem naprednog softvera generirat će se podaci potrebni za optimizaciju. Ta povezanost omogućit će strojevima da dinamično uče i prošire svoj raspon primjene - što dovodi do dinamičnog, automatiziranog okruženja unutar industrije, a to otvara mnoge mogućnosti u poslovanju. To je vrsta inovacije koju vodeći pružatelji softvera u lancu opskrbe, kao što je JDA *Softwaresa* svojim laboratorijem za inovacije smještenim u Montrealu, istražuju i primjenjuju koristeći svoj tim stručnjaka za podatke i inženjere [1]. Ta će tehnologija dodati nevjerojatnu vidljivost opskrbnom lancu, a vidljivost, zajedno sa novim fizičkim uređajima, rezultirat će postupnim poboljšanjima u službi za korisnike, inventaru, troškovima i izvrsnosti opskrbnog lanca.

U istraživanju SCM World iz 2016. godine [2], ispitanici su smatrali da bi informativno/analitička kategorija značajno utjecala na opskrbbni lanac u relativno bliskoj budućnosti. Za fizičku stranu inovacije, ispitanici su smatrali da će najsnažnija inajrazornija tehnologija biti robotika, nakon koje slijede dronovi. Sudionici istraživanja u 2016. pokazuju rastuću svijest i užurbanost oko svih novih inovativnih tehnologija. Očekuju da će sva nova područja inovacija imati znatno veći utjecaj na lanac opskrbe nego što su imala dvije godine ranije, u istraživanju iz 2014. godine. Stručnjaci u lancu opskrbe sada jasno vide da sve promjene dolaze zahvaljujući novoj tehnologiji,

stoga nastoje razviti strategiju za rješavanje tog problema. Neke od tih tehnologija imaju relativno brz i značajan utjecaj na opskrbni lanac, što rezultira prodorima troškova i usluga korisnicima te povećanjem novčanog toka. Neki imaju manje utjecaja, a neki se tek polako razvijaju.

2.1. Općenito o bespilotnim letjelicama

Bespilotne letjelice lete bez ljudskog pilota, umjesto njega kontrolira ih operator na daljinski. Svrha bespilotnih letjelica, odnosno sustava bespilotnih letjelica u ovom slučaju, je dostava poruke, paketa ili puko prikupljanje podataka. Najvažnija svrha sustava upravo je prikupljanje podataka [3]. Letjelice poput dronova, ali i neke druge, mogu prodrijeti u područja i lokacije koje su čovjeku nedostupne bez određene opasnosti i rizika. Ponekad podaci mogu biti presudni za određene operacije ili aktivnosti. Također, navodi se da je jedna od karakteristika ovakvih sustava činjenica da ih se može iznova koristiti, odnosno to što se vraćaju.

Prema Fahlstorm i Gleason [3], postoje dvije vrste bespilotnih letjelica, a to su autonomne bespilotne letjelice i dronovi.

2.1.1. Autonomne bespilotne letjelice

Kao što je već spomenuto, bespilotna letjelica je letjelica ili zrakoplov bez fizički prisutnog pilota u njoj. Njome se može upravljati daljinski, odnosno od strane osoba koje to čine u kontrolnoj stanici, ili može biti potpuno programirana unaprijed definiranim planom leta ili uz pomoć više složenih dinamičkih sustava za automatizaciju. S obzirom na to dijele se u dvije skupine [3]:

- Bespilotne letjelice upravljane putem algoritma (eng. *Unmanned Aerial Vehicle* - UAV)

Ove letjelice koriste se za različite svrhe i misije, najčešće u slučaju izviđanja, no ponekad imaju i borbenu svrhu. Njih je moguće kontrolirati, imaju održiv horizontalni let i pokreću se uz pomoć mlaznog ili klipnog motora. Neke od

bespilotnih letjelica su: Altair, Global Hawk, X47-A, Prowler II, X45-A UCAV, Fire Scout, Predator A i Predator B, ER/MP UAS, I-GNAT i drugi. Na slici 1. nalazi se slika američke bespilotne letjelice Predator MQ-1 namijenjene izviđanju i napadima na zemaljske ciljeve, koja je promijenila način ratovanja u svijetu.



Slika 1. Predator MQ-1 [4]

- Bespilotne letjelice s daljinskim upravljanjem (eng. *Remotely Piloted Vehicle – RPV*)
Riječ je o letjelicama koje su korištene za terenski rad vezan uz okoliš, od šumarstva, morskih istraživanja, promatranja biljnog i životinjskog svijeta, skupljanja uzoraka o biološkim stvarima iz zraka i slično. Daljnji razvoj i korištenje letjelica na daljinsko upravljanje ide upravo prema potrebama snimanja stanja okoliša. Karakterizira ih brzo prikupljanje podataka i niska cijena. No, s druge strane, postoje i određena ograničenja kod takvih letjelica, a to su kratko vrijeme leta, malobrojnost senzora, teškoće pri navigacijskom sustavu itd.

Iako su bespilotne letjelice s daljinskim upravljanjem ograničene kratkim vremenom leta, malobrojnošću senzora i teškoćama u navigiranju, one ipak imaju jednu jako važnu prednost u odnosu na programirane letjelice, činjenicu da je pilot u potpunosti siguran, odnosno nije fizički prisutan u letjelici prilikom leta.

2.1.2. Dronovi

Razlika između drona i bespilotne letjelice je u stupnju automatizacije. Let drona ovisi o unaprijed programiranom ponašanju, dok bespilotnim letjelicama daljinski upravlja pilot u kontrolnoj stanici [5]. Također, razlikuju se i po vrsti letenja i pogona. Dronovi se pokreću uz pomoć propelera, zbog toga mogu letjeti horizontalno i okomito, dok bespilotne letjelice imaju pogon na mlazni ili klipni motor i imaju isključivo horizontalni let.

Dronovi se koriste za vojne ili civilne svrhe. Oprema koju dron sadržava je kamera, a neki mogu biti naoružani projektilima. Prva civilna primjena dronova je bila u svrhe fotografiranja, a danas se najčešće koriste za stvaranje mapa, odnosno zračnih snimki za izradu karti i mapa. Uz to, dronovi mogu imati senzore za prijenos topline, pa i magnetometre za mjerenje Zemljinog magnetnog polja. Na slici 2. u nastavku nalazi se primjer konfiguracije drona s više motora. Baterija je označena brojkom 2. Ostali dijelovi na slici su, pod brojkom 1 okvir letjelice, brojkom 3 označeni su motori, brojem 4 označene su ESC baterije te brojkom 5 i 6 označeni su lijevi i desni propeleri [5].



Slika 2 Fizički dijelovi drona

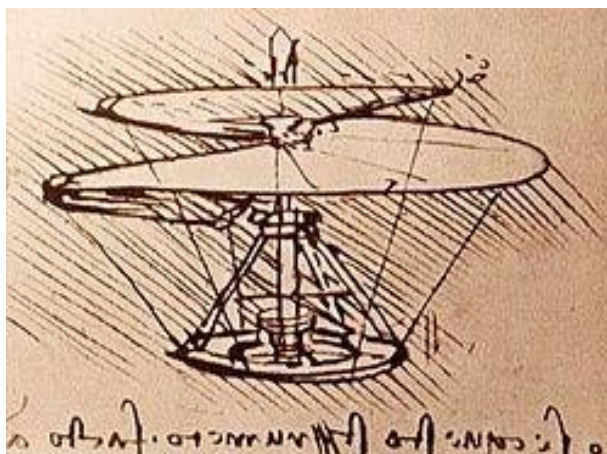
Uz fizičke dijelove, letjelice se sastoje i od pogonskog sustava, računala za kontrolu leta, preciznog sustava navigacije te *Sense and Avoid* sustava [6].

Kako bi letjelica održavala let, potreban joj je pogonski sustav, a postoje različite vrste pogonskog sustava, kao što je već spomenuto u radu. Izvođenja pogonskog sustava utječu na efikasnost i iskoristivost letjelice. Kako bi let bio u potpunoj kontroli ovlaštene osobe, koristi se računalo za kontrolu koje osigurava održavanje unaprijed određene putanje. Današnji sustavi omogućuju osobi koja upravlja letjelicom uvid u lokaciju letjelice svakog trenutka. Takav sustav navigacije, odnosno sustav za komunikaciju, sastoji se od odašiljača, prijemnika, antene i modema koji je povezan sa sensorima na samoj letjelici. Kako bi svaka prepreka koja predstavlja prijetnju prilikom leta bila uklonjena potreban je sustav od nekoliko senzora ugrađenih u letjelicu. To je sustav *Sense and Avoid* i on je odgovoran za slanje podataka prikupljenih sensorima od letjelice prema stanici na zemlji ili u određenim slučajevima na satelitu.

2.2. Povijesni razvoj bespilotnih letjelica

Cijela ideja bespilotnog leta stvorena je još davne 425. godine prije Krista. Prva bespilotna letjelica bila je mehanička ptica izumljena od strane talijanskog inženjera Archytasa. Napravljena je od drveta te je za let koristila zrak zatvoren u trupu ptice, dok je maksimalni dolet mehaničke ptice bio 200 metara.

Preteča svih današnjih helikoptera i modernih multikoptera je žiroskop. Žiroskop je vrsta senzora koja ima mogućnost stabiliziranja leta. On omogućuje vertikalno podizanje letjelice - ako se letjelica počne rušiti na jednu stranu, mikrokontroler dobije podatke o tome preko ovog senzora i reagira reguliranjem brzine tako da neke motore vrati brže neke sporije, dok ne postigne stabilan let. Prvi žiroskop je dizajnirao Leonardo Da Vinci 1483. godine, a na slici 3. vidimo kako je izgledao.



Slika 3. Žiroskop, Leonardo Da Vinci [8]

Veliki napredak u razvoju bespilotnih letjelica dogodio se tijekom međuratnog razdoblja između svjetskih ratova. Razvojem i ispitivanjem bespilotnih letjelica u vojne svrhe došlo je do proizvodnje zračnog torpeda. Tako je američka vojska 1918. godine proizvela najpoznatiji zračni torpedo zvan *Ketterina Bug*. Mnoge bespilotne letjelice izumljene su samo za potrebe obuke i vježbe gađanja unutar vojnog okruženja. Također, počele su se upotrebljavati u nizu novih ulogapoput mamaca u borbi, pokretanju raketa protiv fiksnih ciljeva, u izviđačke svrhe i brojne druge. Novi modeli su postajali sofisticiraniji, s poboljšanom izdržljivošću i sposobnošću postizanja i održavanja veće visine. Najpopularniji model bespilotnih letjelica u Vijetnamskom ratu bio je AQM-34 Ryan Firebee. Više od 1000 AQM-34 Ryan Firebee letjelica letjelo je preko 34000 operativnih misija s ciljem nadzora preko jugoistočne Azije [9].

Godina 2006. zabilježena je kao početak korištenja civilnih bespilotnih letjelica. Naime, FAA (*Federal Aviation Administration*) je promjenom zakona o odgovarajućim regulatornim mjerama i omogućila primjenu komercijalnih bespilotnih letjelica te takote iste godine potpisala dvije dozvole za bespilotno letenje. Prva primjena bespilotnih letjelica izvan vojnog sektora bila je na graničnim prijelazima u nadzoru granice, a zatim se upotreba proširila na sprječavanje prirodnih nepogoda, primjerice u borbi protiv požara ili poplava. Time je otvorena nova mogućnost tvrtkama ili profesionalcima koji su željeli koristiti bespilotne letjelice u različitim poslovnim pothvatima. Sljedeća industrija koja je počela s korištenjem bespilotnog leta je naftna industrija gdje se koriste za nadzor plinovoda. Kasnije se počinju koristiti i u

agronomiji za prskanje pesticida iz zraka. O primjeni bespilotnih letjelica u različitim industrijama bit će riječi u nastavku rada.

U 2010. godini Francuska tvrtka *Parrot* objavljuje *Parrot AR Drone*, prvu letjelicu za komercijalne svrhe koja se mogla kontrolirati putem pametnog telefona koristeći Wi-Fi. Letjelica je odbila nagradu CES-a za inovaciju 2010. godine u području elektroničkih igara. Prodan je u više od pola milijuna primjeraka [10].

Kad je 2013. godine kompanija Amazon objavila ideju o sustavu isporuke paketa upotrebom dronova, probudila se svijest javnosti o novim mogućnostima ove tehnologije. Trenutni zastoje i neuspjeh ove ideje rezultat je potrebe za dodatnim promjenama unutar regulativnih mjera o bespilotnom letu.

U 2015. godini dogodio se najveći neuspjeh industrije bespilotnih letjelica. Naime, tvrtka Lily investirala je u proizvodnju prvih dronova s opremom za snimanje i slikanje. Tvrtka se bez objašnjenja ugasila i danas duguje 34 milijuna dolara investitorima. Navedeni događaj nije uništio ideju takve vrste drona te je već 2016. godine u prodaju izašao dron s fotografskom opremom [10].

Evolucija bespilotnih letjelica korištenih u prijevoznoj industriji vidi se u tablici 1.

Tablica 1 Evolucija događaja u prijevoznoj industriji

Godina	Događaj
2006	Testiranje dostave dronovima (Amazon, Google, UPS, DHL).
2012	Korišteni za isporuku malih paketa prve pomoći nakon potresa u Haitiju 2012. godine, također su korišteni u prijevozu uzoraka potrebnih za testiranje iz udaljenog sela u velikom obalnom gradu Kerema u Papui Novoj Gvineji.
2014	Dostava DHL-a na otok Juist. Matternet je u suradnji sa švicarskim WorldCargo-om i švicarskom poštom vršio isporuke medicinskih pomagala i primjeraka. Google je koristio dostavu dronom za isporuku zaliha poljoprivrednicima u australskoj divljini.
2015	Prva dozvola za korištenje bespilotnih letjelica (Amazon). Finska nacionalna poštanska tvrtka izvršava dostavu paketa dronom na otok.
2016	Prva dostava hrane dronom (Domino's pizza).

Izvor: [11]

Sve veća potražnja za lakšim, pokretnijim, jačim i efektivnijim bespilotnim letjelicama u civilne i vojne svrhe povećava upotrebu kompozitnih materijala, koji predstavljaju bitnu ulogu prilikom razvoja ovih letjelica. Općenito, kompozitni materijali predstavljaju korištenje termoizolacijskih smola koje omogućuju ispravljanje prilikom zagrijavanja materijala. Upotreba ovih posebnih materijala u industriji bespilotnih letjelica omogućit će učinkovitiji razvoj u pogledu sigurnosti.

2.3. Prednosti i nedostaci bespilotnih letjelica

Kao i svaka nova tehnologija, bespilotne letjelice imaju svoje prednosti, a tako i nedostatke. Sam naziv bespilotnih letjelica karakterizira prednost u odnosu na letjelice kojima upravlja fizički prisutan pilot. Također, jedna od prednosti je njihova veličina i činjenica da mogu pristupiti ljudima teško dostupnim terenima ili onim potpuno nepristupačnim. Prosječno mogu ostati u zraku do 30 sati [12] i, ako nekim slučajem dođe do pada letjelice, šteta će biti samo materijalna, dok je stradanje pilota ili drugih ljudi gotovo nemoguće. S obzirom na veličine letjelica, prednost je što imaju jako dobar manevar, mogu letjeti na velike udaljenosti i u velike visine, a također mogu biti u stacionarnom letu, to jest lebdjeti u mjestu. Prednosti koje bespilotne letjelice pružaju su njihova niska cijena te održavanje koje je mnogo jeftinije od običnih letjelica i zrakoplova. Uz to, ove letjelice mogu letjeti na niskim nadmorskim visinama za razliku od zrakoplova, a mogu i letjeti nekoliko sati bez prestanka. Njihove sposobnosti snimanja, nadziranja, nadgledavanja i izviđanja od velike sukoristi, kao i laka i brza implementacija sustava.

Uz sve prednosti, bespilotne letjelice imaju i nekoliko nedostataka. Najveći nedostatak prilikom rada bespilotne letjelice, onih koje su navigirane putem daljinskog upravljanja, je da se mogu pojaviti veliki troškovi ljudskom greškom te izazvati pad letjelice. Također, prilikom pada može se dogoditi da se letjelica potpuno izgubi. Nedostatak bespilotne letjelice kojoj je let programiran je to da može doći do kvara unutar aplikacije ili računala koji njome upravlja, to je naročito opasno ako se letjelica koristi za vojne napade što može rezultirati ubijanjem civila i uništenjem civilne imovine. Loše programirane letjelice mogu izazvati velike štete, a kao takve

moгу biti preuzete od strane neprijatelja što dovodi u pitanje sigurnost takvih sustava.

2.4. Primjena dronova u prijevoznj logistici

Ključno pitanje s kojim se profesionalci u lancu opskrbe danas suočavaju je kako dosegnuti sljedeći korak u poboljšanju izvršavanja usluga. Unutar poslovanja e-trgovine, pri odabiru prijevoznika najvažnije je vrijeme isporuke. Dronovi bi omogućili brzu isporuku na unaprijed određenu točku, bez mnogo ljudskog djelovanja i ostalih resursa potrebnih u prijevozu.

2.4.1. Dostava paketa

Praktičnost slanja paketa na prag kupca stvorit će poboljšano korisničko iskustvo kojemu teži svaka logistička tvrtka. Takav koncept već je privukao pozornost najvećih poduzeća svijetu logistike, kao što su *Amazon* i *Google*, koji su u fazi testiranja takvih rješenja. *Amazon* je voditelj *Amazon Prime Air* projekta, koji nastoji automatizirati dostavu paketa dronovima, koji mogu doći do odredišta za 30 minuta dok nose mali paket [13]. Vjerojatno bi to počelo u ruralnim područjima male populacije. Za stambenu isporuku bitne regulatorne prepreke moraju biti promijenjene. Zapravo, to su mnogo veće prepreke nego bilo koji tehnički izazovi. O *Amazon Prime Air* projektu više u nastavku rada.

U Cambridgeu u Velikoj Britaniji 2006. godine došlo je do promjena regulacije te je njihov Amazon za nekoliko kupaca pokrenuo isporuku dronom. U toj regiji Velike Britanije, Amazon je dobio odobrenje leta od 122 metra u visinu, izvan linije vidljivosti (dronovi imaju urađene senzore kako bi izbjegli sudare) [13]. Ovakav način dostave predstavlja i neke obaveze od strane korisnika, tj. kupca. Od njega se traži da na svoj travnjak smjesti mali dvodimenzionalni QR kod (*eng. Quick Response*) koji bi služio kao podloga za slijetanje. Nakon slijetanja korisnik dobije tekst s kodom za otvaranje

paketa. Ovo nije jedina metoda preuzimanja pošiljke, predlaže se i ispuštanje paketa padobranom [14].

Google također izvodi testiranja dostave dronovima, projekt se naziva *Project Wing*. Svrha je također dostava robe, ali se konstrukcija letjelice razlikuje od Amazonove. Googleova letjelica naziva se *tailsitter*: njezino polijetanje je okomito, a zatim se let nastavlja u vodoravnom položaju, što omogućuje veću kontrolu upravljanjem i brzinom. Duljina letjelice iznosi 1,5 metra, ima jedno krilo i mogućnost letenja doseže do 300 metara u zraku. Ovaj dron bi također imao radio transponder koji označava njihovu lokaciju u odnosu na druge letjelice. Testiranje ovog koncepta Google izvodi u Australiji [14].

UPS (*United Parcel Services*) u suradnji s *CyPhy Worksom*, jednom od vodećih kompanija u industriji bespilotnih letjelica i FedEx-om predstavlja još jedan projekt - „Dostava dronom sa vozila“, koji testira dronove za komercijalnu upotrebu. UPS i FedEx razmatraju program u kojem će dron letjeti s krova UPS / FedEx kombija kako bi isporučio pošiljku u dometu posljednjih nekoliko kilometara [15]. Kombi je opremljen stanicom za punjenje baterijskog pogona drona - takav sustav bi trebao produžiti vijek trajanja baterije za 30 minuta i omogućiti što više isporuka. Dron i dostavno vozilo komuniciraju preko 4G mreže, a u slučaju gubitka signala komunikacija bi se nastavila radio frekvencijom. U testiranju ovog projekta obavljena je dostava hitne medicinske pomoći iz Beverlyja u Massachusettsu u SAD-u, na otok udaljen 5 kilometara od obale. Do današnjeg dana njih 125 se već nalazi na cestama i obavljajući dostavu bez prepreka [15].

Ovakav sustav olakšava posao dostavljačima time što šalju dron na lokaciju do koje ne mogu doći dostavnim kombijem zbog neprilagođene ceste ili nekih prirodnih nepogoda. Osim olakšavanja radnih zadataka, ostvaruje i uštede na kilometraži vozila. Ruralna područja u kojima se kuće nalaze na velikim udaljenostima jedna od druge savršena su mjesta za implementaciju ovog načina isporuke.

Ovakav sustav udovoljava propisima regulacije u svim državama jer dostavljač cijelo vrijeme ima vizualni kontakt s dronom koji leti samo 122 metra u visinu [13]. U pogledu sigurnosti, u dronove je ugrađen poseban senzor koji u slučaju otkazivanja jednog rotora može nastaviti neometano letjeti, a u slučaju otkazivanja dvaju rotora

ima mogućnost laganog slijetanja na zemlju. Kako se sve više pojavljuju ideje o primjeni bespilotnih letjelica u komercijalne svrhe, veliki broj zemalja je u procesu izmjene regulatornih propisa o zračnim plovidbama.

Slično poput UPS-a i FedEx-a, Matternet, proizvođač sustava za isporuku dronovima, i Mercedes-Benz imaju partnerstvo za prespajanje dronova na vozilo koje se kreće. Vozilo se približi određenoj lokaciji, a dron s krova dovršava isporuku dok vozilo nastavlja raditi [15].

Također, neke su se nacionalne poštanske kompanije već opustile u ovaj modernizirane načine dostave. *Swiss Post*, švicarska pošta, izvršava dostavu paketa dronom od srpnja 2015. godine. Dronovi lete samostalno slijedeći prethodno definirane puteve koje je izradio *cloud* softver razvijen u američkoj start-up tvrtki *Matternet* isporučujući pakete do 1 kilograma težine. U rujnu 2015. *Posti*, finska poštanska tvrtka, također je prvi put testirala isporuku dronom u Europi u naseljenom urbanom okruženju. Letjelica je letjela 4 kilometra od kopna Helsinkija do otoka Suomenlinna, noseći teret od 3 kilograma [16].

2.4.2. Dostava hrane

Jedna od najviše obećavajućih upotreba dronova u prijevoznj logistici može biti dostava proizvoda kao što su smrznuta hrana, gotova jela ili čak dnevne namirnice iz velikih trgovačkih lanaca. Tradicionalne tvrtke za isporuku, kao i novi sudionici na tržištu, mogli bi koristiti dronove kako bi ponudili usluge dostave ovih proizvoda u istom danu, čime bi zadovoljile želju kupaca za brzim i ekološki prihvatljivim isporukama. Za takav bi način dostave poduzeća uvela reorganizaciju poslovanja tako što bi radnu snagu usmjerili više prema marketingu i zadovoljstvu kupaca, dok bi za stvarnu isporuku koristili let dronova, barem za one narudžbe unutar ograničenja regulativno propisanog kapaciteta. Jedna od prognoza je da će se na početku dronovi koristiti samo za isporuku proizvoda na udaljena, teško dostupna mjesta kao što su naftne platforme, istraživačke stanice i izolirani otoci.

Jednom kada se uspostave odgovarajući propisi, dronovi će moći obavljati te iste zadatke u stambenim područjima smanjujući vrijeme isporuke i povećavajući učinkovitost cijelog transportnog lanca. Iako će upotreba biti ograničena na određenu

udaljenost isporuke i veličinu paketa, tržišni potencijal je visok; na primjer, procjenjuje se da oko 50 posto Amazonovih e-trgovinskih naloga zadovoljava današnje kriterije [13].

Kada je u kolovozu 2016. godine FAA donijela promjene u pravilniku i regulativi o zračnim plovidbama, Domino's pizza je bila prva prehrambena tvrtka koja je ostvarila dostavu dronom. Upravitelj ove tvrtke tvrdi kako upotreba dronova za isporuke narudžbi neće smanjiti broj zaposlenih ljudi unutar tvrtke. Za sada je ovakav način dostave u Europi planiran u Francuskoj, Belgiji i Nizozemskoj [21].

Ako troškovi za posjedovanje i upravljanje visoko funkcionalnim dronom postanu dovoljno niski da bi pojedinci mogli posjedovati letjelice za prijevoz osobnih proizvoda, kupci bi potencijalno mogli poslati svoju letjelicu u trgovinu kako bi dobili narudžbu. Primjena dronova mogla bi postati sljedeća velika stvar u industriji hrane i restorana.

2.4.3. Dostava prve pomoći

Još jedna mogućnost primjene dronova je u medicinskoj logistici. Dva glavna istraživanja na tom području odnose se na transport lijekova i korištenje letjelice kao letećih defibrilatora. U srpnju 2015. godine *Flirtey* (američki start-up isporuke bespilotnih letjelica), NASA i *Virginia Tech* dobili su posebno odobrenje FAA (*Federal Aviation Administration*) za obavljanje prve službene isporuke lijekova u SAD-u. Vozilo je nosilo lijekove iz zračne luke u obližnju zdravstvenu ustanovu u trajanju leta od 3 minute [22]. Primjena dronova u prijevozu medicinskih pomagala u udaljenim ruralnim područjima je najčešćazbog visoke potrebe i niskog rizika. Dronovi, za razliku od automobila ili motocikala, nisu podložni zastojsima u prometu pa uzorci mogu doći do zdravstvenih radnika mnogo brže, što olakšava održavanje idealnih uvjeta skladištenja. Još jedna potencijalna medicinska primjena je njihova upotreba kao defibrilatora za letenje. Pacijent sa simptomima srčanog udara može pozvati letjelicu; uređaj može doći do pacijenta, putujući brzinom od 100 km / h, locirati ga i identificirati, a zatim izvršiti automatsku defibrilaciju. Smanjenjem vremenskog razmaka između utvrđivanja prvih simptoma srčanog udara i brzog odgovora na defibrilaciju, stopa preživljavanja može se povećati s 8% na 80% [22].

2.4.4. Dostava rezervnih dijelova

Na području isporuke robe postoji još jedan koncept: isporuka rezervnih dijelova. *Maersk*, Danska tvrtka koja upravlja velikom flotom tankera, ima jedan od poslova dostave rezervnih dijelova na tanker u slučaju potreba. Budući da je ovaj proces skup, tvrtka je tražila druge opcije, te je također provela testove isporuke dronovima. Trenutno *Maersk* koristi dronove za isporuku rezervnih dijelova svojim radnicima. Na temelju pozitivnih rezultata, očekuje da će primjenom ove tehnologije moći uštedjeti od 3.000 do 9.000 dolara godišnje po brodu [23].

2.5. Primjena bespilotnih letjelica u skladišnom poslovanju

U istraživanju *SCM Worlda* [2], jedna trećina stručnjaka u lancu opskrbe izjavila je da dronovi nisu samo važni, nego potencijalno ometaju konkurentsku ravnotežu opskrbnog lanca. U istraživanju je 59 posto ispitanika izjavilo da autonomna vozila i dronovi već danas imaju određeni utjecaj na njihov opskrbeni lanac, a 37 posto ih je reklo da bi mogli dovesti do konkurentne prednosti. Primjena letjelica se ne spominje samo u prijevoznj logistici, ona se spominje i u skladišnom poslovanju opskrbnog lanca. Neke od prednosti primjene u skladišnom poslovanju su opisani u nastavku.

Kod troškova ulaganja u distributivni centar, primjena dronova može tvrtkama omogućiti izbjegavanje većih infrastrukturnih ulaganja oko distributivnih centara i drugih sredstava opskrbnog lanca. Također mogu pomoći u povećanju produktivnosti distributivnog centra, što pridonosi učinkovitosti poslovanja [12].

Što se tiče jednostavnijeg obavljanja poslova unutar skladišnog poslovanja, dronovi će stvoriti veću vidljivost u lancu opskrbe. Kada se povećava vidljivost opskrbnog lanca, postoji potencijal za smanjenje zaliha i povećanje korisničkih usluga. Neki vjeruju da će letjelice biti više korištene za vidljivost opskrbnog lanca nego za isporuku potrošačima. Zagovornici tvrde da će takav sustav obavljanja zadataka biti sigurniji i točniji od korištenja tradicionalnih metoda koje zahtijevaju intenzivnu radnu snagu kako bi vidjeli imovinu lanca opskrbe. Primjerice, radiofrekvencijska identifikacija (RFID) ima velik utjecaj na opskrbeni lanac prilikom obavljanja skladišne inventure. Vrlo je moguće da će doći do potpuno autonomnih distributivnih centara u kojima bi dronovi mogli kontrolirati kretanje zaliha [12]. Time bi se otvorila vertikalna dimenzija, a na vrlo visokim policama omogućilo odlaganje bez poteškoća i posebnih resursa. Ovaj sustav bi također povećao sigurnost i kontrolu imovine. Autonomne letjelice s opremom za snimanje patrolirale bi unutar centra što bi dovelo do 24-satnog snimanja svih dijelova centra. Također, olakšalo bi se održavanje i popravci unutar distributivnog centra. Neki distributivni centri su ogromni, mogu imati i do 4 milijuna četvornih metara. Ovakva skladišta često imaju mnogo opreme i automatizacije koje zahtijevaju održavanje i popravak.

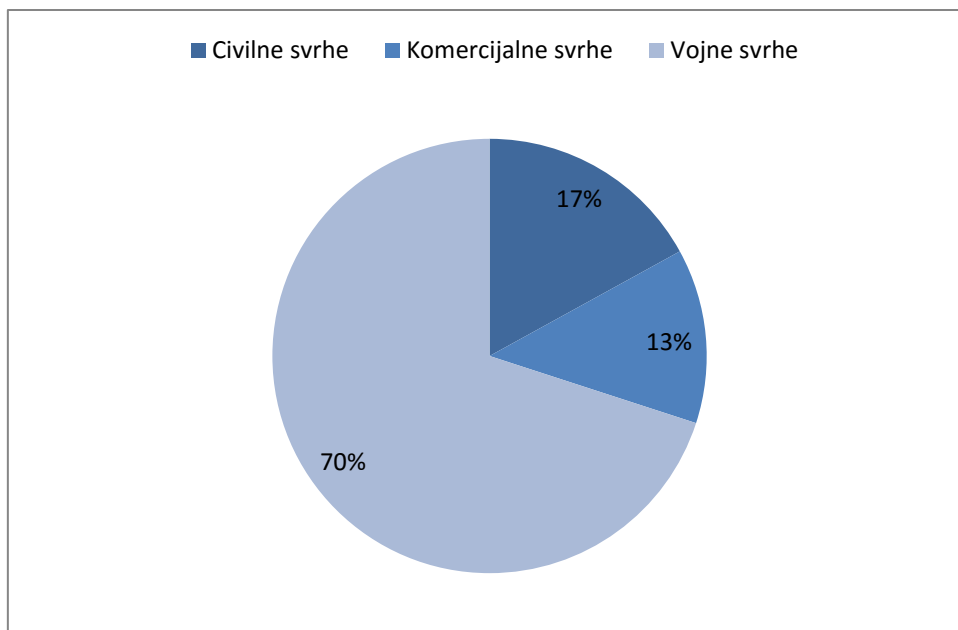
3. Mogućnosti bespilotnih letjelica

Prema mnogim znanstvenicima industrije koje će imati najviše profita od primjene tehnologije bespilotnih letjelica su naftne industrije, nakon čega slijedi poljoprivreda, transport i novinarstvo. U nastavku rada prikazane sve mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u civilne, vojne i komercijalne svrhe. Opisan je i navedena su neka od pravila iz Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova, koji je izdan 06.05.2015. godine, od strane Narodnih Novina pod oznakom NN/49/15. Također, navedena je klasifikacija bespilotnih letjelica koja je isto tako propisana navedenim pravilnikom.

3.1. Mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u industrijama

U mnogim poslovnim aktivnostima bespilotne letjelice mogu zamijeniti tradicionalne metode rada. Ovaj razvoj dolazi nakon što je Savezna uprava za zrakoplovstvo FAA (eng. *Federal Aviation Administration*) proširila dozvole za komercijalne uporabe bespilotnih letjelica. Uz manje ljudskog rada i bez velike infrastrukture, letjelice mogu smanjiti vrijeme isporuke i troškove. Oni također mogu poboljšati analitiku podataka, što tvrtkama omogućuje bolje razumijevanje i predviđanje operativnih performansi. U nekim industrijama, bespilotne letjelice će čak omogućiti nove poslovne modele i mogućnosti. Očekuje se da će bespilotne letjelice postati dio svakodnevnog poslovanja u industrijama, kao što su poljoprivreda, novinarstvo i mnoge druge.

Prema istraživanju tržišta tvrtke *Gartner*, veličina tržišta za komercijalne potrebe bespilotnih letjelica u 2016. iznosila je 2,8 milijardi dolara, a prodano je samo 110.000 milijuna jedinica i one čine 17% tržišta. Tržište civilne primjene letjelica iznosilo je 1,7 milijardi dolara u postotku od 13%, a najveće tržište zauzela je primjena u vojne od 4,5 milijardi dolara i zauzela 70% ukupnog tržišta. Odnos navedenih postotaka primjene bespilotnih letjelica u komercijalne, civilne i vojne svrhe prikazan je na grafikonu 1 [20].



Grafikon 1 Odnos postotaka primjene bespilotnih letjelica u različite svrhe
Izvor: [20]

3.1.1. Bespilotne letjelice u civilnoj primjeni

Sustav civilne zaštite obuhvaća mjere i aktivnosti (preventivne, planske, organizacijske, operativne, nadzorne i financijske) kojima se uređuju prava i obveze sudionika, ustroj i djelovanje svih dijelova sustava civilne zaštite i način povezivanja institucionalnih i funkcionalnih resursa sudionika, koji se međusobno nadopunjuju u jedinstvenu cjelinu radi zaštite i spašavanja građana, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od posljedica prirodnih i tehničko-tehnoloških velikih nesreća i katastrofa te otklanjanje posljedica terorizma i ratnih razaranja. Civilna zaštita ima veliku ulogu u katastrofama kao što su poplave, šumski požari, oluje, potresi, nuklearne nesreće, vulkanske erupcije i slično [21].

Sprječavanje katastrofe je jedan od zahtjevnijih problema civilne zaštite. Mora se imati na umu da se većina prirodnih katastrofa ne može izbjeći poput potresa, poplava, vulkanskih erupcija i tako dalje. Čak je i predviđanje takvih katastrofa gotovo nemoguće. Unatoč tome neke katastrofe se mogu pratiti prije nego se dogode što može pružiti mogućnost sprječavanja ili barem smanjenja ljudskih žrtava. Pružiti pomoć nakon katastrofe također predstavlja zahtjevan problem civilne zaštite [21].

Uključuje rad raznih ekipa kojima mora biti osigurano brzo širenje informacija, komunikacija, povezanost i koordinacija u radu. Jedan od bitnih čimbenika ispravnog djelovanja je imati uvid u trenutnu situaciju odnosno ažuriranje karti pogođenih zona, a sve to se može omogućiti novom tehnologijom bespilotnih letjelica.

Također, primjena bespilotnih letjelica je našla svoje mjesto i u načinu praćenja morske obale. Danas to ima veliki značaj zbog praćenja nelegalnih imigracija. Nažalost, mnogi ljudi bježe iz svoje domovine zbog loših i neljudskih uvjeta života u potrazi za boljim životom. Često se te ilegalne imigracije obavljaju preko morskih putova jer je morska granica manje čuvana nego kopnena [22].

U 2015. godini Hrvatska gorska služba spašavanja je u suradnji s Fakultetom strojarstva i brodogradnje razvila sustav za automatsku analizu fotografija snimljenih iz zraka tijekom potrage nestalih osoba, što se u praksi pokazalo jako korisno, pogotovo kada je riječ o teško pristupačnim terenima. Bespilotna letjelica ima mogućnost snimanja preko 300 fotografija površine jednog kilometra kvadratnog. Nakon preuzimanja fotografija iz baze, uz pomoć algoritma traži se osoba na slikama. Hrvatska gorska služba spašavanja najviše novčanih sredstava troši na lociranje unesrećene osobe, a ovaj sustav bi trebao omogućiti velike uštede.

3.1.2. Bespilotne letjelice u vojnoj industriji

Bespilotne letjelice vojska može koristiti za izviđanje, nadzor, borbu. U vojsci se kategoriziraju na temelju njihove težine, brzine, kao i njihovih specifičnih sposobnosti. Jedna od klasifikacija je klasifikacija na temelju specifičnih uloga koje su namijenjene u pojedinim vojnim operacijama. Na temelju toga postoji sljedeća podjela [23]:

- Bespilotne letjelice korištene kao cilj ili mamac - mogu se koristiti za nadzor tla kao i za zračne napade na neprijateljske ciljeve (rakete i zrakoplovi).
- Bespilotne letjelice za izviđanje - one se koriste za pružanje informacija na bojnopolju.
- Bobene bespilotne letjelice - koriste se kako bi osigurali mogućnost napada u visokorizičnim operacijama.
- Bespilotne letjelice za istraživanje i razvoj - koriste se za daljnji razvoj tehnologija koje se mogu integrirati u postojeći sustav.

Mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u vojne svrhe su sljedeće [23]:

- Detekcija nuklearnog, kemijskog i biološkog oružja,
- Minska detekcija,
- Elektronsko izviđanje,
- Protuelektornska djelovanja,
- Komunikacijski relej,
- Hiperspektralno skeniranje,
- Izrada slike pomoću radara,
- Lasersko osvjetljavanje ciljeva,
- Ometanje radara,
- Nošenje bojnog tereta.

Bespilotne letjelice su izvrstan alat za pomoć u traženju izgubljenih ili ozlijeđenih vojnika, ali i prikaza raznih misija i situacija u stvarnome vremenu. Koriste se u situacijama u kojima je let s ljudskom posadom previše rizičan ili težak. One omogućavaju vojnicima na bojnopolju 24-satnu sliku trenutne situacije, sedam dana u tjednu. Hrvatski vojnici koristili su bespilotnu letjelicu Skylar u misijama u Afganistanu za svrhe izviđanja protivničkih teritorija. Sveukupna populacija je danas u strahu zbog raznih terorističkih napada i prijetnji, pa tako sigurnost dolazi u pitanje i stavlja se na vrh ljestvice prioriteta [10]. Bilo da je riječ o terorističkim napadima ili običnom kriminalu, bespilotne letjelice daju potporu zemaljskim jedinicama i mijenjaju način borbe protiv neprijatelja.

Također, primjena se planira proširiti i na protuminsko djelovanje. Mali multirotori imaju veliku mogućnost primjene u akcijama protuminskog djelovanja. Upotreba bespilotnih letjelica poboljšala bi sigurnost, povećala produktivnost, omogućila transparentnije izvještavanje o akciji i osigurala kvalitetne informacije za donošenje ključnih odluka na terenu. Primarni senzor na ovim letjelicama je kamera s kojom jedinice mogu fotografirati minska sumnjiva područja sa sigurne udaljenosti i dobiti informacije o položaju eksploziva. Kvaliteta fotografija može se poboljšati uklanjanjem infracrvenog filtera s kamere [5].

3.1.3. Беспilotne letjelice u komercijalnoj primjeni

Riječ komercijalan odnosi se na trgovinu, odnosno to je svojstvo proizvoda da se proda [24]. Беспilotne letjelice u komercijalnoj primjeni su one koje prodaju svoje usluge letenja, a to može biti svaka letjelica koja ima mogućnost nošenja dodatnog tereta.

Neke od mogućih komercijalnih primjena беспilotne letjelice su:

- Usluge fotografiranja nekretnina,
- Usluge fotografiranja vjenčanja i video snimke,
- Stručni video snimak za film ili medije,
- Isporuka robe,
- Tretiranje poljoprivrednih zemljišta,
- Inspekcije infrastrukture (zgrade, mostovi, cjevovodi),
- Istraživanje divljih životinja.

O komercijalnoj primjeni беспilotnih letjelica - dronova, u opskrbnom lancu već je pisano u drugom poglavlju ovog rada. Uz primjenu u opskrbnom lancu, беспilotne letjelice su našle svoje mjesto i u novinarstvu. One su jedinstvene za ovu industriju jer mogu ponuditi različite vizualne perspektive. Mogu proširiti granice izvještavanja, omogućiti uvid izvan vizualnog dosega novinara, prikupljanjem podataka i integracijom s novim tehnologijama. Nove prednosti koje novinarstvu donosi uporaba беспilotni letjelica pojavljuju se iz dana u dan. Uz regulatorne i pravne prepreke koje treba riješiti, područje novinarstva pokazuje ogroman potencijal za primjenu istih. Letjelica isporučuje fotografiju snimljenu iz zraka i tako daje najbolji uvid u situaciju na terenu, a relevantne informacije prenose se stanovništvu putem medijskog sadržaja. Kao pripovjedački alat, čitateljima donosi vijesti na nov način, tako da ih približava stvarnoj situaciji svojim video zapisima i odvodi ih na mjesta na kojima nikad nisu bili. Materijal snimljen letjelicom može se koristiti za izradu karata katastrofa.

Također, industrija nafte Shell Global pronašla je način kako iskoristiti ovu novu tehnologiju. Shell je jedna od vodećih kompanija za preradu nafte i isporuku ulja i maziva. Oni su najuspješnija kompanija u Europi prema prihodu za 2016. godinu i

koriste bespilotne letjelice za inspekciju svojih postrojenja. Prema tradicionalnom modelu inspekcije, postrojenje bi se moralo ugaziti na dva tjedna kako bi se ispitao dimnjak visine 70 metara. Danas uz pomoć bespilotnih letjelica ovaj posao je gotov za par sati, a postrojenje neprekidno obavlja svoj rad. *Shell* u sve većoj mjeri koristi letjelice za ispitivanje stanja svojih postrojenja koja su teško dostupna za ljude iz dva glavna razloga. Jedan je sigurnost inženjera koji bi inače morao obaviti taj posao, a drugi je efikasnost samog postrojenja koje može nesmetano raditi [25].

3.2. Regulatorna i zakoni u Republici Hrvatskoj

Pravila o korištenju bespilotnih letjelica, njihova klasifikacija, korištenje zračnog prostora te upravljačke dozvole su zakonski i regulativno propisane od strane glavnih svjetskih i europskih službi, odnosno agencija. Svaka država donosi svoje zakone, regulative i pravilnike kojima uređuju posjedovanje, klasifikaciju i korištenje bespilotni letjelica. U Republici Hrvatskoj to je nadležna agencija Ministarstva mora, prometa i infrastrukture. Doneseni zakoni i regulative su zastarjeli u odnosu brzorastuće i relativno nove tehnologije letjelica, sobzirom na to očekuje se mijenjanje i prilagođavanje postojećih zakona i regulatorna u skladu s razvojem tehnologije, tehnike i sustava bespilotni letjelica. Republika Hrvatska je nedavno izmijenila i dopunila Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova čime su postavljene osnove za sadašnje i buduće regulativno uređenje korištenja letjelica. Navodi se preciznije što se može, a što ne može raditi, primjerice, od toga da se letovi moraju odvijati danju, udaljenost od ljudi, životinja ili objekata mora biti najmanje 30 metara, a od većih skupina ljudi i 150 metara. Bespilotna letjelica, također, ne smije odletjeti od svojeg upravitelja više od 500 metara, letjelica mora biti i označena identifikacijskom naljepnicom, uz potrebnu dozvolu hrvatske Agencije za civilno zrakoplovstvo [12].

Pravilnik koji je vezan za tu tematiku je „Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova“, izdan 06.05.2015. godine, od strane Narodnih Novina pod oznakom NN/49/15. Sastoji se od tri dijela: Opće odredbe, Pravila letenja, Izvođenje letačkih operacija. Njegov sadržaj čine 22 članka, od kojih će neki biti prikazani u daljnjem tekstu [26].

Članak 2., koji je dio prvog dijela pravilnika, „Pojmovi i kratice“ odnosi se na objašnjavanje i definiranje određenih pojmova koji se koriste u samom pravilniku. Neki od važnijih pojmova su [26]:

- bespilotni zrakoplov: zrakoplov namijenjen izvođenju letova bez pilota u zrakoplovu, koji je ili daljinski upravljani ili programirani i autonoman;
- let unutar vidnog polja: izvođenje leta sustavom bespilotnog zrakoplova, pri čemu je rukovatelj sustava bespilotnog zrakoplova (u daljnjem tekstu: rukovatelj) neprekidno u vizualnom kontaktu s bespilotnim zrakoplovom bez korištenja optičkih ili elektroničkih pomagala. Kontaktne leće ili korektivne naočale ne smatraju se optičkim pomagalom;
- letačke operacije: upotreba sustava bespilotnog zrakoplova, bez obzira da li se prima naknada ili ne, kada se bespilotni zrakoplov koristi za potrebe radova iz zraka (kao na primjer snimanja iz zraka, oglašavanja iz zraka, nadzora iz zraka, protupožarnu zaštitu, pokretanja lavina, znanstveno istraživačke letove, letove za potrebe televizije, filma i vijesti, letovi za potrebe posebnih događaja uključujući zrakoplovne priredbe, natjecateljske letove i slično);
- operator sustava bespilotnog zrakoplova: fizička ili pravna osoba koja izvodi letačke operacije sustavom bespilotnog zrakoplova;
- područje letenja: zračni prostor unutar kojeg se izvodi let bespilotnog zrakoplova;
- sustav bespilotnog zrakoplova : sustav namijenjen izvođenju letova zrakoplovom bez pilota koji je daljinski upravljani ili programirani i autonoman. Sastoji se od bespilotnog zrakoplova i drugih komponenti za upravljanje ili programiranje neophodnih za kontrolu bespilotnog zrakoplova, od strane jedne ili više osoba;
- zrakoplovni model: bespilotni zrakoplov isključivo namijenjen za potrebe rekreacije i sporta.

Članak 7., odnosi se na osiguranje koje je obavezno i sažeto je u dvije stavke [26]:

- operator mora ishoditi policu osiguranja u skladu s propisom kojim se uređuju obvezna osiguranja u prometu;

- iznimno od stavka 1. ovoga članka, za letenje zrakoplovnim modelom, vlasnik mora ishoditi policu osiguranja u skladu s propisom kojim se uređuju obvezna osiguranja u prometu, kada je to primjenjivo.

Članak 9., ujedno i zadnji članak prvog dijela naziva se „Označavanje bespilotnog zrakoplova“, a sažet je u devet stavki [26]:

- bespilotni zrakoplov koji se koristi za izvođenje letačkih operacija kao i zrakoplovni model operativne mase veće od 5 kg mora biti označen identifikacijskom negorivom pločicom;
- iznimno od stavka 1. ovoga članka, za bespilotne zrakoplove operativne mase ispod 5 kg koji se koriste u letačkim operacijama prihvatljivo je da se bespilotni zrakoplov označi identifikacijskom naljepnicom umjesto negorivom pločicom;
- označavanje bespilotnog zrakoplova koji se koristi za izvođenje letačkih operacija mora izvršiti operator;
- označavanje zrakoplovnog modela mora izvršiti vlasnik;
- identifikacijska negoriva pločica ili naljepnica mora sadržavati sljedeće podatke: ime, adresu i informacije za kontakt operatora ili vlasnika, identifikacijsku oznaku bespilotnog zrakoplova u skladu sa stavcima 8. i 9. ovoga članka;
- identifikacijska negoriva pločica ili naljepnica mora biti odgovarajuće veličine koja omogućuje jasnu identifikaciju i mora biti postojanim načinom pričvršćena;
- operator sustava bespilotnog zrakoplova u letačkim operacijama ili vlasnik zrakoplovnog modela dužan je zamijeniti identifikacijsku negorivu pločicu ili naljepnicu čim dođe do promjene podataka iz stavka 5. ovoga članka ili se ona ošteti do neprepoznatljivosti ili izgubi;
- identifikacijsku oznaku za bespilotni zrakoplov koji se koristi za izvođenje letačkih operacija kategorije D dodjeljuje Agencija;
- identifikacijsku oznaku za zrakoplovni model određuje vlasnik, odnosno operator za bespilotni zrakoplov koji se koristi za izvođenje letačkih operacija kategorije A, B i C, na način da ne smije započinjati velikim latiničnim slovom „D“.

U drugom dijelu pravilnika NN/49/15, „Pravila letenja“, uređeni su opći uvjeti za letenje bespilotnih zrakoplova. U nastavku teksta prikazat će se samo jedan članak iz navedenog pravilnika koji se odnosi na zadaće rukovoditelja bespilotnom letjelicom, pod nazivom „Opći uvjeti za letenje bespilotnih zrakoplova“. S obzirom na ovaj članak, rukovoditelj mora [26]:

- osigurati da se let bespilotnog zrakoplova izvodi na način da ne predstavlja opasnost po život, zdravlje ili imovinu ljudi zbog udara ili gubitka kontrole nad sustavom bespilotnog zrakoplova i da ne ugrožava ili ne ometa javni red i mir;
- osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija danju;
- prije leta provjeriti i uvjeriti se u ispravnost sustava bespilotnog zrakoplova;
- prikupiti sve potrebne informacije za planirani let i uvjeriti se da meteorološki i ostali uvjeti u području leta osiguravaju sigurno izvođenje leta;
- osigurati da je sva oprema ili teret na bespilotnom zrakoplovu odgovarajuće pričvršćen na način da ne dođe do njegovog ispadanja;
- osigurati da bespilotni zrakoplov tijekom uzlijetanja ili slijetanja sigurno nadvisuje sve prepreke;
- tijekom leta osigurati sigurnu udaljenost bespilotnog zrakoplova od ljudi, životinja, objekata, vozila, plovila, drugih zrakoplova, cesta, željezničkih pruga, vodenih putova ili dalekovoda, ne manju od 30 metara;
- osigurati da je minimalna udaljenost bespilotnog zrakoplova od skupine ljudi 150 metara;
- osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija unutar vidnog polja rukovatelja i na udaljenosti ne većoj od 500 m od rukovoditelja;
- osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija izvan kontroliranog zračnog prostora;
- osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija na udaljenosti najmanje 3 km od aerodroma i prilazne ili odlazne ravnine aerodroma, osim u slučaju kada su posebno predviđene procedure za letenje bespilotnih zrakoplova definirane napatkom za korištenje aerodroma;
- osigurati da se tijekom leta iz ili s bespilotnog zrakoplova ne izbacuju predmeti.

U trećem dijelu pravilnika NN/49/15, navedena je dokumentacija potrebna pri izvođenju letačkih operacija, koje su obaveze operatora, te ostala bitna pitanja.

Članak 15., navodi sve obaveze koje je operater dužan ispuniti kako bi zakonski vršio letačke operacije bespilotnom letjelicom, a to su [26]:

- operator mora imenovati odgovornu osobu koja ima ukupnu odgovornost nad aktivnostima operatora;
- operator mora uspostaviti sustav izvješćivanja o događajima povezanim sa sigurnošću u zračnom prometu skladu s primjenjivim propisom;
- operator mora uspostaviti sustav vođenja i čuvanja zapisa o letu koji sadržava najmanje sljedeće podatke: datum leta, vrijeme početka i završetka izvođenja letačkih operacija i trajanje leta, ime i prezime rukovatelja koji je obavio let, lokacija izvođenja letačke operacije, klasifikaciju područja letenja, operativna masa bespilotnog zrakoplova,, napomene o događajima za koje operator procijeni da su od značaja za izvođenje letačkih operacija;
- zapisi o letu moraju se čuvati najmanje dvije godine od datuma leta;
- operator mora procijeniti potrebu i ukoliko je nužno provesti aktivnosti upravljanja rizicima prije izvođenja letačkih operacija kategorije C ili D;
- upravljanje rizicima mora sadržavati identifikaciju opasnosti, procjenu rizika kao i, ukoliko je potrebno, mjere za smanjenje rizika na prihvatljivu razinu;
- za dokumentiranje provedenog postupka upravljanja rizicima operator može koristiti obrazac iz Dodatka 3 ovoga Pravilnika;
- zapisi o upravljanju rizicima moraju se čuvati najmanje dvije godine od datuma prestanka operacija na koje se odnose.

Članak 20. „ Obvezna dokumentacija pri izvođenju letačkih operacija“, predstavlja svu dokumentaciju koju rukovatelj mora imati sa sobom, a to su [26]:

- letački priručnik ili upute za upotrebu sustava bespilotnog zrakoplova.
- izvornik ili ovjerenu presliku odobrenja za izvođenje letačkih operacija, ako je primjenjivo;

- policu osiguranja, kada je primjenjivo;
- za kategorije A i B letaćkih operacija, dokaz o poznavanju primjenjivih zrakoplovnih propisa, psihofizičkoj sposobnosti i osposobljenosti za upravljanje tipom/modelom sustava bespilotnog zrakoplova u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika;
- za kategorije C i D letaćkih operacija, operativni priručnik, dokaz o osposobljenosti za upravljanje sustavom u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika, pilotsku dozvolu ili potvrdu o položenom teorijskom ispitu iz poznavanja pravila letenja koji provodi Agencija, dokaz o psihofizičkoj sposobnosti u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika, za upravljanje sustavom bespilotnog zrakoplova.

Ukratko, najvažnija pravila kojih bi se trebali pridržavati za izvođene letaćkih operacija:

1. Operator je odgovoran za svaki let.
2. Potrebno odobrenje za let u zabranjenim područjima.
3. Provjeriti bespilotnu letjelicu od oštećenja prije svakog leta.
4. Držati razmak od drugih vozila i ljudi (30 m).
5. Letjelicu uvijek držati u vidokrugu operatera.
6. Paziti na pravila o privatnosti.
7. Operater je odgovoran za izbjegavanje sudara.
8. Dostaviti izjavu HACZ-u (Hrvatska Agencija za Civilno Zrakoplovstvo) za svaku letaćku operaciju.

3.3. Klasifikacija bespilotnih letjelica

S obzirom na operativnu masu bespilotne letjelicese klasificirajuu tri klase [26]:

1. Klasa 5: s omjerom mase (OM) do 5 kilograma,
2. Klasa 25: s omjerom mase od 5 kilograma do 25 kilograma,
3. Klasa 150: s omjerom mase od 25 kilograma do 150 kilograma.

Pravilnikom su još s obzirom na razinu gradnje, gustoću naseljenosti i prisutnost ljudi klasificirana područja letenja [26]:

1. Klasa I – Područje u kojem nema izdignutih građevina ili objekata i u kojem nema ljudi, osim rukovoditelja i osoblja nužnog za letenje.
2. Klasa II – Područje u kojem postoje pomoćni gospodarski objekti ili građevine koje nisu namijenjene za boravak ljudi i u kojem nema ljudi, osim rukovoditelja i osoblja koje je nužno za letenje. Dozvoljen je samo povremeni prolazak, bez zadržavanja, ljudi kroz područje (biciklisti, šetači i sl.).
3. Klasa III – Područje u kojem postoje građevine ili objekti primarno namijenjeni za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju (stambene zgrade, stambene kuće, škole, uredi, sportski tereni i sl.).
4. Klasa IV – Područje uskih urbanih zona (središta gradova, naselja).

S obzirom na razinu rizika kojom bi izvođenje leta predstavljalo za okolinu podijeljeni su u četiri kategorije A, B, C i D. U ovoj kategorizaciji kategorija A predstavlja najmanju opasnost, a kategorija D najveću opasnost. Tako primjerice, let iznad ljudi ili iznad industrijskog područja se smatra iznimno opasnim i pripada kategoriji D letačkih operacija. Ovisnost klasa letjelice i klasa područja letenja prikazana je u tablici 2.

Tablica 2 Kategorizacija letačkih operacija

Klasa sustava bespilotnog zrakoplovstva	I	II	III	IV
	Neizgrađeno područje	Izgrađeno naseljeno područje	Naseljeno područje	Gusto naseljeno područje
Klasa 5 OM < 5 kg	A	A	B	C
Klasa 25 5 ≤ OM ≤ 25 kg	A	B	C	D
Klasa 150 25 ≤ OM ≤ 150 kg	B	C	D	D

Izvor: [26]

4. Analiza isplativosti zamjene motorizirane dostave s dronom - studija slučaja

Primjer na kojem će se u ovom poglavlju prikazati svi benefiti i analiza isplativosti primjene bespilotnih letjelica je Amazonov dron *Prime Air* (slika 4).



Slika 4 Dron „Amazon Prime Air“
Izvor: [27]

Za usporedbu korišteno je lako dostavno vozilo iz voznog parka Hrvatske pošte (slika 5).



Slika 5 Vozilo za dostavu paketnih pošiljaka
Izvor: [28]

4.1. Potražnja za uslugama paketne distribucije u Republici Hrvatskoj

Svaka potražnja se može izračunati putem regresijske analize. Ono što je potrebno za izračun jesu dvije varijable između kojih postoji zavisnost ili korelacija. Ako se logistički resursi promatraju kao varijable i stavljaju u odnos, dobije se analiza potražnje [29].

Koeficijent relacije računa se prema izrazu (1), [29]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 * \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

Gdje je:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - \text{prosječna vrijednost varijable } x$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - \text{prosječna vrijednost varijable } y$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \text{suma kvadrata varijable } x$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \text{suma kvadrata varijable } y$$

Regresijska analiza sadrži jednu zavisnu i jednu nezavisnu varijablu. Model koji sadrži jednu zavisnu i jednu nezavisnu varijablu naziva se modelom jednostavne regresije, a model s dvije ili više nezavisnih varijabli model višestruke regresije. Regresijski modeli su dobar alat za predviđanje ponašanja pojava u budućnosti. Jednadžba za model jednostavne linearne regresije definirana je izrazom (2), [29].

$$Y = a + bx \quad (2)$$

Nadalje, za izračun regresije potreban je i parametar b , izračunava se pomoću formule (3). To je regresijski koeficijent i pokazuje za koliko se u prosjeku mijenja zavisnost varijable, ako se nezavisna promjeni [29].

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n XiYi - n * \bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n Xi^2 - n * \bar{x}^2} \quad (3)$$

Parametar a (4) je konstantan i pokazuje vrijednosti zavisne varijable u slučaju kada je nezavisna varijabla jednaka nuli [29].

$$a = \bar{y} - b * \bar{x} \quad (4)$$

Prosječno odstupanje empirijskih vrijednosti zavisne varijable od njezinih regresijskih vrijednosti pokazuje standardna devijacija formulom (5), [29].

$$\sigma_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Yi - \hat{y}i)^2}{n}} \quad (5)$$

Omjerom standardne devijacije regresije i aritmetičke sredine zavisne varijable dobije se koeficijent varijacije (6), [29].

$$V_{\hat{y}} = \frac{\sigma_{\hat{y}}}{\bar{Y}} * 100 \quad (6)$$

Pomoću ove regresijske analize za potrebe rada u odnos će se staviti broj stanovništva Republike Hrvatske i generirane količine paketa u razdoblju od 2010. do 2016. godine (pozicija u 000). Odnos je prikazan utablici 3.

Tablica 3 Podaci za izračun regresijske analize
izvor: [30]

Godina	Broj stanovništva u RH (X_i)	Broj paketa (Y_i)
2010	4,418	7,689
2011	4,281	8,059
2012	4,268	8,929
2013	4,256	10,398
2014	4,238	13,619
2015	4,204	14,749
2016	4,174	16,499

Uvrštavanjem podataka iz tablice kroz sve navedene formule u radu dobivena su sljedeća rješenja:

Koeficijent korelacije, ($b=-36,97$) je negativan, što znači da pad stanovništva prati rast broja paketa, pretpostavlja se da je razlog toga porast poslovanja e-trgovine. Vrijednost koeficijenta korelacije iznosi $r=0,82$ što ukazuje prema Chadockovoj ljestvici da je riječ o čvrstoj korelaciji. Standardna devijacija regresije u slučaju od 4000 000 stanovnika će iznositi 3255 komada. Što znači da će na 16 499 000 paketa odstupanje iznositi 3255 komada.

4.2. Laka vozila i dostava

Prije prikaza karakteristika lakog dostavnog vozila potrebno je prikazati koji sve pokazatelji iskorištenja logističkih resursa utječu na sam proces dostave.

4.2.1. Pokazatelji iskorištenja vozila

Da bi se odredio trošak prijevoza paketnih pošiljaka prvo treba izračunati veličinu raspoloživog voznog parka. Računa se tako da se prvo zbroji broj autodana u kojem su jedinice voznog parka bile u ispravnom stanju i broj dana u kojem su jedinice voznog parka bile u neispravnom stanju. Broj autodana određuje se množenjem broja jedinica homogenog voznog parka s brojem radnih dana. Izraz (7) prikazuje broj raspoloživih, odnosno tehnički ispravnih vozila i vozila koja su tehnički u neispravnom stanju (A_{inv}).

$$A_{inv} = A_{Dispravni} + A_{Dneispravni} \quad (7)$$

Nadalje potrebno je izračunati tehničku ispravnost cijelog voznog parka, izraz (8).

$$K_{isp} = \frac{A_{Dispravni}}{A_{Dinv}} = \frac{A_{Dinv} - A_{Dneispravni}}{A_{Dinv}} \quad (8)$$

Na sljedeći način se izračunava prijeđeni put vozila, u zadanom vremenu od jedne godine, izraz (9)

$$L(\text{godina}) = Ve * Tsrđ * Kisk * 365 \quad (9)$$

Izraz Ve označava eksploatacijsku brzinu vozila, a ona se računa tako da se stavi u odnos duljine linije i vremena vožnje (10).

$$Ve = \frac{\text{duljina linije}}{\text{vrijeme vožnje}} \quad (10)$$

Prosječno dnevno korištenje vozila predstavlja oznaka $Tsrđ$, ono se određuje kao odnos broja sati u radu tijekom određenog razdoblja i broja kalendarskih dana u tom određenom razdoblju. Za ovaj izraz vrijedi (11):

$$Tsrđ = \frac{\text{Broj sati u radu tijekom određenog razdoblja}}{\text{Broj kalendarskih dana u određenom razdoblju}} \quad (11)$$

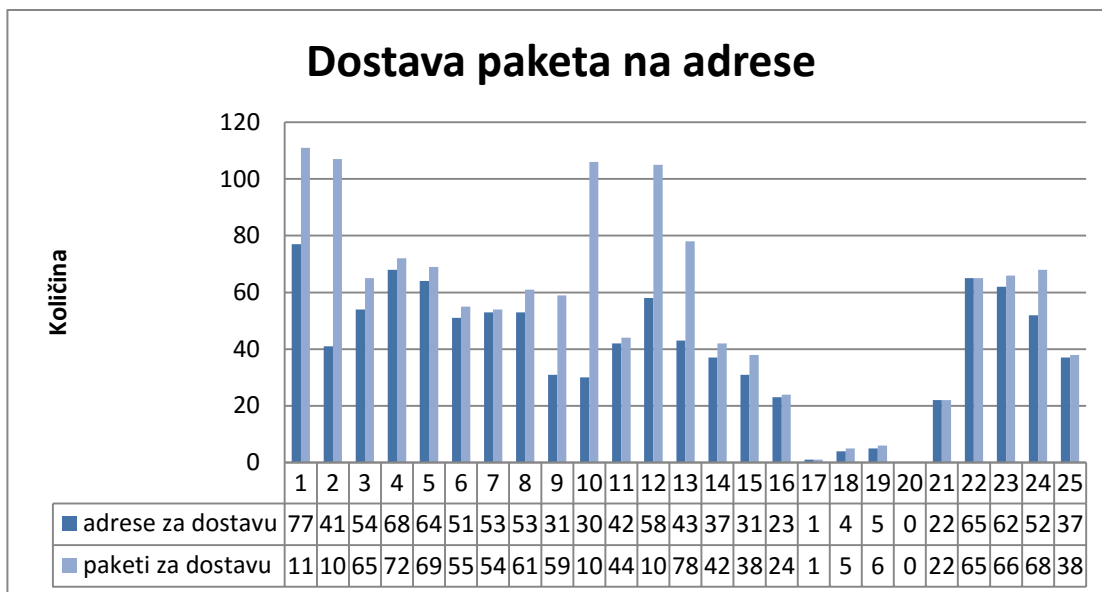
Da bi se izračunao trošak prijevoza paketnih pošiljaka, potrebno je poznavanje prosječnih količina pošiljaka u nekom vremenskom intervalu, uzimajući u obzir moguće varijacije.

4.2.2. Pokazatelji iskorištenja relacije dostavljača

Relacija dostavljača predstavlja put kojim se dostavljač kreće unutar radnog vremena, kako bi dostavio sve zadane pošiljke.

Kako bi se prikazala analiza relacije dostavljača korišteni su podaci Hrvatske Pošte. Podaci koji se koriste unutar analize jesu: broj adresa za dostavu; količina paketa za dostavu; prijeđeni put; vrsta vozila; smjena dostavljača; područje dostave.

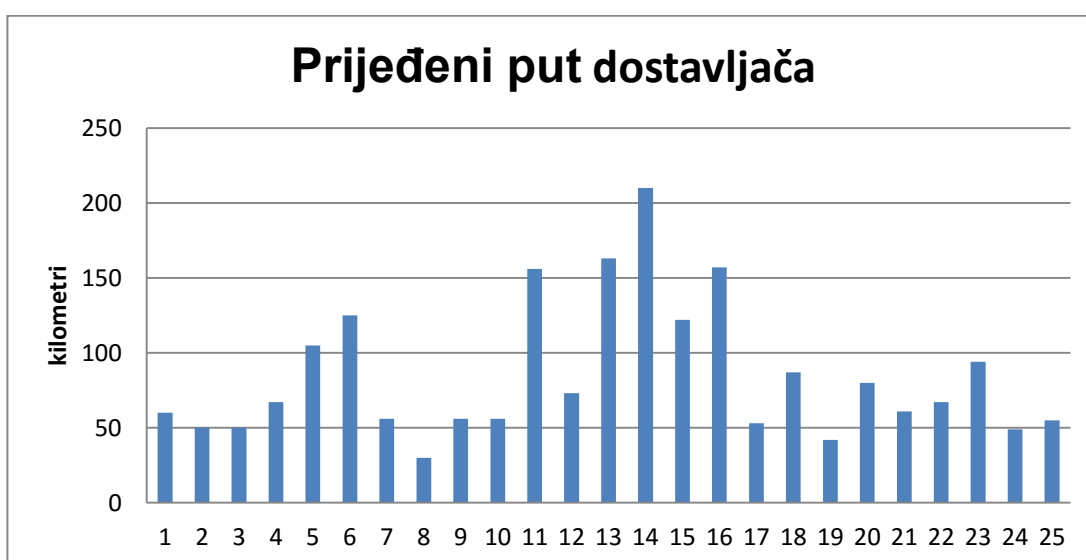
Na grafikonu 2. vidi se uzorak od 25 različitih relacija, svijetlo plava boja predstavlja broj paketa na dostavi a tamno plava boja predstavlja broj adrese koje su pridružene jednoj relaciji. Očito je da je vrlo raznolik omjer između količine paketa i njihovih adresa. Neke adrese imaju puno više paketa nego adresa što znači da na jednu adresu ne ide samo jedan paket nego više, dok u nekim relacijama ima puno više adresa nego broja paketa.



Grafikon 2 Dostava paketa na adrese
Izvor: autor prilagodio prema dobivenim podacima iz Hrvatske pošte

U praksi postoje mnogi čimbenici koji djeluju na način i brzinu dostave, primjerice vrsta stambenog objekta (obiteljska kuća ili zgrada), pristupačnost adresi, gustoća stanovništva na relaciji, duljina relacije itd.

Na grafikonu 3 je prikazan prijeđeni put dostavljača, posebno za svaku relaciju. Logično je da relacije koje se nalaze unutar urbanog područja imaju puno kraći put nego one relacije koje se nalaze na ruralnom području.



Grafikon 3 Prijedeđeni put dostavljača
Izvor: autor prilagodio prema dobivenim podacima iz Hrvatske pošte

4.2.3. Pokazatelj iskorištenja ljudskih resursa

Planiranje ljudskih resursa može se definirati kao proces kojim poduzeće osigurava pravi broj i vrstu ljudi na pravom mjestu u pravo vrijeme, sposobnost istih da uspješno i učinkovito obavljaju one zadatke koji će poduzeću pomoći da postigne ukupne ciljeve. Upravljanje ljudskim resursima postaje danas sve značajnije, a time i zahtjevi koji se postavljaju pred menadžment ljudskih resursa među kojima su stvaranje adekvatne motivacije i vodstva, zapošljavanje i zadržavanje valjanog osoblja, nagrađivanje i pošteno ponašanje prema zaposlenicima, stvaranje klime koja podržava ljude i donosi dobrobit organizaciji. Iz tog razloga je za radna mjesta potrebno obaviti različita testiranja kako bi se moglo odabrati odgovarajuće zaposlenike, ali i nagraditi one koji na svojoj poziciji obavljaju kvalitetan rad.

Ukupan posao koji zaposlenik obavlja u određenom vremenskom periodu mjeri se kroz učinkovitost. U izrazu (12) prikazan je način za mjerenje učinkovitosti dostavljača, dobije se stavljanjem u omjer broj paketa koje je dostavljač uspješno uručio i broj paketa koje je dostavljač iznio na teren ali iz nekog razloga nije dostavio.

$$\text{Učinkovitost rada (\%)} = \frac{\text{broj dostavljenih paketa u jednoj smjeni}}{\text{broj paketa koje dostavljač nije dostavio}} \quad (12)$$

Radna učinkovitost dostavljača na dostavi gleda se kao omjer količine dostavljenih paketa i broj radnih sati. U tablici 4 je prikazana učinkovitost za 4 dostavljača na temelju dobivenih podataka. Broj radnih sati smjene je 8 sati.

Tablica4 Učinkovitost dostavljača

	Dostavljač 1	Dostavljač 2	Dostavljač 3	Dostavljač 4
Broj dostavljenih paketa	108	95	55	58
Broj radnih sati	8	8	8	8
Radna učinkovitost	13,5	11,875	6,875	7,25

Radne učinkovitosti dobavljača se razlikuju jer se razlikuje i ukupan broj dostavljenih paketa po pojedinom dostavljaču. Dostavljači 1 i 2 vrše dostavu u urbanom području, dok dostavljači 3 i 4 vrše dostavu u ruralnom području.

Ocjenjivanje učinkovitosti radnika se može kategorizirati u tri skupine:

- Ocjenjivanje učinka,
- Ocjenjivanje mogućnosti,
- Ocjenjivanje s ciljem nagrađivanja radnika.

4.2.4. Analiza troškovadostave lakim dostavnim vozilom

Izračunavanje troškova dostave se vrši na jednom vozilu, s posadom jednog vozača, na osnovu izvedenih i prikazanih formula. Prosječan broj kilometara koje vozilo napravi godišnje iznosi 25 000 kilometara.

- Koeficijent tehničke ispravnosti jednog vozila iznosi 0.9
- Iskorištenje prijeđenog puta iznosi 80%
- Broj radnih sati vozača u jednoj godini je 1 800 sati
- Potrošnja goriva na 100 kilometara je 18 litara
- Cijena vozila 220 000 kuna, amortizacija 5 godina
- Ulje i potrošni materijal 10% cijene utrošenog goriva
- Registracija i tehnički pregled vozila iznosi 4 000 kuna
- Mjesečna bruto plaća vozača 5 100 kuna¹

Zaključno izračunavanje troška dostave lakim dostavnim vozilom prikazano je u tablici 5.

¹ Izračun mjesečne bruto plaće vozača autor izračunao prema podacima iz gospodarsko interesnog udruženja hrvatskih cestovnih prijevoznika „TransportKomerč“

Tablica5 Trošak dostave lakog dostavnog vozila

Redni broj	25 000 km/godišnje	Iznos u kunama
	stavke izračuna:	
1.	gorivo	15390
2.	cijena vozila i amortizacija	220000
3.	ulje i potrošni materijal	1539
4.	registracija i tehnički pregled	4000
5.	plaća vozača, bruto	61231
	ukupno HRK:	302160
	radni kilometri 80%	241728
	HRK/kilometru	12,0864

Kako bi se ovi troškovi usporedili s troškovima bespilotne letjelice, potrebno je prikazati trošak dostave lakog dostavnog vozila na duljini od 16 kilometara (sobzirom na to da radijus letenja bespilotne letjelice od bazne stanice iznosi 16 kilometara). Tako bi trošak dostave paketa u radijusu od 16 kilometara iznosio 192 HRK. Dobivena cijena po kilometru se dijeli s prosječno 40 paketa u vozilu, što predstavlja konačni trošak dostave jednog paketa u radijusu od 16 kilometara, a to je 4,8 HRK.

4.3. Dronovi i dostava

Prilikom analize troškova drona korištene su pojedinosti o dronovima 8. i 9. generacija koje su u vlasništvu Amazona. Amazonov dron je unaprijed programiran za svaki let, dajući mu mogućnost letenja do kupca i natrag bez ljudskog operatera. Ljudski rad će pratiti letove i provoditi održavanje sustava. Jedan zaposlenik trebao bi imati mogućnost pratiti više letova odjednom. Amazonova hibridna letjelica za dostavu koristi osam rotora za vertikalno polijetanje, zatim se prebacuje na dodatni rotor za horizontalni let brzinom do 96km/h i konačno slijeće vertikalno na odabranu lokaciju. *Prime Air* dron za pogon koristi samo baterije. Međutim, startup zvan *Top Flight Technologies* razvija hibridne benzin-električne dronove koje koriste i baterije i gorivo što će značajno poboljšati njihove performanse. Ovaj dron ima maksimalnu nosivost od 10 kilograma, maksimalnu udaljenost od 160 kilometara, najveću brzinu od 65 kilometara na sat, i maksimalnu visinu leta koja je mnogo viša od 150metara(trenutna

regulatorna granica FAA) [12]. Nekoliko tehnologija poboljšava sigurnost ovo drona tako što osiguravaju bolju vidljivost okolini. Jedan od primjera je tehnologija automatskog ovisnog emitiranja nadzora koji određuje vlastitu poziciju zrakoplova u prostoru putem satelita i povremeno emitira svoj položaj i smjer. Još jedna inovacija koju ovi dronovi imaju je tehnologija osjetljivosti i izbjegavanja tj. svjesnosti o situaciji, koja omogućuje dronu da skenira svoju okolinu kako bi mogla identificirati i izbjeći prepreke u zraku te tijekom polijetanja i slijetanja [32].

4.3.1. Utjecaj dronova na logističke performanse

Logističke izvedbene pokazatelje ili performanse može se promatrati kao koeficijente ili parametre koji odgovaraju zahtjevima korisnika, a ujedno su i pokazatelji uspješnosti postavljenih ciljeva nekog logističkog sustava. Da bi se kvalitetno odredio sustav mjerenja logističkih pokazatelja, bitno je taj posao prepustiti kvalificiranim zaposlenicima te vanjskim stručnjacima. Osnovne logističke performanse su [33]:

- Logistički troškovi;
- Razina kvalitete logističkih usluga;
- Logistička produktivnost;
- Sigurnost logističkih procesa;
- Utjecaj na eko sustav u okruženju.

Logistički troškovi predstavljaju sumu svih troškova koji ulaze u aktivnosti organizacije, planiranja i manipulacije robom. Pretpostavlja se da postotak ukupnih logističkih troškova u prosjeku iznosi: transport 45%, skladištenje 25%, zalihe 20% i administracija 10% [33]. Dronovi su upravo tehnologija kod koje postoji najveći potencijal za unaprjeđenje i stvaranje uštede prilikom transportnog poslovanja, točnije misli se na troškove paketne distribucije. Kad je riječ o transportnom trošku, najčešće se misli na trošak dostave, trošak održavanja vozila i trošak dostavljača.

Razina kvalitete logističkih usluga prilikom pružanja usluga se mjeri stupnjem zadovoljstva korisnika. Ova logistička performansa je vrlo subjektivna jer svaki korisnik ima svoj način vrednovanja pružene usluge. Dostava paketnih pošiljaka za jedne korisnike može biti dobro, dok za druge može biti loše iskustvo. Sve ovisi o

politici paketnog poduzeća i odnosu između posrednika i pošiljatelja ili primatelja. Također, primjena dronova u poslovanju za neke korisnike može biti apsolutno dobro iskustvo, dok neki korisnici su već sada protiv implementacije takvog načina dostave. Ovo dovodi do zaključka da će bez obzira na način dostave mišljenja i zadovoljstvo kupaca uvijek biti podijeljena [33].

Logistička produktivnost računa se na nižim razinama upravljanja dok se na temelju nje određuju logistički troškovi i razina kvalitete, koji predstavljaju osnovu za donošenje odluka na višim hijerarhijskim razinama. Pokazatelji logističke produktivnosti mogu se podijeliti na logističke podsustave, pa se u paketnoj distribuciji može govoriti o produktivnosti voznog parka, stupnju iskorištenja prekrcajne mehanizacije, stupnju iskorištenja područja, učinkovitosti dostavljača i slično. Primjena dronova u skladišnom i transportnom poslovanju dovodi do potpuno autonomnog sustava poslovanja. Takav način poslovanja bi bez prepreka i dodatnih aktivnosti postigao vrlo dobru logističku produktivnost [34].

Pokazatelji sigurnosti logističkih procesa promatraju se kroz novčanu procjenu sigurnosti svih procesa na osnovu direktnih i indirektnih troškova. Također, mogu se promatrati kroz procjenu vjerojatnosti nastanka ozljede ili nastale štete.

Utjecaj logističkih procesa na eko sustav u okruženju mjeri se stupnjem zagađenja okoliša. Pretpostavke su da će primjena dronova prilikom dostave dovesti do smanjenja globalnog potencijalnog zatopljenja. Primjenom letjelica određene prednosti donosi i manji negativan utjecaj na zagađenje okoliša u odnosu na motorizirani način dostave. U nastavku rada prikazana je analiza utjecaja CO_2 (ugljičkov dioksid- plin) i $PM_{2.5}$ (štetne čestice koje zagađuju zrak na globalnoj razini) na okoliš, prilikom primjene električne energije i benzina.

4.3.2. Analiza troškova dostave dronom

Težina *Amazon Prime Air* drona iznosi 55 kilograma, leti brzinom od 80km/h, ima mogućnost nošenja paketa težine do pet kilograma i radijus letenja od bazne stanice iznosi 16 kilometara. Sobzirom na tu brzinu dolazi se do izračuna da dron ima mogućnost preletjeti 16 kilometara u 12 minuta (13).

$$\frac{80 \text{ kilometara}}{1 \text{ sat}} = \frac{80 \text{ kilometara}}{60 \text{ minuta}} = \frac{16 \text{ kilometara}}{12 \text{ minuta}} \quad (13)$$

Dakle, maksimalno kružno putovanje drona iznosi 24 minute. Prosječno vrijeme utovara i istovara paketa, uspona i spuštanja drona iznosi 6 minuta, što dovodi do činjenice da dron u idealnim uvjetima, isporučuje paket u udaljenosti 16 kilometara i vraća se na baznu stanicu od 30 minuta (24 minutevremena leta + 6 minuta dodatnog vremena). Pod pretpostavkom je da će prosječan polumjer leta biti 10 kilometara, što bi bilo 9 minuta leta plus 6 minuta dodatnog vremena, što znači da bi se prosječna isporuka obavljala od 24 minute.

Različiti vanjski čimbenici, na primjer, loši vremenski uvjeti kao što su snijeg, kiša i susnežica, mogu utjecati na učinkovitost sustava. Ovi dronovi će biti opremljene za letenje u laganoj kiši ili snijegu.

Hrvatska pošta isporučuje 12 sati dnevno, obično od 8 do 20 sati, od ponedjeljka do petka, u dvije smjene bespilotna letjelica bi s potrebnim promjenama zakonskih propisa mogla letjeti 12 sati dnevno, od ponedjeljka do subote (ili čak i nedjelje). Isporuka dronom modulirat će se na primjeru grada Zadra. Zadar ima prosječno 108 dana s oborinama godišnje (snijeg i kisa). Vjerojatnost oluje ili umjerene kiše na dan s padalinama je 24% [34]. Zbog dronova koji imaju problema s kišom ili grmljavinom vjerojatno će doći do kašnjenja leta 29 dana u godini (14).

$$\text{Danikašnjenja} = \text{prosječanbrojdanasaoborinama} * \text{vjerojatnostpadanjaoborina}$$

$$\text{Danikašnjenja}(\text{godina}) = 120 * 24\% = 29 \text{ dana} \quad (14)$$

Prema podacima iz godišnjeg izvješća Hrvatske pošte utvrđena je količina dostavljenih paketa godišnje. U 2017. godini dostavljeno je 6 815 000 paketa [30].

Ako se ovaj broj podijeli na broj stanovnika Republike Hrvatske dobije se prosječan broj paketa po osobi, rezultat je prikazan u formuli (15).

$$\text{prosječan broj paketa po osobi} = \frac{6\,815\,000 \text{ paketa}}{4\,174\,000 \text{ stanovnika}} = 1,6 \text{ paketa} \quad (15)$$

Ako se ovaj prosjek primjenjuje na populaciju područja Zadra koja iznosi 75 062 stanovnika, tada je od 120 100 paketa otpremljeno u Zadar u vremenskom intervalu od jedne godine (16).

$$\text{Broj otpremljenih paketa} = \text{broj stanovnika} * \text{prosječan broj paketa po osobi}$$

$$\text{Broj otpremljenih paketa u Zadar} = 75\,062 * 1,6 = 120\,100 \text{ paketa} \quad (16)$$

Prema podacima iz Hrvatske Pošte preko 90% paketnih pošiljaka volumenom odgovara za dostavu ovim dronom (pet kilograma).

Sobziromna to da u Republici Hrvatskoj na jednoj četvrtini kopnene površine živi samo 20% stanovništva, a u 25 makroregionalnih središta veličine 9,5% od ukupne površine živi 13,6% stanovništva, može se reći kako je RH većim dijelom urbano naseljena. Sličan obujam je prisutan i u petom najnaseljenijem gradu u RH, Zadru. Od ukupno 75 062 stanovnika grada Zadra njih 71 471 živi u urbanom dijelu grada, što predstavlja 95,2% stanovništva[34]. Ako se dostava podijeli na ruralno i urbano područje dobije se 102 919 paketa godišnje za dostavu u urbanom području a 5 171 paket godišnje za dostavu u ruralno područje grada.

Amazonov dron bi radio 12 sata dnevno, a prosječno vrijeme potrebno za dostavu jednog paketa iznosi 24 minute. Kada se godišnji broj paketa podijeli na mjesečni, dnevni (22 radna dana u mjesecu) a zatim satni (12 sati) broj paketa dobije se prosječno 32 paketa po satu u urbanom području grada, dok u ruralnom 2 paketa.

S prosjekom od 2,5 leta po satu u urbanom području Grada Zadra bilo bi potrebno 13 dronova kako bi obavile dnevnu dostavu (17).

$$\text{Broj potrebnih letjelica} = \frac{\text{broj paketa po satu}}{\text{broj letova po satu}} = \frac{32}{2,5} = 13 \quad (17)$$

Kako bi se osigurala rezerva zbog rizik od kvarova, (procjenjuje se da je 15% flote dronova potrebno) broj potrebnih dronova za ovo područje iznosit će 15 dronova.

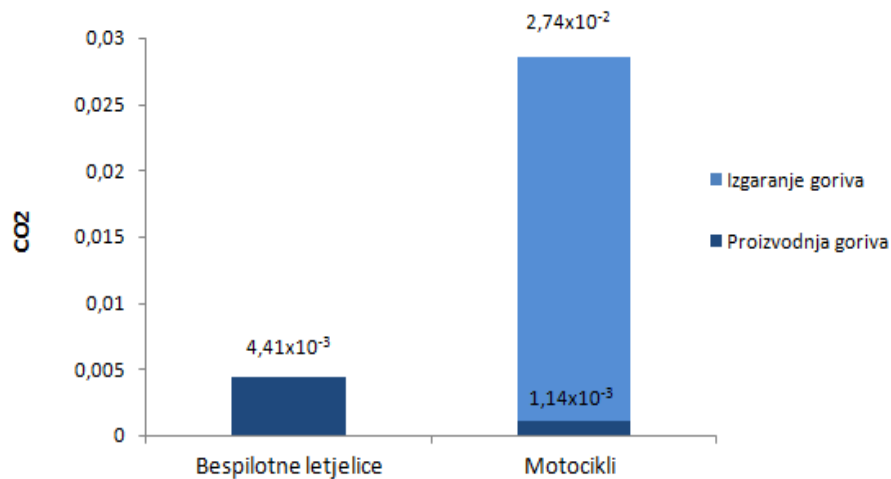
Amazon Prime Air dronkošta između 10 000 i 15 000 HRK. uz ovu cijenu potrebno je dodati cijenu softvera od 20 000 HRK. S prosječnom cijenom od 32 500 HRK, kapitalno ulaganje bi iznosilo 487 500 HRK. U izrazu (18) prikazan je trošak po paketu na razini prve godine primjene drona. Pretpostavlja se da će operativni troškovi za radnike, utovar, i nadzor biti približno isti po paketu za kamion kao i za dostavu dronom, pa ih se u konačnici može izjednačiti.

$$\text{troška po paketu} = \frac{\text{cijena letjelice} * \text{broj letjelica} + \text{trošak softvera}}{\text{broj paketa}}$$
$$\text{trošak po paketu} = \frac{32\,500 * 15 + 487\,500}{120\,100} = \frac{975\,000}{120\,100} = 8,11 \text{ HRK} \quad (18)$$

U posljednjem izrazu (18), vidi se da trošak po paketu iznosi 8,11 HRK. Iznos se dobio tako da se stave u odnos; cijena letjelice i njenog softvera uvećana za broj potrebnih dronova podijeljeno s prosječnim brojem paketa koji je otpremljen u Zadar.

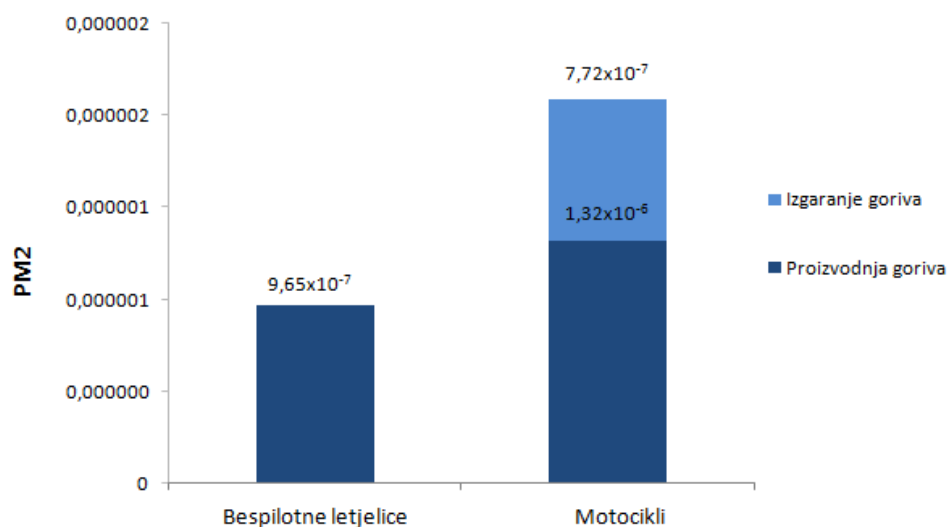
4.4. Analiza utjecaja na okoliš

U ovom poglavlju uspoređen je utjecaj dronova na okoliš, koji ima sve veću tendenciju rasta, s tradicionalnim načinom dostave motociklom. Na temelju cijene benzina i podacima o proizvodnji električne energije, procijenjeni su utjecaji na okoliš, isporuke duljine od 1 kilometra. Učinci korištenja dronova u urbanim i ruralnim područjima uspoređeni su na temelju stvarnih udaljenosti isporuke u stambenim područjima Yangcheon-gu, Seoul i Pyeongchang-gun, Gangwon-do [35].



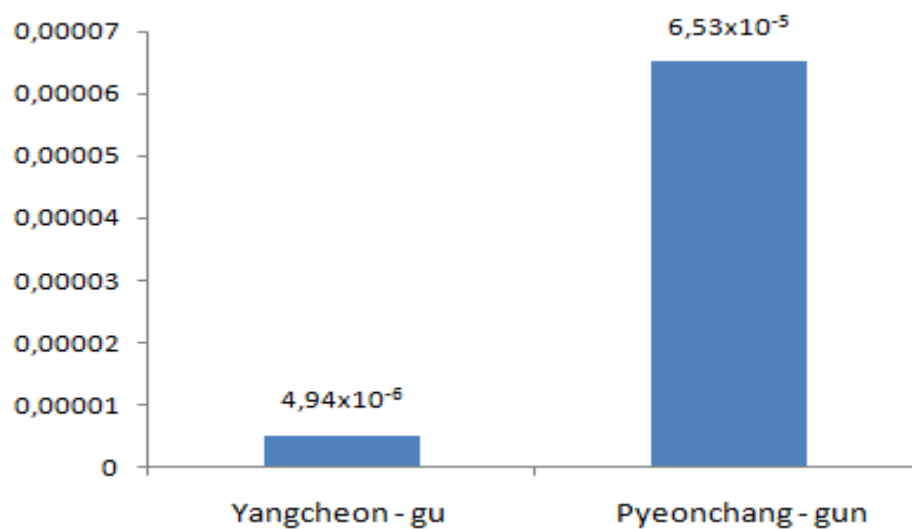
Grafikon 4 Količina emitiranja CO_2
Izvor: [35]

Rezultati pokazuju da dostava dronom udaljenosti 1 kilometra emitira $4,41 \times 10^{-3}$ kg CO_2 . To je jedna šestina one koju je emitirala isporuka iste duljine motoriziranim vozilom $2,85 \times 10^{-2}$ kg CO_2 . Kao što se vidi na grafikonu 4. Emitiranje CO_2 kod motocykla je podijeljeno u dvije grupe. Tamno plava boja predstavlja emitiranje CO_2 prilikom proizvodnje benzina, a svijetlo plava boja predstavlja količinu emitiranja prilikom izgaranja benzina u trenutku rada motocykla. Emisije štetnih čestica koje emitira dron ($9,65 \times 10^{-7}$ kg PM_2) je otprilike upola manja od emisije motoriziranim vozilom ($2,09 \times 10^{-6}$ kg PM_2), kao što se vidi na grafikonu 5 [35].



Grafikon 5 Količina emitiranja PM_2
Izvor: [35]

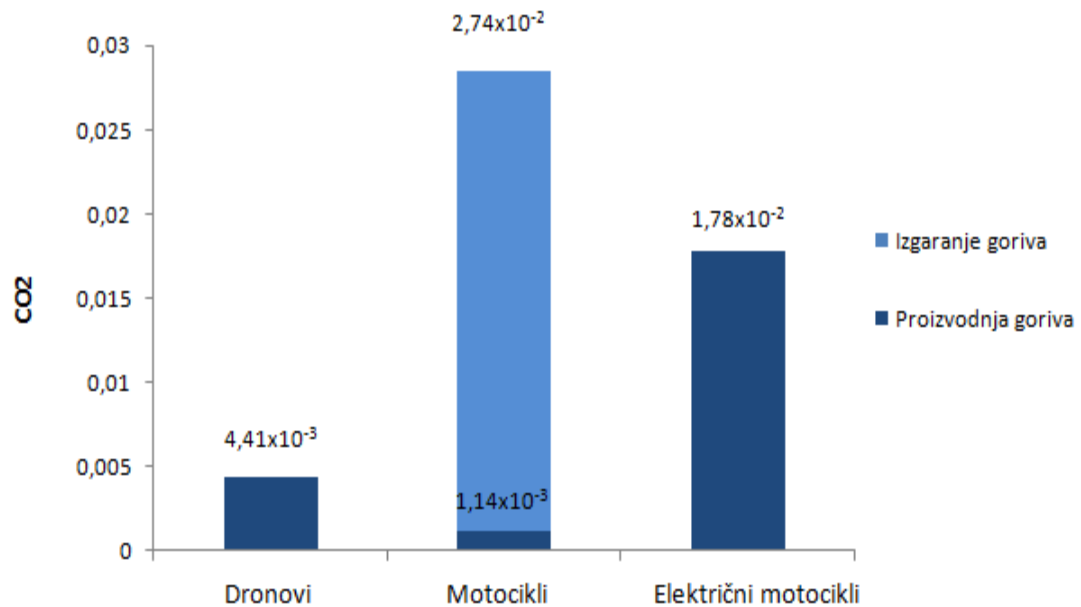
Nakon procjene svih dobivenih rezultata, utvrđuje se da je negativni utjecaj na okoliš jedno drona jednak utjecaju dvanaest motoriziranih vozila. Također, smanjenje onečišćenja korištenjem dronova bilo je učinkovitije u ruralnim područjima nego u gradovima. U Yangcheon-gu po isporuci bilo je $2,41 \times 10^{-2}$ kg CO_2 , a čestica redukcije bilo je $1,56 \times 10^{-6}$ kg PM_2 . U Pyeongchang-gunu bilo je 0,323 kg CO_2 , i smanjenje čestica je bilo $2,20 \times 10^{-5}$ kg PM_2 , što je 13,2 puta manje štetnog utjecaja na globalno potencijalno zatopljenje. Na grafikonu 6. je prikazan odnos zagađenja okoliša ako se zbroje oba štetna utjecaja, i emitiranje CO_2 i emitiranje čestica PM_2 [35].



Grafikon 6 Količina emitiranja PM_2 i CO_2
Izvor: [35]

U fazi proizvodnje energije, proizvodnja električne energije potrebna za proizvodnju generatora koji puni bateriju drona, ostvarila je više stakleničkih plinova nego proizvodnja benzina (proces pretvaranja sirove nafte u benzin); međutim, CO_2 nastao izgaranjem benzina bio je 24 puta veći od faze proizvodnje električne energije, što je dovelo do značajne razlike u ukupnom emitiranju CO_2 . Kada se uspoređi emitiranje čestica PM_2 , za isporuku dronom emitirano je $9,65 \times 10^{-7}$ kg PM_2 i $2,09 \times 10^{-6}$ kg PM_2 je emitirano prilikom isporuke motoriziranim vozilom, dolazi se do zaključka da su emisije štetnih plinova veće u proizvodnji benzina i u fazama izgaranja prilikom dostave motoriziranim vozilom. U ovom istraživanju rezultati su uspoređeni i s trećom vrstom prijevoza električnim motociklom, budući da je to još

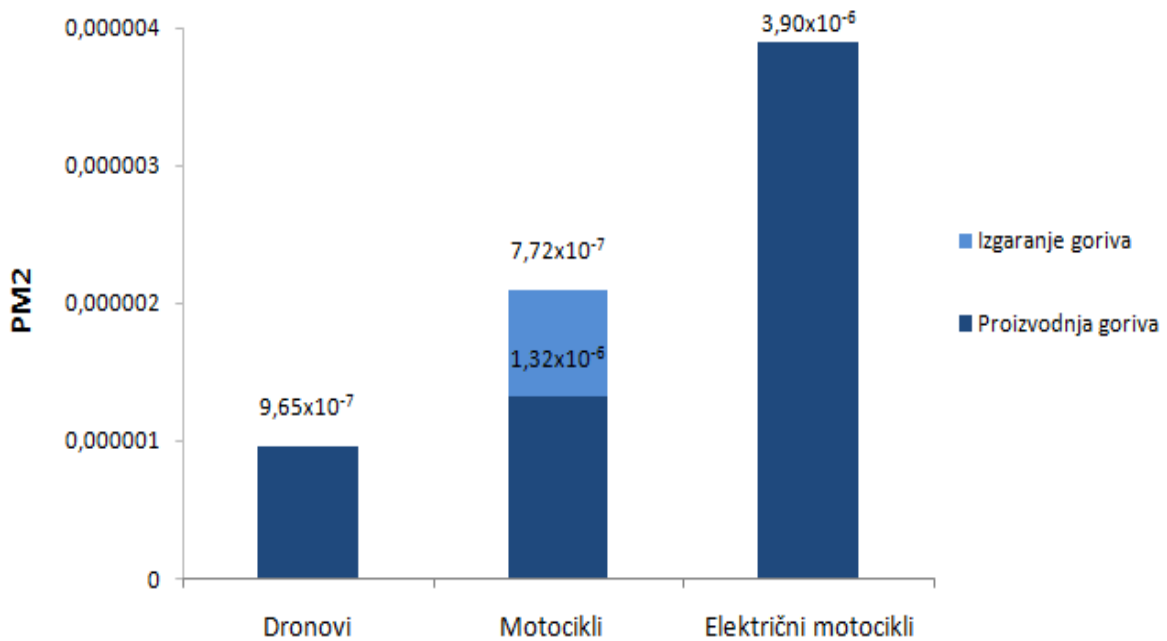
jedan ekološki prihvatljiv način isporuke. CO_2 i čestice PM_2 proizvedene pri isporuci u krugu od 1 km električnim motorom iznosile su 1,80 kg CO_2 i 3,90 kg CO_2 . Rezultati su uspoređeni s dostavom električnim letjelicama (dronovima) i dostavom motoriziranog vozila na benzin, kao što je prikazano na grafikonu 7. [35].



Grafikon 7 Količina emitiranja CO_2 prilikom rada
Izvor: [35]

Iz grafikona 7. se vidi da većinu CO_2 plina emitiraju faze izgaranja benzina za motorni benzin. Međutim, električni motocikl proizveo je najviše CO_2 prilikom proizvodnje generatora koji služi za napajanje vozila, nakon kojeg ga slijedi dron, a onda motor na benzin. Na grafikonu 8. se vidi da tijekom proizvodnje električne energije nastaje više negativnih čestica nego tijekom proizvodnje i izgaranja benzina. Bez obzira na to, čestice se smanjuju upotrebom dronova u usporedbi s obje vrste motocikala, jer ne troše puno električne energije.

Stoga, u pogledu emisija stakleničkih plinova, električna vozila mogu biti ekološki prihvatljiva, ali u pogledu čestica, uvođenje električnih motocikala moglo bi imati lošiji utjecaj na okoliš od uobičajenih motornih benzina.



Grafikon 8 Količina emitiranja PM_2 prilikom rada
Izvor: [35]

4.5. Prepreke u realizaciji opskrbnih lanca

Kao što je spomenuto, ključne prednosti dronova za komercijalnu dostavu uključuju brzinu, sposobnost dosezanja teškog terena ili udaljenih lokacija i prelet preko prepreka na tlu i njihov smanjeni utjecaj na okoliš. To je vidljivo u mnogim trenutnim područjima primjene koja se istražuju, što uključuje hitne isporuke lijekova i druge hitno potrebne predmete i dostave na udaljene lokacije. Dok dronovi svakako nude nekoliko prednosti u usporedbi s tradicionalnijim načinima isporuke, mnoge prepreke se još uvijek nalaze ispred njih koje treba savladati.

Trajanje baterije je prva prepreka koju će industrija bespilotnih letjelica morati uzeti u obzir. Dronovi imaju procijenjenu težinu na 55 kilograma uključujući teret. Napredni modeli vjerojatno će biti prikladniji za teže dodatke kako bi se izbjegle prepreke i kontrolirala autonomnost leta, ograničavajući raspon nad kojim mogu raditi. Sljedeće pitanje je pitanje autonomije tj. samoupravljanja. Potpuno autonoman let, u svim uvjetima, krajnji je cilj. Preko 70 % hrvatskog stanovništva živi u urbanim područjima gdje bi autonomna isporuka bila mnogo veći izazov. Danas već neki svjetski distributivni centri predstavljaju izazove autonomiji u rješavanju uskih prolaza

i njihove dinamičke prirode. Vjerojatno će trebati značajna infrastruktura za potpunu autonomiju u skladištu. Dronoviće trebati senzore ili čak i GPS (globalni sustava za pozicioniranje) te biti opremljeni sa svjetlosnim signalima.

Sljedeća prepreka je obuka za pilote bespilotnih letjelica. Unutar poslovanja će se morati uvoditi značajni programi obuke sve dok se primjena dronova ne pretvori u potpuno samoupravljanje. Dronovi se lako ruše i trebaju vještog pilota. Prema „Pravilniku o sustavima bespilotnih zrakoplova Republike Hrvatske“, ovakva vrsta obuke i certifikacijetraje dva tjedna. Osoba koja će upravljati dronom mora imati najmanje 16 godina i posjedovati certifikat s obuke. Ako dronom upravlja osoba koja nema certifikat, obavezno je biti pod nadzorom nekoga s takvim certifikatom (naravno, ove regulativne mjere se ne odnose na upravljanje dronovima na privatnom posjedu, nego samo na javnim površinama).

Postoje mnoge prepreke koje se odnose na isporuku kupcima na siguran način. Istražuju se brojne mogućnosti, ali to će biti složeno. Također, izazovi se mijenjaju ovisno o lokaciji. Postoje mnoge prepreke unutar regulativnih mjera o zračnim plovidbama na javim i urbanim područjima. Propisi se uvelike razlikuju od zemlje do zemlje, trenutna situacija u Republici Hrvatskoj nije obećavajuća za skorou mogućnost primjene dronova u prijevoznou logistici. Međutim, primjena istih unutar distributivnog centra i njegovog dvorišta bi mogla uskoro oživjeti i u RH.

U pitanju sigurnosti dronovi se ne razlikuju od upotrebe viličara i zahtijevat će novi skup sigurnosnih protokola koji se strogo treba pridržavati, u nastavku su nabrojana neka od pravila opećenito za upotrebu dronova:

1. Nikad nemojte prolaziti ispod drona.
2. Imajte upozoravajuća svjetla ili zvuk na dronu.
3. Uvijek letite dosta poviše visine glave.
4. Nikad nemojte hodati unatrag dok upravljate dronom.

Kako se sve više pojavljuju problemi vezani za dronove, sve zemlje su u procesu izmjene zakona o komercijalnoj upotrebi dronova. Novi propisi također se bave ograničenjima brzine i drugim operativnim ograničenjima, kao što su zabrana letova nad nezaštićenim osobama.

Ono što je do danas postignuto je da operatori moraju položiti pismeni ispit za privatnog pilota. Također, operateri moraju poštivati sigurnosne propise, ograničiti

područje leta letjelica do 122 metra u visinu, da budu udaljeni od privatnog vlasništva i najmanje 10 kilometara daleko od zračne luke. Trenutno je u RH dopušteno da se dronom upravlja samo unutar vizualnog vidnog polja. S druge strane, 27 zemalja, uključujući Sjedinjene Države i Japan, napravile su izuzetak od ograničenja vizualnog vidnog polja kako bi se omogućilo komercijalno korištenje dronova.

5. Zaključak

Informatička i tehnološka revolucija omogućila je industrijskim poduzećima reorganizaciju svog poslovanja. Jedna od takvih tehnologija jesu dronovikoj nadograđuju poslovne modele i preoblikuju industrijsko poslovanje. U vrlo uskoj budućnosti klijenti u svim područjima gospodarstva će vidjeti dobrobit utjecaja ove nove tehnologije. Prema uzoru na ostatak svijeta i Republika Hrvatska najveća sredstva ulaže u vojne letjelice. Osim u vojne svrhe, dronovi trenutno u Hrvatskoj ostvaruju najveći potencijal u sektoru civilne zaštite u operacijama potrage i spašavanja, te protupožarstva. U pogledu komercijalne primjene Hrvatska zaostaje za ostatom svijeta, pa tako i u prijevoznoj industriji.

Proučavanjem literature može se zaključiti da upotreba dronova za komercijalno dostavljanje paketa nudi nekoliko prednosti. Glavna prednost je brzina, s obzirom na to da letjelice nisu ograničene cestovnom infrastrukturom i zakrčenošću prometa, mogu dostaviti pakete brže od automobila ili kamiona s obližnjeg skladišta. Štoviše, dronovi mogu prijeći teške terene kao što su planine, džungle i sl. s relativnom lakoćom i u dosta slučajeva koristiti kraće puteve. Isto tako one mogu jednostavno letjeti iznad vodenih ili ruralnih područja s lošom infrastrukturom da bi dostavili pakete. Dronovi za dostavu bi također smanjili utjecaj na okoliš jer će rezultirati smanjenjem dostavnih vozila na cestama.

Provedenom analizom i konzultacijama sa stručnim osobljem za potrebe ovog diplomskog rada dolazi se do zaključka kako postojeći, tradicionalni sustav dostave u Republici Hrvatskoj, kada su u pitanju varijabilni i fiksni troškovi, nije skuplji od modernog načina dostave dronom. Naravno ako je u pitanju ruta koja ima direktne troškove, kao što su cestarine, mostarine, plaćanje parkinga, tada dostava dronom predstavlja uštedu. Uvođenje ovog načina dostave najveća ušteda bi se ostvarila na dostavama u ruralna područja, a s obzirom na to da je RH pretežito urbane demografije, takav način dostave bi bio ne iskorišten u potpunosti. Također, dostava na otoke bespilotnim letjelicama skoro pa je nemoguća, jer dronovi ima radijus leta samo 16 kilometara od bazne stanice. Najveću prednost koju bi donijela dostava bespilotnim letjelicama je držanje vremenskih rokova uručnja. Brža dostava bi povećala razinu kvalitete usluge što povećava i učinkovitost sustava.

Literatura

- [1] Dittman P., Burnette M., Bradley R.: The Application of new Technology in the Physical Supply Chain, Univerity of Tennessee, Knoxville, 2017
- [2] URL:https://www.scmgroup.com/en_US (pristupljeno, prosinac 2018.)
- [3] Fahlstron P. G., Gleason T. J.: Introduction to UAV System, 4th Edition, Copyright 2012
- [4] URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/> (pristupljeno, siječanj 2019.)
- [5] URL: <http://dronenodes.com/fpv-racing-drones/> (pristupljeno siječanj 2019)
- [6] M. Beul, N. Krombach, M. Nieuwenhuisen, D. Droeschel and S. Behnke, Autonomous Navigation in a Warehouse with a Cognitive Micro Aerial Vehicle. In: Koubaa A. (eds) Robot Operating System (ROS). Studies in Computational Intelligence, vol 707. Springer, Cham, 2017
- [7] Celt V., Jurakić G., Mađer M., Točić H.: Unmanned Aircraft Systems – Successful usage Limited by the Regulation?, Proceedings of the International Symposium on Engineering Geodesy - SIG 2016., Zagreb, Croatia, 2016
- [8] URL: <http://archiwum.rp.pl/artykul/989402-Machiny-latajace-leonarda-da-Vinci.html> (pristupljeno prosinac, 2018.)
- [9] URL: <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-historydrones-part-1-x.html> (pristupljeno prosinac, 2018.)
- [10] URL: <https://www.therobotreport.com/parrot-struggling-lily-fails-and-google-closes-titan-project-as-drone-industry-disunites/>(pristupljeno prosinac, 2018.)
- [11] URL: <https://www.dronethusiast.com/history-of-drones/> (pristupljeno prosinac, 2018.)

- [12] Pašagić Škrinjar J., Škorput P., Furdić M.: Application of Unmanned Aerial Vehicles in Logistic Processes, Faculty of Traffic and Transport Sciences, Zagreb, 2018
- [13]URL: <https://www.thesun.co.uk/tech/5736054/amazon-drone-deliveries-uk-prime-air/> (pristupljeno siječanj , 2019)
- [14]URL: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/tu-delft-tailsitter> (pristupljeno siječanj , 2019)
- [15]URL: <https://www.globalresearch.ca/delivery-drones-and-driverless-vehicles-ups-fedex-investing-in-drones/5614041> (pristupljeno siječanj , 2019)
- [16]URL: <https://www.post.ch/en/about-us/company/innovation/swiss-post-s-innovations-for-you/drones> (pristupljeno siječanj , 2019)
- [17]URL: <https://www.cnbc.com/2016/11/16/dominos-has-delivered-the-worlds-first-ever-pizza-by-drone-to-a-new-zealand-couple.html> (pristupljeno siječanj , 2019)
- [18] Claesson A., Fredman D., Svensson L., Ringh M., Hollenberg J., Nordberg P., Rosenqvist M., Djarv T., Österberg S., Lennartsson J., Ban Y.: Unmanned aerial vehicles (drones) in out-of-hospital-cardiac-arrest, Sweden, 2016.
- [19]URL: <https://www.theverge.com/2016/3/8/11181756/maersk-drone-delivery-shipping-tanker-nautical>(pristupljeno siječanj , 2019)
- [20]URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-09-gartner-says-almost-3-million-personal-and-commercial-drones-will-be-shipped-in-2017> (pristupljeno siječanj , 2019)
- [21] Narodne novine: Zakon o sustavu civilne zaštite. Narodne novine d.d. 82. (I.), Zagreb, 2015.
- [22] URL: <http://croaticum.hrstud.hr/wp/?p=12092> (pristupljeno prosinac, 2018)

- [23]Vidović A.: Nekonvencionalno zrakoplovstvo, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,2017.
- [24]URL: <https://www.hrleksikon.info/definicija/komercijalan.html>
(pristupljeno prosinac, 2018)
- [25]URL: <https://www.shell.com/inside-energy/eye-in-the-sky.html>
(pristupljeno prosinac, 2018)
- [26] Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 49 (I.), Zagreb, 2015.
- [27]URL:
http://www.supplychain247.com/article/amazon_outlines_plans_for_delivering_drones_to_navigate_skies (pristupljeno siječanj , 2019)
- [28]URL: <https://www.posta.hr/vozni-park> (pristupljeno siječanj, 2019)
- [29] Rogić, K.: Distribucijska logistika 2, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [30] URL: <https://www.posta.hr/financijska-izvjesca-6316/6316> (pristupljeno siječanj, 2019)
- [31] Bošnjak, I.: Tehnologija poštanskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
- [32] Doering, C. Association for Unmanned Vehicle Systems International , World Unmanned Aerial Vehicle Systems Market Profile and Forecast. In AUVSI, 2014
- [33] Stanković, R., Pašagić Škrinjar, J.: Prijevozna logistika 2, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [34] Pašagić Škrinjar, J., Drljača, M.: Primjena kontrolinga u logističkim sustavima i analiza logističkih performansi: Zbornik radova 14. međunarodnog simpozija o kvaliteti Kvalitetom protiv resecije, Hrvatsko društvo menadžera kvalitete, Rovinj, Zagreb, 2013, str. 509-518.

[35]URL: <http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/5547-stouracunati-u-stvarne-logisticke-troskove.html> (pristupljeno siječanj, 2019)

[36]URL: <https://weatherspark.com> (pristupljeno siječanj, 2019)

[37] URL: <http://capone.mtsu.edu/jee/2016/pp1-12ms615.pdf> (pristupljeno siječanj, 2019)

Popis grafikona

Grafikon 1 Odnos postotaka primjene bespilotnih letjelica u različite svrhe	18
Grafikon 2 Dostava paketa na adrese	34
Grafikon 3 Prijedeni put dostavljača	34
Grafikon 4 Količina emitiranja CO2	43
Grafikon 5 Količina emitiranja PM2	43
Grafikon 6 Količina emitiranja PM2ICO2	44
Grafikon 7 Količina emitiranja CO2 prilikom rada.....	45
Grafikon 8 Količina emitiranja PM2 prilikom rada	46

Popis slika

Slika 1 Predator MQ-1	5
Slika 2 Fizički dijelovi drona	6
Slika 3 Žiroskop, Leonardo Da Vinci.....	8
Slika 4 Dron „Amazon Prime Air“	29
Slika 5 Vozilo za dostavu paketnih pošiljaka	29

Popis tablica

Tablica 1 Evolucija događaja u prijevoznoj industriji.....	9
Tablica 2 Kategorizacija letačkih operacija.....	28
Tablica 3 Podaci za izračun regresijske analize.....	31
Tablica 4 Učinkovitost dostavljača.....	35
Tablica 5 Trošak dostave lakog dostavnog vozila.....	37



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada pod naslovom **Mogućnost primjene i analiza isplativosti dostave dronovima**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 29.4.2019

Student/ica:

Brigita Mitro
(potpis)