

Primjena dronova u posljednjoj milji dostave

Sinčić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:130220>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 074/OMIL/2021

Primjena dronova u posljednjoj milji dostave

Mario Sinčić, 1492/336D

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Održiva mobilnost i logistika		
PRISTUPNIK	Mario Sinčić	MATIČNI BROJ	1492/336D
DATUM	17.6.2021.	KOLEGIJ	Urbana logistika
NASLOV RADA	Primjena dronova u posljednjoj milji dostave		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Use of drones in the last mile delivery		
MENTOR	dr.sc. Saša Petar	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Krešimir Buntak, predsjednik povjerenstva		
	2. doc.dr.sc. Saša Petar, mentor i član povjerenstva		
	3. doc.dr.sc. Predrag Brlek, član povjerenstva		
	4. doc.dr.sc. Miroslav Drljača, član povjerenstva		
	5.		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	074/OMIL/2021
OPIS	<p>U ovom diplomskom radu obradit će se primjena dronova, tj. bespilotnih letjelica u području logistike, posebno mogućnost dostave dronovima u posljednjoj milji dostave, te će u njemu biti predstavljene mogućnosti koje takva usluga pruža.</p> <p>Osim definicije dronova, mogućosti koje oni pružaju, kao i zakonskih regulativa koje se primjenjuju na njihovo korištenje, definirati će se i pojmovi logistika i dostava, pojmovi koji su blisko vezani uz temu primjene dronova u posljednjoj milji dostave pa će biti pobliže definirani, uz prikaz njihovog povijesnog razvoja. U sklopu diplomskog rada provedeno je i istraživanje u obliku ankete na uzorku od 1.173 ispitanika, te će u diplomskom radu biti predočeni i rezultati provedenog istraživanja.</p> <p>Rad će biti podijeljen u sljedeće cjeline: 1. Uvod, 2. Logistika, 3. Dostava 4. Dronovi 5. Uporaba dronova u dostavi, 6. Rezultati istraživanja i 7. Zaključak.</p> <p>U radu se analizira utjecaj primjene dronova u dostavi, posebice u području posljednje milje na poslovne rezultate i očekivanja korisnika. Istraživanjem se želi doći do odgovora koje su kupovne navike osoba koje koriste usluge dostave proizvoda, kolika je veličina potencijalnog tržišta usluge dostave dronovima, i koliko su potencijalni kupci spremni platiti za navedenu uslugu,</p>

ZADATAK DRUČEN

17.6.2021.

POTPIS MENTORA

Saša Petar

SVEUČILIŠTE
SJEVER





Sveučilište Sjever

Odjel za logistiku i održivu mobilnost

Diplomski rad br. 074/OMIL/2021

Primjena dronova u posljednjoj milji dostave

Student

Mario Sinčić, 1492/336D

Mentor

dr. sc. Saša Petar

Predgovor

Na samom početku svog diplomskog rada želio bih zahvaliti svima koji su me pratili tokom mog studija te mi bili izrazita podrška prilikom izvršavanja mojih studentskih obveza.

Ovaj diplomski rad završna je točka mog diplomskog studija na Sveučilištu Sjever, te isti predstavlja svojevrsni zaključak mog studija. Znanja stečena na studiju uspješno sam primijenio u pisanju diplomskog rada, a vjerujem da će mi ista i nastaviti dalje koristiti u mom poslovnom, ali i privatnom životu.

Posebno bi želio zahvaliti svojem mentoru dr. sc. Saši Petar koji je pristao da me mentorira te me usmjeravao i uvelike mi pomogao sa pisanjem diplomskog rada. Njegova podrška i savjeti prilikom pisanja rada bili su od izrazite važnosti za mene, te su me poticali u pisanju rada.

Želio bih se zahvaliti i svojoj obitelji, djevojci, prijateljima, kao i kolegama s faksa koji su mi bili velika podrška kako tokom studija, tako i tokom pisanja diplomskog rada. Bez njihove podrške završetak ovog studija definitivno bi bio teži, a sva podrška koju sam od njih dobivao poticala me da studij završim što uspješnije.

Izrazito sam zahvalan na svim znanjima, iskustvima, kao i poznanstvima koje sam stekao prilikom studiranja na Sveučilištu Sjever.

Na samom kraju, svoj diplomski rad želio bi posvetiti nažalost prerano preminuloj prijateljici i kolegici sa fakulteta, koja me i potaknula da upišem preddiplomski studij, a kasnije i diplomski studij na Sveučilištu Sjever, dragoj Sanji Labaš.

Sažetak

U ovom diplomskom radu obradit će se tehnologija dronova. Dronovi, tj. bespilotne letjelice relativno su nova tehnologija koja sa sobom nosi znatne mogućnosti.

Jedna od mogućnosti koje dronovi pružaju vrlo je zanimljiva u području logistike, a to je mogućnost dostave dronovima, tj. mogućnost dostave dronovima u posljednjoj milji dostave.

Primjena dronova u posljednjoj milji dostave biti će tema ovog diplomskog rada te će u njemu biti predstavljene mogućnosti koje takva usluga pruža.

Osim definicije dronova, mogućnosti koje oni pružaju, kao i zakonskih regulativa koje se primjenjuju na njihovo korištenje, na početku rada će se definirati i pojmovi logistika i dostava.

Logistika i dostava pojmovi su koji su blisko vezani uz temu primjene dronova u posljednjoj milji dostave pa će oni na početku rada biti pobliže definirani, te će biti prikazan i njihov povijesni razvoj.

U sklopu diplomskog rada provedeno je i istraživanje u obliku ankete na uzorku od 1.173 ispitanika, te će u diplomskom radu biti predloženi i rezultati provedenog istraživanja.

Ključne riječi: dostava, dron, logistika, posljednja milja dostave.

Abstract

In this thesis, drone technology will be discussed. Drones, ie. unmanned aerial vehicles, are a relatively new technology that brings with it considerable possibilities.

One of the possibilities that drones provide is very interesting in the field of logistics, and that is the possibility of delivery by drones, ie. the possibility of delivery by drones in the last mile of delivery.

The use of drones in the last mile of delivery will be the topic of this thesis and it will present the possibilities provided by such service.

In addition to the definition of drones, the possibilities they provide, as well as the legal regulations that apply to their use, the terms logistics and delivery will be defined at the beginning of the work.

Logistics and delivery are terms that are closely related to the topic of the application of drones in the last mile of delivery, so they will be defined in more detail at the beginning of the work, and their historical development will be presented.

As part of the thesis, a survey was conducted in the form of a poll on a sample of 1.173 respondents, and the thesis will present the results of the survey.

Keywords: delivery, drone, logistics, last mile delivery.

Popis korištenih kratica

CAAC	Civil Aviation Administration of China Kineska uprava za civilno zrakoplovstvo
CO2	Ugljikov (IV) oksid Ugljikov dioksid
DJI	Naziv proizvođača dronova
FAA	Federal Aviation Administration Savezna uprava za zrakoplovstvo
GIS	Geographic Information System Geografski informacijski sustav
GPS	Global Positioning System Globalni pozicijski sustav
HAKOM	Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti
IoT	Internet of things Internet stvari
MA	Midium Altitude Srednja visina
PUDO	Pick up and drop off Podigni i ostavi
RFID	Radio Frequency Identification Radiofrekventna identifikacija
SAD	Sjedinjene Američke Države
SMS	Short Message Service Usluga kratkih tekstualnih poruka
S&A	Sense and Avoid sustav Sustav za osjećaj i izbjegavanje
UAS	Unmanned Aircraft Systems Bespilotni zrakoplovni sustavi
VHA	Very High Altitude Jako Velika Visina
VIO	Vizualna inercijalna odometrija
VLA/BLOS	Very Low Altitude / Beyond Line of Sight Jako mala visina / Iznad linije vidljivosti
VLA/LOS	Very Low Altitude / Line of Sight Jako mala visina / Linija vidljivosti

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Logistika.....	3
2.1. Definicija logistike	3
2.2. Razvoj logistike.....	4
2.3. Tehnologije u logistici.....	5
2.3.1. Robotika	6
2.3.2. Internet stvari	6
2.3.3. Napredni sustavi upravljanja zalihama.....	7
2.3.4. Blockchain.....	8
2.3.5. Skladištenje na zahtjev	8
2.4. Dostava kao dio logistike	8
2.5. Problematika dostave u posljednjoj milji	9
3. Dostava.....	11
3.1. Povijesni razvoj dostave.....	11
3.2. Tehnologije dostave	13
3.3. Novi oblici dostave.....	14
3.3.1. Dostava autonomnim robotskim vozilima	15
3.3.2. PUDO tehnologija dostave	17
3.4. Dostava dronovima u posljednjoj milji	19
4. Dronovi.....	20
4.1. Sustav dronova	20
4.1.1. Letjelica.....	20
4.1.2. Teret drona.....	22
4.1.3. Sustav za upravljanje na zemlji.....	23
4.2. Razvoj dronova	24
4.3. Funkcioniranje dronova.....	25
4.3.1. Tehnologija dronova	26
4.3.1.1. Dronovi sa sustavom fiksnih krila	26
4.3.1.2. Dronovi sa multirotnim sustavom	26
4.3.1.3. Dronovi sa hibridnim sustavom	27
4.3.1.4. Ornitopteri	28
4.3.1.5. Dronovi na pogon mlaznih motora	29
4.3.2. Autonomija dronova.....	29
4.3.3. Izvor napajanja dronova	30
4.3.4. Visina leta dronova	31
4.4. Transportne mogućnosti dronova.....	31

4.5. Zakonska regulativa za korištenje dronova	32
4.5.1. Zakonska regulativa za korištenje dronova u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji	33
4.5.1.1. Letenje dronovima za potrebe rekreacije i sporta – zrakoplovni model drona.....	33
4.5.1.2. Letenje dronovima za potrebe izvođenja letačkih operacija	34
4.5.1.3. Uredbe Europske unije.....	34
4.5.2. Zakonska regulativa za korištenje dronova u SAD-u	36
4.5.2.1. Nova pravila za upravljanje dronovima u SAD-u	36
4.6. Razvoj dronova u budućnosti	38
4.6.1. Minijaturizacija dronova.....	38
4.6.2. Razvoj autonomije dronova.....	38
4.6.3. Rojevi dronova	39
5. Uporaba dronova u dostavi	40
5.1. Prednosti i nedostaci uporabe dronova u dostavi	40
5.1.1. Prednosti uporabe dronova u dostavi	40
5.1.2. Nedostaci uporabe dronova u dostavi.....	41
5.2. Dostava dronovima – trenutna situacija	43
5.2.1. Automatizacija intralogistike	44
5.2.2. Dostava paketa u prvoj ili posljednjoj milji dostave	44
5.2.3. Opskrba medicinskim potrepštinama	45
5.2.4. Prijevoz zračnog tereta	45
5.3. Korištenje dronova za dostavu u praksi	46
5.3.1. Wing	46
5.3.2. Amazon Prime Air	48
5.3.3. Hrvatska pošta – primjer iz Hrvatske.....	49
5.4. Izračun troškova dostave dronom	49
5.4.1. Kapacitet sustava dostave dronovima.....	50
5.4.1.1. Regulatorni čimbenici.....	51
5.4.1.2. Zemljopisni čimbenici	51
5.4.1.3. Operativni čimbenici.....	51
5.4.2. Cijena usluge.....	52
5.4.3. Troškovi implementacije sustava dostave dronovima	52
5.4.4. Izazovi za implementaciju sustava dostave dronovima	53
5.4.5. Usporedba troškova dostave dronovima u odnosu na klasične oblike dostave	53
5.5. Dostava dronovima – razvoj u budućnosti	54
6. Rezultati istraživanja	56
6.1. Rezultati ankete	56
6.2. Interpretacija rezultata istraživanja i prijedlozi poboljšanja.....	64
7. Zaključak.....	66
Literatura	69

Popis tablica.....	73
Popis slika.....	74
Popis grafikona	75

1. Uvod

Svakodnevni napredak tehnologije uvelike mijenja svijet u kojem živimo. Neke stvari koje se prije nekoliko godina nisu mogle ni zamisliti, sada su postale naša svakodnevnica. Jedna od takvih stvari koja nam se prije nekoliko godina činila kao znanstvena fantastika i koju smo mogli vidjeti samo u znanstveno-fantastičnim filmovima, svakako su i dronovi.

Dronovi su nam se prije činili kao nedostižna tehnologija dok su isti sad sveprisutni, kako u komercijalnoj upotrebi, tako i upotrebi u privatne i zabavne svrhe.

Dronovi svoju upotrebu svakako imaju i u logističkom sektoru, pa tako isti uvelike mogu unaprijediti tehnologije dostave, posebno dostavu u posljednjoj milji.

Tema ovog rada biti će upravo primjena dronova u posljednjoj milji dostave te će se u radu prikazati kakve se sve mogućnosti javljaju upotrebom dronova u dostavi.

Na samom početku rada definirat će se logistika kao djelatnost. Ukratko će se prezentirati razvoj logistike kroz povijest, koje se sve tehnologije u logistici koriste, te će se napraviti uvod u dostavu i problematiku dostave u posljednjoj milji.

U nastavku rada definirat će se i sama dostava te će se prikazati njen povijesni razvoj i tehnologije koje se koriste u dostavi. Poseban naglasak stavit će se na nove oblike dostave, kao i na dostavu dronovima u posljednjoj milji.

Rad će definirati i dronove kao jednu od novih tehnologija koja se koriste u dostavi. Osim same definicije dronova, prikazat će se njihov razvoj, te način na koji isti funkcioniraju. Predstavit će se transportne mogućnosti koje nude dronovi i zakonske regulative za korištenje dronova, kako u Republici Hrvatskoj, tako i u Europskoj uniji i SAD-u. Osim predočenja trenutne situacije sa dronovima, predstaviti će se i smjernice na temelju kojih će se dronovi nastaviti razvijati u budućnosti.

Budući da je tema rada primjena dronova u posljednjoj milji dostave, u radu će se predstaviti na koji način se dronovi koriste u dostavi. Nabrojati će se i opisati prednosti i nedostaci takove uporabe dronova, dat će se uvid u trenutnu situaciju sa korištenjem dronova u dostavi, te će se predstaviti i primjeri iz prakse u kojima se dronovi koriste za dostavu raznih dobara. Kako bi se što bolje predočio sustav dostave dronovima, na primjeru grada Berlina, predstaviti će se na koji način se takav sustav može implementirati u primjenu, koji su zahtjevi takvog sustava, koliki su troškovi implementacije sustava, kolika bi bila cijena dostave dronom po jednoj dostavi, te koji je odnos troška dostave dronom u odnosu na klasične oblike dostave. Na kraju će se i prezentirati razvoj dostave dronovima u budućnosti.

Kako bi se tema dostave dronovima u posljednjoj milji što bolje obradila, provedeno je i istraživanje u obliku ankete, te će se na kraju rada predstaviti rezultati istraživanja. Istraživanje je

provedeno anketiranjem 1.173 sudionika na temelju čijih odgovora se dobio dobar input o potencijalnom tržištu usluge dostave dronovima, te o interesu potencijalnih kupaca za korištenjem navedene usluge. Uzorak ispitanika je prilično velik pa se može reći da su podaci dobiveni navedenim istraživanjem prilično relevantni.

Ovim diplomskim radom potrebno je potvrditi ili opovrgnuti hipotezu diplomskog rada: Zbog nižih troškova i cijena dostave, potrošači će biti spremni prihvatiti primjenu dronova u posljednjoj milji dostave u urbanom području.

2. Logistika

Pojam logistika ima vrlo široko značenje. Logistika se može zapravo svrstati u područje industrijskog inženjerstva. Sama logistika se može promatrati kao znanost te ona predstavlja skup multidisciplinarnih i interdisciplinarnih znanja koja proučavaju i primjenjuju zakonitosti planiranja, organiziranja, kao i upravljanja i kontroliranja tokova dobara, energije, informacija i osoba u raznim sustavima. Logistika kao znanost nastoji pronaći metode kako da se ti tokovi optimiziraju kako bi se ostvario što bolji ekonomski efekt, tj. profit (Kolinger, 2013).

Logistika je nezaobilazna u svakoj tvrtci ili nekoj drugoj organizaciji u kojoj postoji bilo kakav tok dobara, energije, informacija ili osoba, te se pomoću nje upravlja opskrbom, održavanjem i zbrinjavanjem sustava (Kolinger, 2013).

Više o samoj definiciji logistike, kao i o njenom povijesnom razvoju biti će rečeno u nastavku rada.

2.1. Definicija logistike

Riječ logistika svoje korijene ima u vojnom nazivlju. Sama riječ logistika potječe od grčke riječi *logistikos* što zapravo znači biti vješt i iskusan u računanju, vođenju rata, opskrbi vojske i sl. (Vidaček, 2017).

Osim korijena iz grčkog jezika, logistika ima svoj korijen i u francuskoj riječi *logistique*. Navedena riječ izvedena je iz francuskog dočasničkog čina koji je imao zadaću planirati administrativne poslove vezane uz francusku vojsku u 17. stoljeću (Kolinger, 2013).

Iz prethodno navedenih izvora korijena riječi logistika, može se zaključiti da je pojam logistika definitivno vezan uz vojsku, a sam pojam se zapravo odnosi na znanja, vještine, kao i iskustva vezna uz rješavanje strateških i taktičkih zadataka uz očuvanje, procjenu i prosudbu svih relevantnih elemenata u prostoru i vremenu, kako u vojnim aktivnostima, ali tako i u svim drugim ljudskim aktivnostima (Kolinger, 2013).

U današnje vrijeme logistika se može definirati na više načina. Prema definiciji Vijeća Europe, logistika se može definirati kao proces upravljanja tokovima dobara i sirovina, proces izrade završnih proizvoda i pridruženim informacijama od točke izvora do točke upotrebe, a sve prema potrebama kupca. Ukoliko se gleda širi smisao logistike, tada se u logistiku uključuju i procesi povrata i raspolaganja otpadnim tvarima (Vidaček, 2017).

Američko vijeće za logističko upravljanje definira logistiku kao proces planiranja, implementacije i provjere uspješnosti poslovanja stvarnog tijeka skladištenja dobara, usluga i odgovarajućih informacija od mjesta polaska do mjesta potrošnje, a sve u skladu sa zahtjevima kupaca (Brčić-Stipčević, 1994).

Još jedna definicija logistiku shvaća kao ukupnost aktivnosti u postavljanju, osiguravanju i poboljšanju raspoloživosti svih osoba i sredstava koja su pretpostavka, prateća pomoć ili osiguranje za tijekove unutar jednog sustava (Segetlija i Lamza-Maronić, 1995).

Iako postoji više različitih definicija logistike, sve više-manje zapravo definiraju logistiku kao skup različitih aktivnosti pomoću kojih se planira, vodi, realizira, te kontrolira, prostorno-vremenska preobrazba dobara. U logistiku spadaju i sve vezane transformacije s obzirom na količine i vrste dobara, specifična rukovanja dobrima i logistička determiniranost dobara. Zajedničke aktivnosti koje se odvijaju unutar logistike imaju zadatak da se tok dobara postavi na takav način da se točka isporuke dobara što efikasnije povezuje s točkom prijema.

Kao što je i već ranije u radu izneseno, osim na dobra, logističke aktivnosti se mogu odnositi i na energiju, informacije i osobe (Ivaković, Stanković i Šafran, 2010).

Kada govorimo o logistici, svakako je potrebno spomenuti i logistički sustav. Logistički sustav predstavlja skup tehničkih, tehnoloških, organizacijskih, ekonomskih i pravnih elemenata koji za cilj imaju optimizaciju dobara, energije, informacija i osoba na određenom području, a kao što je već i ranije spomenuto, sve s ciljem ostvarenja maksimalnih ekonomskih efekata. Sam logistički sustav sastoji se od određenih podsustava koji zajedno čine složeni dinamički i stohastički logistički sustav. Najvažniji podsustavi logističkog sustava su: megalogistika, globalna logistika, makro – mikro – metalogistika, inter i intralogistika, servisna logistika, informacijska logistika, menadžment logistika, primarna logistika, sekundarna logistika, tercijarna logistika, kvartarna logistika, kvintarna logistika, te logistika održivog razvoja (Zelenika i Pupovac, 2001).

2.2. Razvoj logistike

Razvoj logistike može se kronološki prikazati kroz šest razvojnih točaka (Kolinger, 2013):

U 17. stoljeću u Francuskoj se pojavila logistika kao vojna doktrina. Logistika je tada služila za organizaciju opskrbe vojnih trupa svim potrebnim sredstvima, prijevoz dobara i vojske, te osiguranje prehrane i smještaja vojske.

Krajem 19. stoljeća u SAD-u logistika je uvedena kao vojnička literatura u svrhu pozadinske vojničke službe.

Jules Dupuit je 1844. godine predstavio ideju zamjene transportnih troškova za troškove zaliha na primjeru izbora cestovnog ili pomorskog načina prijevoza dobara.

Sredinom 20. stoljeća izraz logistika koji se do tada prvenstveno koristio u vojnom području, počeo se koristiti u gospodarsko – znanstvenom području.

Nakon početka primjene logistike u gospodarsko – znanstvenom području, 1961. godine izlazi prva knjiga iz područja poslovne logistike, a koja je bila orijentirana na fizičku distribuciju.

Suvremena logistika počinje se razvijati 1960-tih godina kada se u organizacijama počinju bolje povezivati organizacijske funkcije, a sve u svrhu smanjenja troškova.

Afirmacija logistike kao znanosti dogodila se u drugoj polovici 20. stoljeća kada se osim afirmacije logistike kao znanosti i gospodarske aktivnosti ista počela promatrati u mnogo širem i suptilnijem značenju.

Sam povijesni razvoj logistike ukratko je opisan u prethodnom dijelu, ali uz kronološki razvoj logistike svakako je potrebno spomenuti i čimbenike koji su utjecali na sam razvoj logistike. Navedeni čimbenici mogu se podijeliti u nekoliko skupina, a najvažniji čimbenik koji je imao jako veliki utjecaj na razvoj logistike svakako je globalizacija. Pojava novih tržišta, širenje postojećih tržišta, utjecaj na ekonomska mjerila uspješnosti svakako su imali značajan utjecaj na razvoj logistike.

Drugi čimbenik koji je utjecao na razvoj logistike vezan je uz demografske utjecaje – povećanje broja stanovnika, potrebe za radnom snagom, kao i vrednovanje radne snage.

Najznačajniji čimbenik koji je utjecao na razvoj logistike svakako je informatizacija i kompjuterizacija. Informatizacija i kompjuterizacija značajno utječu na razvoj novih tehnologija, te imaju utjecaj na sve aspekte današnjeg modernog načina života. Primjenom raznih novih tehnologija omogućuje se ostvarenje većeg prometa kao i veće ekonomske dobiti, a da se pritom ne narušavaju ekološke i ekonomske norme (Ivaković, Stanković i Šafran, 2010).

Osim prethodno spomenutih čimbenika koji su utjecali na razvoj logistike, svakako je potrebno spomenuti i ostale čimbenike koji su također imali značajan utjecaj na razvoj logistike, a to su internacionalizacija proizvodnje i trgovine, ubrzani rast i razvoj raznih znanstvenih područja, implementacija načela ekonomije obujma, jačanje konkurencije, brzi razvoj i modernizacija prometne infrastrukture i transportnih tehnologija, razvoj robno-transportnih centara, robno-trgovinskih centara, logističkih centara, terminala i slobodnih zona, povećanje kupovne moći stanovništva u razvijenim zemljama, procesi privatizacije i liberalizacije pojedinih gospodarskih djelatnosti, jačanje demokratizacije i sl. (Kolinger, 2013).

2.3. Tehnologije u logistici

Logistika je relativno mlada znanost koja se konstantno razvija. Na njen napredak i razvoj svakako utječe i razvoj novih tehnologija koje uvelike utječu na logistiku i značajno ju

unapređuju. Gotovo svakodnevni razvoj raznih tehnoloških inovacija logističke procese čini učinkovitijima, bržima i konkurentnijima.

Neke od najznačajnijih tehnologija koje uvelike olakšavaju obavljanje logističkih aktivnosti, a svakako je za očekivati da će i u budućnosti to nastaviti raditi, navedene su u nastavku (Hass, n.d.).

2.3.1. Robotika

Primjena robotike značajno je poboljšala učinkovitost logističkih procesa, te smanjila troškove logističkih aktivnosti. Sama produktivnost i točnost logističkih operacija znatno je poboljšana upotrebom robotike. Robotske tehnologije se na razne načine mogu primjenjivati u logističkim aktivnostima budući da su iste vrlo široko primjenjive u logistici. Pomoću robota mogu se označavati i pratiti proizvodi u logističkom lancu, mogu se unaprjeđivati proizvodi, mogu se micati sa jednog mjesta na drugo, mogu se transportirati unutar određenog sustava, ili čak i dostavljati do krajnjeg kupca.

U samoj distribuciji robotska tehnologija ima vrlo široku primjenu pa se tako već sada mogu koristiti automatizirani kamioni za dostavu, dobra se do krajnjeg potrošača mogu dostavljati autonomno dronovima ili manjim samohodnim robotima.

Iako se razvojem robotske tehnologije javlja bojazan da bi ista mogla istisnuti i zamijeniti čovjeka čije poslove ista polako preuzima kako u logističkim, tako i u drugom poslovanju, ta bojazan ipak nije opravdana. Razvoj robotske tehnologije otvara mnoge nove mogućnosti koje opet sa sobom nose potrebu za radnom snagom. Ta radna snaga ipak treba biti stručna i obrazovanija budući da takovi radnici rade na održavanju robotskih sustava, pa su im potrebna stručna znanja u području novih tehnologija. Razvojem tehnologije mijenja se struktura potrebne radne snage, ali se ne istiskuje čovjek kao jedan od sudionika u logističkim aktivnostima (Hass, n.d.).

2.3.2. Internet stvari

Internet stvari, tj. IoT donio je značajni napredak u logistici, a za očekivati je da će i u budućnosti isti imati vrlo veliki utjecaj na daljnji razvoj, kao i na unapređenje logistike. Ugradnjom raznih senzora u pojedine dijelove proizvoda, pakete ili opremu, omogućuje se praćenje puta pojedinog objekta u logističkom sustavu. Upotreba takvih senzora i IoT-a omogućuje da se u svakom trenutku točno zna gdje se nalazi koji dio proizvoda kada se isti kreće

po proizvodnom pogonu ili skladištu, kao i gdje se nalazi gotov proizvod kada izlazi iz skladišta i putuje prema krajnjem kupcu (Hass, n.d.).

Uz IoT svakako je vezana i identifikacija pomoću radiofrekvencije tj. RFID. RFID (Radio-frequency identification) je jedna od tehnologija koje se koriste u logistici, a pomoću koje se označuju dobra kako bi se mogao pratiti njihov tijek u distribucijskom lancu. Ta tehnologija podrazumijeva planiranje svake faze poslovnog procesa, kontrolu procesa, nadzor procesa, dnevnu inventuru kao i unapređenje kompletnog poslovanja.

RFID se može svrstati u relativno mlade tehnologije budući da iako se ista već dugo razvija, tek se u posljednje vrijeme počinje komercijalno upotrebljavati i koristiti u takove svrhe.

RFID tehnologija koristi radiofrekvenciju kako bi se razmjenjivale informacije između prijenosnih uređaja, tj. memorija i host računala. Tom tehnologijom obilježavaju se dobra ili živa bića, a sam sustav se obično sastoji od transpondera tj. naljepnice na kojoj se nalaze podaci o dobrima ili živom biću koje se označava, antene koja komunicira s transponderima i kontrolora koji upravlja i nadzire komunikaciju. Cilj RFID tehnologije je da svaki proizvod, pošiljka ili komponenta koja se ugrađuje u neki kompleksni proizvod ima svoj jedinstveni broj pomoću kojeg se taj objekt označavanja može pratiti dužinom cijelog vrijednosnog lanca, od same proizvodnje, pa sve do zbrinjavanja otpada kada se taj proizvod prestaje koristiti. Pomoću RFID tehnologije omogućen je konstantan uvid u stanje zaliha, automatsko naručivanje proizvoda, kao i jednostavnija naplata (Renko, Fičko i Petljak, 2009).

2.3.3. Napredni sustavi upravljanja zalihama

Logističke aktivnosti značajno su unaprijedili i napredni alati za optimizaciju inventara i mreže. Napredni sustavi upravljanja zalihama izravno integriraju složeni svijet fizičkog inventara u razne računalne sustave pomoću kojih se istima može upravljati. Budući da je trošak zaliha jedan od najvećih troškova koje neka organizacije može imati, vrlo je važno na pažljiv način pratiti i optimizirati razinu zaliha kako bi se taj trošak mogao što više racionalizirati.

Tehnološkim napretkom logističke aktivnosti značajno su se razvile čime su se iste i zakomplicirale, pa su zbog toga tehnologije koje optimiziraju i prate zalihe postale vrlo ključne. Današnji sustavi upravljanja zalihama vrlo su sofisticirani, te isti unose jednostavnost u optimizaciju i praćenje razine zaliha, pomažu u procesima vezanim uz nabavu kao i upravljanju istom, procesima vezanim uz zaprimanje dobara kao i njihov povrat, procesima vezanim uz predviđanje i planiranje potražnje, vođenje brige o kvarenju dobara i sl. Vrlo važna potpora koju takovi sustavi pružaju su svakako razni analitički izvještaji, kao i centralizirana kontrola raznih distribucijskih centara pojedine organizacije (Hass, n.d.).

2.3.4. Blockchain

Tehnologija blockchaina koja se primarno koristi kod kriptovaluta ima veliki potencijal da riješi dva glavna problema u logistici, a to su složenost logističkih procesa i nedostatak transparentnosti u njima. Pomoću blockchaina se svaka transakcija bilježi unutar pojedinog bloka koji se zatim međusobno povezuju. Takova primjena u logističkim procesima osigurava transparentnost logističkih aktivnosti od same proizvodnje pa sve do isporuke.

Blockchain se već koristi u prehrambenoj industriji pa tako tvrtke poput Walmarta, Unilevera i Nestlea koriste njegovu tehnologiju kako bi se pratio izvor određenog proizvoda, pa sve do praćenja datuma njegove prodaje.

Iako je tehnologija blockchaina relativno nova te još nije u potpunosti iskorištena, za očekivati je da će se u budućnosti ona i dalje nastaviti razvijati i unapređivati logističke operacije (Hass, n.d.).

2.3.5. Skladištenje na zahtjev

Skladištenje na zahtjev fleksibilno je i stabilno logističko rješenje koje omogućuje ispunjenje skladišnih kapaciteta i samo skladištenje pomoću modela tržišta i transakcijskih cijena.

Skladištenje na zahtjev povezuje davatelje skladišta koji imaju višak skladišnih kapaciteta, sa trgovcima koji trebaju fleksibilna rješenja za skladištenjem budući da imaju potrebe za skladišnim kapacitetima. Takvim modelom se brzo i jednostavno mogu ustupiti, tj. zakupiti skladišni prostori, bez dugoročnih obveza ili plaćanja skupih troškova poslovanja (Hass, n.d.).

2.4. Dostava kao dio logistike

Dostava se može definirati kao proces logistike koji slijedi nakon proizvodnje dobara, tj. proces koji se odvija nakon što su dobra komercijalizirana, pa sve dok se ona ne isporuče do potrošača. Može se reći da dostava obuhvaća sve aktivnosti i operacije koje se odvijaju kako bi se dobra stavila na raspolaganje kupcima, neovisno o tome da li su ti kupci prerađivači koji ta dobra dalje koriste u svojim poslovnim aktivnostima, ili su oni krajnji potrošači navedenih dobara (Krekešić, 2016).

Kada govorimo o dostavi može se postaviti jednostavna definicija koja dostavu definira kao djelotvoran prijenos dobara od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje, a sve to uz minimalne troškove i prihvatljivu uslugu za kupce (Šamanović, 2009).

Dostava ima temeljni cilj, a to je da se kroz dostavne aktivnosti poveća vrijednost dobrima na način da prodajna cijena isporučenih dobara kupcima bude viša od ukupnog iznosa troškova nastalih u proizvodnim i dostavnim aktivnostima (Šamanović, 2009).

Dostava je zapravo jedan dio distribucije. Sama distribucija sastoji se od dva područja, a to su fizička distribucija i kanali distribucije. Fizička distribucija sastoji se od aktivnosti skladištenja dobara i upravljanja zalihama, ispunjavanja narudžbi, vanjskog i unutarnjeg transporta i u konačnici lokalne isporuke dobara prema potrošaču. Kanali distribucije mogu biti prodajna služba u tvrtci, brokeri, trgovina na veliko, trgovina na malo i u konačnici sam potrošač.

Dostava se može definirati kao i fizička distribucija, a ta definicija govori da je dostava skup različitih aktivnosti koje omogućuju efikasno kretanje gotovih dobara od kraja proizvodnog procesa do samog potrošača. Prilikom dostave potrebno je voditi računa o određenim načelima koja govore da je potrebno dobra dostaviti u pravo vrijeme, na pravo mjesto, u optimalnoj količini, u odgovarajućem asortimanu i uz najniže troškove (Šamanović, 2009).

2.5. Problematika dostave u posljednjoj milji

Dostava u posljednjoj milji predstavlja posljednji korak u distribuciji dobara od transportnog terminala do krajnjeg korisnika. U tom koraku tvrtke se susreću sa svojim potrošačima te imaju priliku utjecati na njihovo zadovoljstvo. Posljednja milja može imati različiti doseg pa je izraz posljednja milja zapravo figurativan. Doseg posljednje milje može biti od samo nekoliko kilometara, pa sve do sto kilometara, ili čak i više od sto kilometara (Petar, Valeš i Kurti, 2020).

Glavni cilj logistike posljednje milje jest brža, potpunija i jeftinija isporuka dobara. Ona je osmišljena kako bi se savladali izazovi koji nastaju povećanjem prometa u urbanim područjima. Dostava u posljednjoj milji jedan je od ključnih dijelova opskrbnog lanca koji je prvenstveno okrenut prema potrošačima (Crnjac, 2020).

Logistika posljednje milje svakako je interesantna i za trgovce na malo, i to prvenstveno zbog rastuće potražnje za integriranom višekanalnom maloprodajom, a takav vid isporuke svakako je vrlo popularan kod online prodaje. Online prodaju karakterizira velika konkurencija na tržištu zbog čega kupci vrlo često imaju mogućnost alternative što prodavače na neki način tjera da kupcima pruže dodatnu vrijednost. Dodatna vrijednost za kupca najčešće se može postići podizanjem razine usluge na način da se pruži jeftina, brza i efikasna dostava naručenih dobara na kućni prag kupca. Pružanjem takve usluge za kupca, prodavatelj može povećati svoj tržišni udio i osigurati lojalnost kod svojih kupaca.

Svrha logistike posljednje milje jest svladavanje izazova stvorenih povećanjem prometa u urbanim područjima. Isporuka dobara u urbanim područjima često zna biti otežana zbog raznih prometnih propisa, propisa o parkiranju, kao i mnogim drugim preprekama koje su

karakteristične za urbana područja. Osim zapreka vezanih uz navigaciju prilikom dostave, veliki problem jest i zagađenje okoliša prilikom obavljanja poslova isporuke dobara, pa se sve više tvrtki okreće korištenju tehnologija za isporuke koje ne emitiraju ili smanjuju emitirani ugljikov dioksid u okoliš.

Budući da većina tokova dobara počinje i završava u urbanim dijelovima, sve više tvrtki posebnu pozornost počinje posvećivati rješavanju izazova dostave u posljednjoj milji. Sama usmjerenost na posljednju milju dostave svakako je počela dobivati na značaju razvojem e-trgovine i povećanjem troškova dostave u toj posljednjoj milji. Sve organizacije sve više i više pridodaju pažnju i razmišljaju o tome kako što učinkovitije prijeći posljednju milju dostave, tj. kako što učinkovitije, uz što manje troškove, pritom koristeći razne dostupne tehnologije, prenijeti dobra iz distributivnog centra do krajnjeg korisnika.

Kada se govori o posljednjoj milji, potrebno je napomenuti da isporuke posljednje milje obuhvaćaju kretanje dobara od distribucijskog centra, do točke kada krajnji potrošač zaprima dobro, a dionici isporuka posljednje milje su dostavljači, prijevoznici, potrošači i gradska vlast.

Dostavljači teže da se minimiziraju ukupni troškovi, da se dostava izvrši pravovremeno i da se pritom maksimizira razina usluge dostave.

Prijevoznici teže tome da se njihovi ukupni troškovi minimiziraju, a da se maksimizira razina usluge, dok se pridržavaju zadanih vremenskih rokova isporuke.

Potrošači teže maksimiziranju svoje koristi na način da dobe što bržu dostavu uz pristupačnu cijenu. Kako bi se ostvarili zahtjevi potrošača dodatno se zagušuje urbani promet.

Gradska vlast kao posljednji dionik isporuke u posljednjoj milji želi maksimizirati ukupni ekonomski napredak grada koji je potrebno uskladiti sa sukobljenim interesima, uz uspostavljanje održivog prometnog sustava (Petar, Valeš i Kurti, 2020).

3. Dostava

Dostava je proces, tj. postupak koji se već dugo koristi. Od najranijih vremena javljaju se razni primitivni oblici dostave, dok se ista sve više i više modernizirala u posljednje vrijeme.

3.1. Povijesni razvoj dostave

Od prapovijesnih vremena postoji potreba za premještanjem stvari od jedne do druge točke. Bilo da je bilo potrebno premjestiti kamenje ili neki drugi materijal za izgradnju kuće, životinje koje su služile za hranu ili u današnje vrijeme neka dobra koja su kupljena online, takva potreba za premještanjem stvari uvijek je prisutna.

Kada se govori o počecima razvoja dostave, potrebno je spomenuti dostavu raznih poruka. Potreba za dostavom poruka najprimitivniji je oblik dostave, a isti se razvio i prije pojave glasnika koji su dostavljali poruke. Prije pojave glasnika, poruke su se dostavljale pomoću dimnih signala.

Sama preteča dostave može se pronaći još u poslovima koje su obavljali razni glasnici i koji su trčeci sa jedne na drugu lokaciju dostavljali razne poruke. Nakon primitivnih oblika dostave poruka pomoću glasnika koji su trčali, počeli su se razvijati razni oblici dostave poruka pomoću goluba pismonoša ili uz pomoć konja i kočija.

Nakon prethodno spomenutih primjera dostave poruka, javio se i prvi zabilježeni primjer premještanja stvari sa jedne na drugu lokaciju. Takav prvi primjer svojevrsne dostave može se primijetiti još u Egiptu kada se materijal za izgradnju piramida premještao, tj. dostavljao sa jedne na drugu lokaciju, i to na ne tako male udaljenosti.

Tehnike premještanja, tj. dostave u početku su bile vrlo primitivne, te se za takove aktivnosti prvenstveno koristila samo mehanička snaga čovjeka. Kako je vrijeme odmicalo tako su se počele razvijati i razne tehnike koje su se koristile za takove aktivnosti premještanja stvari s jedne na drugu lokaciju, tj. za dostavu.

Iako su postojali razni primitivni načini dostave u prošlosti, od same pojave takve djelatnosti, može se reći da su se svojevrsni primitivni oblici dostave razvili kada su se u dostavi počele koristiti životinje. Dostava pomoću životinja svakako je jedan početni korak u razvoju dostave kakvu danas poznajemo.

Životinje koje su se koristile za dostavu prvenstveno su bile deve, psi i konji. Deve su u Australiji bile uobičajene životinje koje su se koristile za nošenje paketa i pošte na velike udaljenosti. Deve su se u dostavi koristile sve do 1929. godine kada se sve više i više počela koristiti željeznica koja je u konačnici deve i zamijenila.

U hladnijim područjima za dostavu su se najčešće koristili psi. Dostava pomoću pasa prvenstveno se odvijala na Aljasci, Kanadi i nekim područjima Australije. Psi su se koristili kako bi vukli saonice pomoću kojih se dostavljala pošta i paketi i to u periodu od 1890. do 1963. godine.

Kada govorimo o dostavi pomoću životinja svakako je potrebno spomenuti i konje. Zbog njihove pripitomljenosti i izdržljivosti, konji su se u većini drevnih carstava koristili za dostavljanje poruka. Još u 1974. godini zabilježeno je da su se konji koristili u svojevrsnim kurirskim službama kojima su se dostavljale poruke između glavnih gradova i dvoraca. Do 16. stoljeća po cijeloj zapadnoj Europi proširila se mreža kurirske dostave pomoću konja. U Americi se razvio tzv. Pony Express koji je isporučivao razne pakete. Još i dan danas, u nekim udaljenim dijelovima svijeta poput Tibeta ili Kine, konji se koriste za dostavu pošte i paketa.

Moderna industrija dostave ubrzano se počinje razvijati izumom automobila, željeznica i uspostavljanjem glavnih cestovnih prometnica. Evolucija modernog prijevoza omogućila je razvoj dostave i slanje raznih paketa širom svijeta u jednom danu, a pojava i razvoj Interneta dostavu je otvorila svima.

Razvoj moderne dostavne industrije počeo je 1907. godine kada je osnovana prva velika dostavna tvrtka u Seattlu, a iz koje se kasnije razvila svjetski poznata tvrtka UPS. U razdoblju od 1913. do 1930. godine tvrtka se intenzivno razvijala i specijalizirala se za dostavu paketa za maloprodaju te ista počinje dominirati tržištem.

U Australiji je 1946. godine osnovana tvrtka KW Transport koja je u početku imala samo jedan kamion za dostavu. Daljnjim razvojem tvrtke njena dominacija se povećava, a tvrtka mijenja naziv u TNT.

Tvrtka UPS je 1953. godine u svom poslovanju počela koristiti zrakoplove kako bi povezala zapadne i istočne dijelove SAD-a, a time ista još više povećava svoju dominaciju na tržištu.

Kasnije je 1969. godine osnovana tvrtka DHL kao specijalizirana tvrtka za dostavu dokumentacije za carinjenje robe prije nego je sama roba došla do carine. Na taj način bio je omogućen prelazak robe preko carine bez bilo kakvih zadržavanja budući da su se sve radnje oko carinjenja već ranije obavile. Takva poslovna praksa ubrzo se proširila i kod ostalih dostavnih tvrtki. U narednom razdoblju tvrtka DHL značajno je proširila svoje poslovanje i otvorila internacionalne podružnice.

Još jedna poznata dostavna tvrtka FedEx osnovana je 1973. godine i već je prve večeri poslovanja dostavila 186 paketa.

Već iduće godine, 1974., tvrtka DHL otvorila je svoje podružnice u mnogim zemljama, te je obrađivala čak 500.000 pošiljki dnevno.

Tvrtka UPS je 1977. godine još više počela koristiti zračni prostor za dostavu paketa te je postala prva tvrtka koja može isporučiti pakete u svaku državu u Americi.

Značajan događaj u razvoju dostavne industrije bio je 1988. godine kada je tvrtka UPS osnovala vlastitu zrakoplovnu tvrtku za dostavu, dok je 1989. godine ista već poslovala u više od 175 zemalja širom svijeta. Tvrtka UPS je svakako bila predvodnik u industriji dostave te je 1992. godine počela koristiti elektroničko praćenje pošiljaka i za to je uspostavila i web stranicu.

Iako je gotovo bankrotirala, ali ju je od toga spasio dobitak vlasnika u kasinu, tvrtka FedEx je 2000. godine postala pravi globalni brend, a iste godine je tvrtka DHL pokrenula uslugu za praćenje paketa pomoću SMS-a.

Veliki napredak ostvaren je 2002. godine kada su izumljeni sustavi za praćenje pošiljaka u realnom vremenu koji omogućuju kupcima da putem Interneta uživo prate isporuku svojih paketa.

Od 2004. godine pa sve do danas zabilježen je trend sve većeg razvoja tvrtki za dostavu, kao i posrednika između njih i prodavatelja, tj. kupaca. Takav trend omogućio je prodavateljima da svojim kupcima omoguće konkurentnu dostavu dobara koja kupuju, a istovremeno mogu pratiti kretanje paketa. Sama usluga dostave vrlo je jednostavna i ista se naručuje bez mnogo suvišne papirologije.

Napretkom tehnologije kao i razvojem novih tehnoloških, ali i prometnih rješenja, za očekivati je da će se i usluge i mogućnosti dostave i u budućnosti nastaviti modernizirati i prilagođavati potrebama prodavatelja i kupaca (Secure Media, 2018).

3.2. Tehnologije dostave

Dostava bilo kojih dobara ili usluga za cilj treba imati brzu i učinkovitu dostavu željenog dobra ili usluge, uz optimalni utrošak resursa, na način da se dostava obavi u pravo vrijeme i na pravo mjesto.

Prilikom same dostave dobara koriste se razne tehnologije prijevoza. Prijevoz se može obavljati cestovnim, željezničkim, vodnim, zračnim ili cijevnim putem. Navedene osnovne tehnologije prijevoza često se mogu proširiti i različitim novim sustavima prijevoza, poput kontejnerskog sustava i vertikalnog prijevoza, ili raznim intermodalnim sustavima koji se koriste za prijevoz dobara (Kolarić i Skorić, 2014).

Kada se govori o tehnologijama dostave najrasprostranjenije tehnologije dostave svakako su tradicionalne tehnologije dostave i to dostava pomoću raznih kurirskih službi ili osobno preuzimanje paketa na određenoj lokaciji.

Kada se govori o osobnom preuzimanju paketa na određenoj lokaciji, dostava se obavlja na način da primalac paketa isti osobno preuzme u nekoj od njemu najbližih poslovnih jedinica

isporučitelja paketa. Takav način dostave najčešće se koristi prilikom kupnje putem web trgovine. Kupac prilikom kupnje može odabrati da svoju narudžbu osobno podigne u jednoj od poslovnih jedinica prodavatelja ili njegova poslovnog partnera. Takav način dostave za kupca je najčešće uvijek besplatan neovisno o iznosu narudžbe, a sam paket se u poslovnicu preuzimanja dostavlja zajedno sa ostalom robom koja se dostavlja u poslovnicu, direktno iz centralnog skladišta ili iz neke druge poslovne jedinice prodavatelja, pa tako ni prodavatelj nema veliki dodatni trošak za takovu dostavu kupcu.

Dostava pomoću kurirske službe predstavlja najrašireniji oblik dostave koja je vrlo fleksibilno orijentirana i ima vrlo individualni pristup prema uslugama koje vrši za pojedine klijente. Dostava kurirskom službom podrazumijeva dostavu do vrata u relativno kratkom vremenu što je prihvatljivo kako za pošiljatelja, tako i za primatelja paketa koji se dostavlja (Bičak, 2013).

Prilikom obavljanja dostave, najzastupljeniji oblik prijevoza dobara jest cestovni prijevoz prometnicama kojim se realiziraju tokovi dobara na području gradova. Dostava prometnicama može se odvijati raznim teretnim vozilima, kombi vozilima, putničkim vozilima, motorima, biciklima, autobusima, romobilima, pješice, ili uz upotrebu nekog drugog pomoćnog sredstva poput rola ili sl.

Kako bi se što lakše pristupilo središnjim gradskim zonama i kako bi dostava u posljednjoj milji bila što učinkovitija, sve se više koriste razna kombi i pick-up vozila koja imaju dobre manevarske sposobnosti. Postoji trend smanjenja obujma i veličine pojedinih paketa u jednoj dostavi, dok se pritom povećavaju frekvencije dostava, tj. dostave postaju sve češće, pa se upravo takva vozila pokazuju kao vrlo učinkovita u obavljanju dostava.

Osim kombi vozila i pick-up vozila, za dostavu na kućnu adresu, ali i za dostavu središnjim gradskim dijelovima, vrlo su učinkoviti i popularni motocikli ili posebno konstruirani tzv. gradski bicikli koji imaju košaru koja može biti veličine i do jedne palete. Budući da je u središnjim gradskim zonama često zabranjen promet motornim vozilima, takva vozila vrlo su korisna te ona omogućuju dostavu na način da dostavljač ne treba istu vršiti pješke sa raznim prijenosnim sredstvima ili kolicima, što je također jedna od opcija za dostavu (Kolarić i Skorić, 2014).

3.3. Novi oblici dostave

Osim prethodno spomenutih tradicionalnih tehnologija dostave, u posljednje vrijeme se razvijaju i razni novi oblici dostave koji nadopunjuju tradicionalne oblike dostave i čine dostavu učinkovitijom, te ju prilagođavaju novim tehnologijama.

3.3.1. Dostava autonomnim robotskim vozilima

Dostava raznim autonomnim robotskim vozilima svakako je jedna od novih tehnologija dostave koja će se u budućnosti sve više i više koristiti.

Tvrtka Starship Technologies razvila je tehnologiju autonomne dostave pomoću malenih robotskih vozila. U samu tvrtku Starship Technologies uložio je i proizvođač automobilskih guma Goodyear preko svojeg fonda rizičnog kapitala Goodyear Ventures. Tvrtka Starship Technologies izgradila je mrežu samovoznih dostavnih robota koji lokalno mogu dostavljati hranu, prehrambene proizvode ili pakete u roku od samo nekoliko minuta. Dostava pomoću njihovih robota moguća je na dvadesetak lokacija unutar SAD-a, kao i na desetak mjesta u Estoniji, Danskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i Njemačkoj. Roboti navedene tvrtke obavili su više od milijun autonomnih dostava, a za te dostave su prevalili milijune kilometara. Svi dostavni roboti voze autonomno, ali njihovu vožnju prate ljudski operatori koji mogu preuzeti kontrolu nad robotom ukoliko se za time pokaže potreba (Vrbanus, 2021).

Slika 3.1 prikazuje vozilo tvrtke Starship Technologies i prikaz na koji način se paket koji se dostavlja preuzima od autonomnog dostavnog vozila.

Slika 3.1 Autonomno dostavno vozilo tvrtke Starship Technologies



Izvor: Vrbanus, S. (2021) Preko 100 milijuna dolara za autonomnu dostavu robotskim vozilima, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.bug.hr/tehnologije/preko-100-milijuna-dolara-za-autonomnu-dostavu-robotskim-vozilima-18679>>, [20.03.2021].

Osim autonomnih robota za dostavu prethodno spomenute tvrtke, FedEx je također razvio autonomnog robota Roxo. Autonomni robot Roxo kreće se po nogostupu, na biciklističkim stazama i uz cestu, a omogućuje dostavu u istom danu. Roxo se koristi za dostavu u posljednjoj milji, a upotrebljava se za dostavu u radijusu do osam kilometara. Paket se može dostaviti direktno kupcu na vrata, a sam robot se čak može penjati i po stepenicama.

Sam robot Roxo je dizajniran da može ostvariti interakciju sa okruženjem, te je opremljen sa raznim senzorima koji mu omogućuje da sagledava svoje okruženje za svih 360 stupnjeva. Robot je opremljen kamerama pa operater može kroz tu kameru vidjeti njegovo okruženje i preuzeti kontrolu ukoliko dođe do neke izvanredne situacije. Operater putem mikrofona i zvučnika može i komunicirati sa okruženjem oko robota, a žmigavci, svijetla i ostali signalni znakovi ljudima iz okoline robota daju obavijest o smjeru kretanja robota.

Robot Roxo razvijen je u suradnji FedEx-a i tvrtke DEKA Research & Development, a isti koristi DEKA-inu iBot bazu električnih invalidskih kolica čime mu je omogućeno kretanje po neravnom terenu, prelazak po stepenicama, strmim nagibima i sl. (FedEx, n.d.).

Slika 3.2 prikazuje autonomno dostavno vozilo tvrtke FedEx.

Slika 3.2 Autonomno dostavno vozilo tvrtke FedEx



Izvor: FedEx (n.d.) Meet Roxo™, the FedEx SameDay Bota, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.fedex.com/en-us/innovation/roxo-delivery-robot.html>>, [20.03.2021].

Iako je upotreba takvih autonomnih robota značajan napredak u odvijanju dostave u posljednjoj milji, njihova pojava imala je i negativne konotacije. Kada su se FedEx-ovi autonomni roboti pojavili na ulicama New Yorka, razvila se žustra polemika oko toga da oni krađu ljudima posao, i da prilikom svog kretanja ne poštuju prometna pravila. Upravo zbog toga isti su ubrzo nakon svog pojavljivanja i zabranjeni u New Yorku (Jurman, 2019).

3.3.2. PUDO tehnologija dostave

Pick up and drop off tj. PUDO tehnologija dostave u posljednjoj milji jest tehnologija dostave koja omogućuje smanjenje broja neuspjelih dostava, a temelji se na dostavi pomoću paketomata. Ova tehnologija uvelike se razvila zbog sve većeg razvoja e-trgovine. Na raznim lokacijama dostavne tvrtke postavljaju svoje paketomate. Korisnici te tehnologije trebaju se registrirati kod pružatelja takove usluge te im se pritom dodjeljuje korisnički kod. Prilikom naručivanja pošiljke, pomoću tog koda naručitelj umjesto svoje kućne adrese odabire lokaciju PUDO uređaja na koju žele da im se dostavi pošiljka. Nakon što je narudžba izvršena, korisnik dobiva referentni broj za preuzimanje naručene pošiljke, a kada pošiljka stigne u PUDO uređaj, na e-mail ili mobilni uređaj SMS-om, dobiva obavijest o prispjeću pošiljke, ta tada on ima određeni rok da istu i podigne.

Osim preuzimanja pošiljke na PUDO uređaju, korisnik istu pomoću njega može i poslati, ali u obrnutoj proceduri (Janković, 2019).

Slika 3.3 prikazuje uređaj PUDO tehnologije dostave.

Slika 3.3 Uređaj PUDO tehnologije dostave



Izvor: Kern (2019) PUDO reaches an agreement with SEUR to incorporate the smart terminals into its network of Pickup points [Internet], <raspoloživo na: https://www.kernworld.com/media/press_release_-_pudo_reaches_an_agreement_with_seur.pdf>, [20.03.2021].

Budući da je trend slanja paketa u intenzivnom porastu, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj, Hrvatska pošta je pokrenula projekt vrijedan 108 milijuna kuna kojim nastoji smanjiti gužve prilikom preuzimanja paketa, i omogućiti kvalitetniju uslugu svojim korisnicima na način da oni mogu preuzeti paket u trenutku koji im najbolje odgovara. Rast slanja paketa u Hrvatskoj povezan je sa rastom tržišta Internet trgovine u Hrvatskoj koje raste prosječno 12 % na godišnjoj razini. Porastom tog tržišta povećava se i promet paketima pa je potrebno osigurati učinkovitiju isporuku u posljednjoj milji. Unapređenje isporuke u posljednjoj milji uspostavom usluge paketomata dio je Razvojne strategije Pošta 2022. sukladno kojoj Hrvatska pošta planira uspostaviti uslugu dostave paketomatima. Tu uslugu omogućit će sustav od 300 paketomata koji se planiraju postaviti diljem Hrvatske. Paketomatima će biti omogućena isporuka paketa sedam dana u tjednu, 0 – 24 sata. Takav trend isporuke pošiljaka prisutan je i u drugim državama. Primjer za usporedbu mogu biti Baltičke zemlje koje imaju instaliranih 750 paketomata, tj. jedan paketomat na 8.000 stanovnika. Npr., u Estoniji se 90 % isporuka obavlja putem paketomata. S obzirom na prethodno iznesene podatke, za očekivati je da će takova usluga biti široko prihvaćena i korištena i u Hrvatskoj (Hrvatska pošta d.d., 2020).

3.4. Dostava dronovima u posljednjoj milji

Dostava dronovima još je jedan od novih oblika dostave u posljednjoj milji. Bepilotna letjelica, tj. dron, kojom se može upravljati daljinskim upravljačem, ili pak ista može biti autonomna u posljednje se vrijeme sve više i više koristi za dostavu u posljednjoj milji, a sama tehnologija dostave dronovima neprestano se razvija i usavršava.

Dostava dronovima u posljednjoj milji svakako je efikasna budući da se dronom može brzo i jednostavno stići na željenu lokaciju dostave. Sami dronovi ne povećavaju volumen prometa, pogotovo u urbanim područjima, a dostava dronovima moguća je i u raznim ruralnim mjestima. Sami dronovi također su ekološki prihvatljiviji od raznih cestovnih vozila koja za pogon koriste naftne derivate budući da se dronovi pokreću na struju pa samim time i manje onečišćuju okoliš.

Dostava dronovima ipak ima i određena ograničenja, i to prvenstveno u vidu nosivosti drona, tj. maksimalne težine paketa, kao i u samom dometu dostave s obzirom na trajanje baterije letjelice. Sama tehnologija dostave je još u razvoju, a potrebno je riješiti i pravnu regulativu vezanu uz masovnu upotrebu dronova za dostavu u posljednjoj milji (Janković, 2019).

Svakako je za očekivati da će se takva tehnologija dostave i dalje nastaviti razvijati i usavršavati, te da je to tehnologija budućnosti dostave u posljednjoj milji. Više o samim dronovima i njihovoj primjeni u dostavi u posljednjoj milji biti će rečeno u nastavku rada.

4. Dronovi

Pojam dron ima jako široko značenje. Pojam dron prvenstveno se odnosi na sve bespilotne letjelice koje mogu biti ili na daljinsko upravljanje ili mogu imati određenu razinu autonomnosti. Dron se također može promatrati i kao spoj bespilotne letjelice i sustava koji je potreban za njeno upravljanje.

Od same pojave dronova u prošlosti, dronovi su se većinom koristili u vojne svrhe. Kada su se 2010. godine pojavili multitrotorni dronovi, dronovi su postali dostupniji široj javnosti, te su postali i poznatiji i rasprostranjeniji.

Nakon 2010. godine počinje nagli razvoj industrije dronova kao oblika industrije u kojoj ima mnogo prostora za razne inovacije i prilagodbu, te približavanje dronova široj javnosti (Šmejkal, 2018).

4.1. Sustav dronova

Dron nije samo bespilotna letjelica koja leti u zraku. Dron predstavlja cijeli sustav koji je povezan sa tom letjelicom i omogućuje joj letenje. Sustav drona sastoji se od letjelice, njezinog tereta, te stanice ili sistema za upravljanje letjelicom koji se nalazi na zemlji (Šmejkal, 2018).

4.1.1. Letjelica

Letjelica, tj. ono što se u širokoj javnosti najčešće naziva dron, sastoji se od okvira letjelice, pogonskog sustava, računala za kontrolu leta, preciznog sustava navigacije, sustava za komunikaciju i Sense and Avoid (S&A) sustava (Šmejkal, 2018). Slika 4.1 prikazuje letjelicu dronskog sustava.

Slika 4.1 Letjelica dronskog sustava



Izvor: Links (n.d.) Dron DJI Mavic Air, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.links.hr/hr/dron-dji-mavic-air-arctic-white-4k-uhd-kamera-3-axis-gimbal-vrijeme-leta-do-21min-upravljanje-daljinskim-upravljacem-bijeli-410501075>>, [10.12.2020].

a) Okvir letjelice

Okvir letjelice štiti letjelicu od opasnosti koje joj mogu prijetiti iz okoline, te raznih vremenskih nepravilnosti. Kod letjelica sa sustavom fiksnih krila, okvir letjelice također služi i za stvaranje uzgona (Valavanis i Vachtsevanos, 2015).

b) Pogonski sustav

Bez pogonskog sustava letjelica ne bi mogla letjeti. Pogonski sustav daje potreban potisak za održavanje leta. Pogonski sustav utječe na performanse letjelice, njenu efektivnost i iskoristivost, a zajedno sa ostalim čimbenicima određuje istrajnost u letu, veličinu, te svrhu u koju će se koristiti (Valavanis i Vachtsevanos, 2015).

Pogonski sustav može raditi na tradicionalno gorivo iz aviona, na baterije, na gorivne ćelije ili na solarnu energiju (Vergouw et al., 2016).

c) Računalo za kontrolu leta

Računalo za kontrolu leta omogućuju održavanje unaprijed definirane putanje leta kod autonomnih dronskih sustava, ili praćenje podataka zaprimljenih sa stanice na zemlji, u stvarnom vremenu, i izvođenje naredbi na način da se izbjegavaju prepreke i druge letjelice u zračnom prostoru (Šmejkal, 2018).

d) Sustav navigacije

Pomoću sustava navigacije omogućeno je pozicioniranje letjelice u svakom trenutku (Šmejkal, 2018).

e) Sustav za komunikaciju

Kako bi letjelica mogla letjeti, potrebno je imati i sustav za komunikaciju. Sustav za komunikaciju sastoji se od odašiljača, prijemnika, antena i modema koji sve povezuje sa sensorima na letjelici.

Glavne zadaće sustava za komunikaciju su da prema letjelici šalje podatke za upravljanje sa stanice na zemlji ili satelitu, da šalje podatke koje su senzori prikupili prema stanici na zemlji ili satelitu, te da osigurava mjerenje azimuta i udaljenosti letjelice od zemlje i od satelita kako bi se osigurala kvalitetna komunikacija između njih (Šmejkal, 2018).

f) S&A sustav

Sense and Avoid sustav, tj. S&A sustav je sustav koji služi za izbjegavanja sudara letjelice. Taj sustav se sastoji od senzora koji su ugrađeni u letjelicu. Ti senzori prikupljaju i obrađuju podatke na ruti leta, te bilježe informacije o eventualnim preprekama kako bi se one izbjegle (Šmejkal, 2018).

4.1.2. Teret drona

Teret drona, tj. letjelice je druga komponenta sustava drona. Teret koji letjelica nosi može se podijeliti na elektro-optičke sisteme za opažanje i skenere, sustave sa infra-crvenim zračenjem, razne radare, senzore za okoliš, te teret koji je za vrijeme leta moguće odbaciti, poput npr. oružja, sonde, hrane i sl.

Letjelica može nositi jedan ili više tereta, a glavna svrha dronskog sustava je zapravo prijevoz tereta na određenu lokaciju (Šmejkal, 2018). Primjer drona sa teretom prikazuje Slika 4.2.

Slika 4.2 Dron sa teretom



Izvor: IATA (n.d.) Cargo Drones, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.iata.org/whatwedo/cargo/Pages/cargo-drones.aspx>>, [10.12.2020].

4.1.3. Sustav za upravljanje na zemlji

Treća komponenta sustava drona jest sustav ili stanica za upravljanje na zemlji. Ona služi za upravljanje letjelicama, tj. davanje naredbi prema letjelici na koji način ona treba letjeti i koje zadatke treba izvršavati. Sustavi drona mogu biti više ili manje autonomni, pa o tome ovisi i koje sve naredbe se trebaju prema dronu slati sa stanice za upravljanje.

Ovisno o stupnju autonomnosti letjelice, stanice za upravljanje razlikuju se po svojoj opremljenosti i kompleksnosti (Šmejkal, 2018).

Zemaljski sustavi ili stanice za upravljanje sastoje se od ekrana za prikazivanje letjelice, navigacijskog sustava, sustava za praćenje ispravnosti letjelice i ekrana za prognostiku, grafičke slike i pozicijskog mapiranja, komunikacijskih sustava i računala za obradu podataka (Šmejkal, 2018).

Ovisno o kompleksnosti i namjeni drona, sustavi ili stanice za zemaljsko upravljanje mogu biti jednostavni, veličine mobilnog uređaja, ili pak mogu biti znatno veći i kompliciraniji sustavi. Primjer jednostavnog sustava za upravljanje dronom prikazuje Slika 4.3.

Slika 4.3 Primjer jednostavnog sustava za upravljanje dronom



Izvor: DJI (n.d.) Store, [Internet], <raspoloživo na: <https://store.dji.com/guides/dji-spark-remote-controller/>>, [10.12.2020].

4.2. Razvoj dronova

Još od davne prošlosti ljudi su fascinirani letenjem te su osmišljavali razne primitivne naprave za letenje. Ideje o raznim bespilotnim letjelicama, ali i onima sa pilotima, javljale su se još i prije Krista, u raznim dijelovima svijeta.

Prvi ozbiljniji izum u kojem se mogu prepoznati neke karakteristike dronova, smatra se da je bio Da Vincijev zračni žiroskop. Taj izum iz 1483. godine koji je uz upotrebu dovoljne sile mogao poletjeti, smatra se pretečom današnjih helikoptera i današnjih multirotnih dronova budući da i jedni i drugi funkcioniraju na sličan način (Dalamagkidis, Valavanis i Piegl, 2012).

Bespilotne letjelice, tj. dronovi, pojavili su se prije letjelica koje su mogle nositi pilote, prvenstveno zbog pitanja sigurnosti, ali i dodatnog tereta koji nastaje kada se u letjelici nalazi i pilot.

Nakon što je 1783. godine obavljen prvi let čovjeka u balonu punjenim toplim zrakom, 1863. godine je inovator Charles Perley patentirao svoj bespilotni bombarder. Taj bespilotni bombarder bio je zapravo balon na vrući zrak koji je nosio košaru s eksplozivom koja je bila spojena na mehanizam za odbrojavanje, a kada je došlo vrijeme, košara se otvorila i bacila teret, tj. eksploziv (Šmejkal, 2018).

Douglas Archibald je 1883. godine svojom letjelicom u obliku dječjeg zmaja obavio prvo fotografiranje zemlje iz zraka. Nakon toga, ubrzo se od strane američke vojske prepoznala primjena takove letjelice u vojne svrhe.

Tokom Prvog i Drugog svjetskog rata nastavio se razvoj dronova, a prvi dron na daljinsko upravljanje napravljen je 1917. godine i to je bio zapravo zrakoplov Curtiss N-9 (Šmejkal, 2018).

Reginald Denny je 1939. godine uz pomoć suradnika napravio prvi dron na daljinsko upravljanje koji je ušao u masovnu proizvodnju. Naziv tog drona bio je OQ-2 i time je zapravo počela era zrakoplova na daljinsko upravljanje (Šmejkal, 2018).

Tokom hladnog rata javila se potreba za dronovima koji bi mogli izviđati i fotografirati neprijateljski teritorij. U tom periodu borbeni dronovi su se prenamijenili u dronove za izviđačke svrhe. Kako bi mogli neometano izviđati neprijateljski teritorij, javila se potreba da ti dronovi budu i nevidljivi radarima (Šmejkal, 2018).

Pravi razvoj dronova smatra se da je počeo 1973. godine u Izraelu kada se počeo koristiti dron Firebee 1241 u ratu između Izraela, Egipta i Sirije. Nekoliko godina kasnije, tj. 1978. godine, također u Izraelu, počinje se proizvoditi iznimno lagani dron Scout. Dron Scout bio je izrađen od stakloplastike, a služio je za nadzor budući da je mogao emitirati sliku u stvarnom vremenu (Šmejkal, 2018).

Izrael i Amerika 1986. godine zajednički ulaze u projekt u kojem nastaje dron RQ-2 Pioneer.

U tom vremenskom periodu prvenstveno su se proizvodili dronovi za vojne svrhe. U Izraelu je 2001. godine nastao dron Firebird 2001 koji je bio daljinski upravljani, a bio je namijenjen slanju informaciju u stvarnom vremenu o veličini, brzini, perimetru i kretanju požara pomoću GPS-a, GIS-a i infracrvene kamere (Šmejkal, 2018).

Do 2010. godine dronovi su se većinom upotrebljavali u vojne svrhe. Pojavom dronova na multitrotorni pogon sa električnim motorima, oni postaju rasprostranjeniji i dostupniji široj javnosti, a počinju se koristiti i u ostale svrhe osim vojnih (Šmejkal, 2018).

4.3. Funkcioniranje dronova

Funkcioniranje dronova zapravo ovisi o samom tipu drona, tj. vrsti drona. Postoji više vrsta dronova koji se mogu razlikovati ovisno o tehničkim karakteristikama. Tehničke karakteristike drona uvjetuju na koji način dron funkcionira, pa je tako tip drona zapravo definiran tehnologijom koja se koristi kako bi dron letio.

Dronovi se ovisno o tipovima mogu razlikovati na način da postoje dronovi sa sustavom fiksnih krila, dronovi sa multitrotornim sustavom, hibridni sustavi dronova, ornitopteri i dronovi koji koriste turbo ventilatore. Tehnologija koja se koristi kako bi dron mogao letjeti također je odlučujući faktor za oblik i izgled drona (Vergouw et al., 2016).

Dronovi se prema tipu mogu podijeliti u dvije glavne skupine – dronovi sa sustavom fiksnih krila i dronovi koji koriste multirotni sustav. Većina dronova zapravo pripada jednoj od te dvije skupine dronova. Postoje i dronovi sa hibridnim sustavima, ornitopteri i dronovi koji koriste turbo ventilatore tj. mlazni pogon, ali oni se ne upotrebljavaju baš toliko (Vergouw et al., 2016).

4.3.1. Tehnologija dronova

4.3.1.1. Dronovi sa sustavom fiksnih krila

Dronovi koji imaju sustav fiksnih krila su dronovi koji imaju fiksna krila kakva se uglavnom koriste u zrakoplovnoj industriji. Takvi sustavi imaju fiksna i statična krila koja u kombinaciji sa zračnom brzinom podižu letjelicu. Jedan od najznačajnijih primjeraka drona sa sustavom fiksnih krila je široko korišteni dron Raven koji prikazuje Slika 4.4 (Vergouw et al., 2016).

Slika 4.4 Prikaz drona Raven



Izvor: AVINC (n.d.), [Internet], <raspoloživo na: <https://www.avinc.com/uas/services>>, [16.12.2020].

4.3.1.2. Dronovi sa multirotnim sustavom

Multirotni sustavi su podskup rotorcraft sustava. Rotorcraft sustav se koristi kod zrakoplova koji imaju okretna krila kako bi se njima ostvarilo podizanje. Najbolji primjer takvog sustava je sustav na kojem radi helikopter. Rotorcraft sustav može imati jedan ili više rotora. Dronovi koji koriste rotacijski sustav gotovo uvijek imaju više malih rotora koji se koriste kako bi se osigurala stabilnost drona. Budući da takvi dronovi koriste više rotora, takav sustav zove se multirotni sustav. Multirotni dronovi najčešće imaju najmanje četiri rotora kako bi se dron

održao u letu. Najpopularniji dronovi koji koriste multirotni sustav su široko korišteni Phantom dronovi kineskog proizvođača dronova DJI koji prikazuje Slika 4.5 (Vergouw et al., 2016).

Slika 4.5 Prikaz drona Phantom



Izvor: DJI (n.d.) Store, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.dji.com/hr/phantom>>, [16.12.2020].

Odabir drona sa sustavom fiksnih krila ili drona sa multirotnim sustavom ovisi o tome u koje svrhe se dron želi koristiti. Multirotni dronovi ne trebaju stazu za polijetanje i slijetanje, mogu lebdjeti u zraku, te stvaraju manje buke nego dronovi sa sustavom fiksnih krila.

Dronovi sa sustavom fiksnih krila mogu brže letjeti, te su prikladniji za letove na većim udaljenostima (Vergouw et al., 2016).

4.3.1.3. Dronovi sa hibridnim sustavom

Određeni dronovi se ne mogu svrstati u prethodno definirane dvije najčešće skupine dronova. Dronovi sa hibridnim sustavom imaju karakteristike i dronova sa sustavom fiksnih krila i dronova sa multirotnim sustavom. Primjer takvog hibridnog drona je quadcopter koji koristi više rotora za polijetanje i okomito slijetanje, ali ima i krila pomoću kojih može letjeti na veće udaljenosti (Vergouw et al., 2016). Slika 4.6 prikazuje primjer hibridnog drona sa sustavom fiksnih krila i multirotnim sustavom.

Slika 4.6 Prikaz hibridnog drona

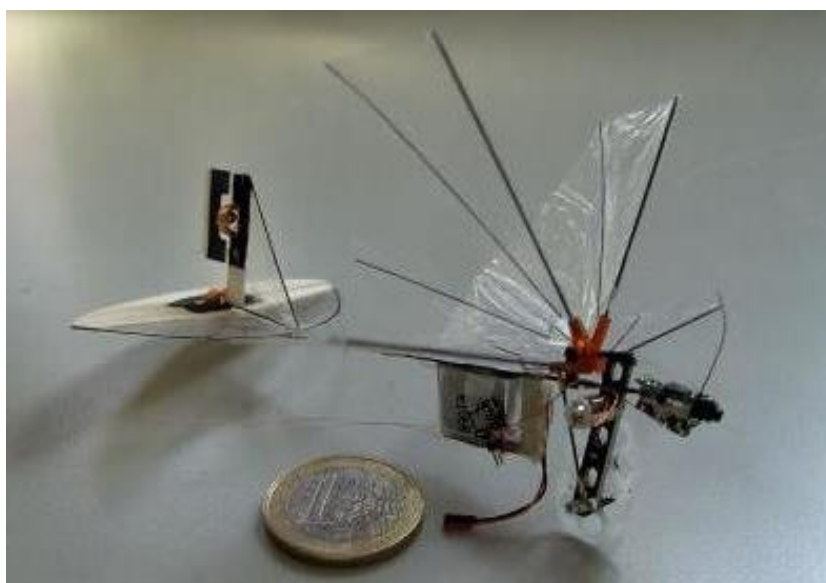


Izvor: Newatlas (2017) Drones, [Internet], <raspoloživo na: <https://newatlas.com/carbonix-volanti-vtol-fixed-wing-industrial-uav/48253/>>, [16.12.2020].

4.3.1.4. Ornitopteri

Rjeđa vrsta dronova su ornitopteri. Takva vrsta drona nema niti sustav fiksnih krila niti sustav multirotora, već se pokreću oponašajući pokrete krila kukaca ili ptica. Njihova veličina je uglavnom ista kao i veličina kukca ili ptice koju predstavljaju. Takvi mali dronovi su još uglavnom u fazi razvoja te se još uvijek ne nalaze u širokoj primjeni. Primjer takvog drona je Delfly explorer, koji oponaša viličinog konjica, a prikazuje ga Slika 4.7 (Vergouw et al., 2016).

Slika 4.7 Prikaz ornitopter drona Delfly explorer



Izvor: Delfly (n.d.), [Internet], <raspoloživo na: <http://www.delfly.nl/>>, [16.12.2020].

4.3.1.5. Dronovi na pogon mlaznih motora

Dronovi na pogon mlaznih motora također se ne mogu svrstati ni u jednu od najčešćih skupina dronova. Takvi dronovi za kretanje koriste turbo ventilatore. Primjer takvog drona je dron T-Hawk. Takva vrsta drona može letjeti sagorijevanjem zraka iznutra (Vergouw et al., 2016). Slika 4.8 prikazuje dron na pogon mlaznih motora.

Slika 4.8 Prikaz drona na pogon mlaznih motora



Izvor: Spectrum (2011), [Internet], <raspoloživo na: <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/aviation/honeywells-rq16-thawk-drone-joins-florida-police-force>>, [16.12.2020].

4.3.2. Autonomija dronova

Dronovi su bespilotne letjelice pa zbog toga oni uvijek imaju određenu vrstu autonomije. Autonomni sustav predstavlja sustav koji omogućuje da se dron može nositi s nepredvidivim situacijama tako da koristi unaprijed programiran skup pravila koja mu pomažu u izboru. Autonomni sustav se razlikuje od automatskog sustava koji je u potpunosti unaprijed programiran i koji samostalno može obavljati unaprijed programirani zadatak, poput npr. automatske stabilizacije leta, ali se ne može nositi s nepredvidivim, tj. neprogramiranim situacijama. Automatski sustavi nemaju „slobodu izbora“ (USDoD, 2013).

Prema Ministarstvu obrane SAD-a, razlikuju se četiri razine autonomije dronova (USDoD, 2013):

- a) Najosnovnija razina autonomije je sustav kojim upravlja ljudski operator koji donosi sve odluke u vezi rada drona. Takav sustav nema nikakvu autonomnu kontrolu preko svog okruženja.

- b) Druga razina autonomije jest sustav delegiran od strane čovjeka. Takav sustav može obavljati mnoge funkcije koje su neovisne o ljudskoj kontroli. Može izvršavati zadatke kada je za to delegirani, bez ljudskog doprinosa. Primjer takovih zadataka su kontrole motora, automatsko upravljanje kao i ostale automatizacije koje se moraju aktivirati ili deaktivirati od strane čovjeka.
- c) Treća razina autonomije jest sustav koji se temelji na ljudskom nadzoru. Takav sustav može obavljati razne zadatke kada mu se za to daju dopuštenja i upute od strane čovjeka. Kod takvog sustava upravljanja dronovima, i sam sustav i nadzornik mogu pokrenuti neku radnju na temelju osjetnih podataka. Sustav te radnje može pokrenuti samo unutar okvira tekućeg zadatka.
- d) Četvrta razina autonomije predstavlja potpuno autonomni sustav. Takav sustav prima ljudske naredbe i prevodi ih u određene zadatke koji se dalje izvršavaju bez daljnje ljudske interakcije. Ukoliko dođe do hitnog slučaja, ljudski operater se može umiješati u bilo koji od tih zadataka.

4.3.3. Izvor napajanja dronova

Ukoliko se promatra izvor energije koji dronovi koriste za svoj rad, možemo razlikovati četiri osnovne kategorije dronova, tj. četiri osnovna izvora energije za rad dronova. Postoje dronovi koji rade na tradicionalno gorivo iz aviona, dronovi koji rade na baterije, dronovi koji rade na gorivne ćelije i dronovi koji rade na solarnu energiju (Vergouw et al., 2016):

- a) Zrakoplovno gorivo ili kerozin uglavnom se koristi kod velikih dronova sa fiksnim krilima. Takvi dronovi su uglavnom vojni dronovi koji mogu biti opremljeni sa različitim senzorima, raketama ili municijom.
- b) Baterije se uglavnom koriste kao izvor energije za male multirotorne dronove. Takvi dronovi su manjeg dometa i imaju manje operativno vrijeme od onih dronova koji koriste kerozin. Takvi dronovi često se koriste za rekreativnu upotrebu, a napajanje na baterije je vrlo praktično kod takvog oblika korištenja dronova.
- c) Dronovi koji rade na gorivne ćelije rade na principu da gorivna ćelija koja je zapravo elektrokemijski uređaj pretvara kemijsku energiju iz goriva izravno u električnu energiju. Ovakva pretvorba energije je učinkovita i ekološka. Takve gorivne ćelije rijetko se koriste u dronovima, a zbog same težine gorivne ćelije, one se upotrebljavaju kod dronova sa fiksnim krilima. Prednost takvog oblika napajanja dronova jest u tome što gorivne ćelije dronovima mogu osigurati energiju za duge letove. Takvi dronovi mogu npr. letjeti 8 sati, umjesto uobičajenih 2 sata.

- d) Dronovi na solarne ćelije također su rijetki. Solarne ćelije se uglavnom koriste kod dronova sa fiksnim krilima, ali zbog slabe učinkovitosti struje koja se dobije od solarnih ćelija, solarne ćelije su pogodnije za multirotorne dronove i ornitoptere. Velika pažnja o dronovima na solarni pogon nastala je kada se razvila ideja Google-a i Facebooka, te proizvođača dronova da se u atmosferu puste dronovi na solarni pogon koji bi ljudima omogućili da se lakše i brže povežu sa Internetom.

4.3.4. Visina leta dronova

Različiti dronovi mogu postići različite visine leta prilikom obavljanja letačkih operacija. Ovisno o visini leta, razlikuje se i kontakt između drona i osobe koja njime upravlja. Prema visini leta drona, možemo razlikovati slijedeće vrste dronova (Šmejkal, 2018):

- a) Dronovi jako male visine – VLA/LOS - obavljaju letačke operacije u G klasi zračnog prostora, na visinama manjim od 121,9 - 152,4 metra, te uvijek postoji stalan vizualni kontakt između drona i osobe koja njime upravlja.
- b) Dronovi jako male visine – VLA/BLOS - obavljaju letačke operacije u G klasi zračnog prostora, na visinama manjim od 121,9 - 152,4 metra, ali dron može letjeti i izvan dosega pogleda osobe koja njime upravlja.
- c) Dronovi srednje visine – MA – obavljaju letačke operacije od A klase do E klase zračnog prostora.
- d) Dronovi jako velike visine – VHA – obavljaju letačke operacije u E klasi zračnog prostora, iznad 182,88 metara.

4.4. Transportne mogućnosti dronova

Transportne mogućnosti dronova uvelike ovise o maksimalnoj masi drona u polijetanju. Maksimalna masa u polijetanju u direktnoj je korelaciji s kinetičkom energijom koju dron ima prilikom pada na zemlju, te to u najvećoj mjeri utječe na sigurnost odvijanja letačke operacije (Šmejkal, 2018). Tablica 4.1 prikazuje klasifikaciju dronova koja se temelji na maksimalnoj masi letjelice u polijetanju.

Tablica 4.1 Prikaz klasifikacije dronova temeljene na maksimalnoj masi letjelice u polijetanju

Klasa	MTOM (kg)	Dolet	Tipična maksimalna visina (m)
0	≤25	Bliski dolet	304,8 (1.000 ft)
1	25-500	Kratki dolet	4.572 (15.000 ft)
2	501-2000	Srednji dolet	9.144 (30.000 ft)
3	>2000	Veikog doleta	iznad 9.144 (30.000 ft)

Izvor: Valavanis, K. P.; Vachtsevanos, G. J. (2015) Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Netherland: Springer (izradio Šmejkal, 2018)

Dronovi imaju veliki potencijal u industriji transporta i logistike budući da oni omogućavaju pristupačnost različitim lokacijama, brzi su, imaju niske operativne troškove, te ne emitiraju CO₂ (Culus et al., 2018).

Problem korištenja dronova u toj industriji može se očitati u određenim zakonskim regulativama koje propisuju da se dronovima ne može upravljati ukoliko se ne nalaze u vidokrugu operatera koji upravlja dronom (Culus et al., 2018).

Više riječi o mogućnostima korištenja dronova u transportu i logistici biti će u nastavku rada.

4.5. Zakonska regulativa za korištenje dronova

Upotreba dronova kako u komercijalne svrhe, tako i u nekomercijalne svrhe podliježe određenim zakonskim propisima. Tehnologija dronova je relativno nova te je još uvijek u razvoju. Mogućnosti koje dronovi pružaju također se još razvijaju. Upravo zbog toga, sama zakonska regulativa koja propisuje korištenje dronova također je još relativno „nova“, te je za očekivati da će se i ona u budućnosti mijenjati i prilagođavati ovisno o razvoju same tehnologije dronova i razvoju mogućnosti koje dronovi pružaju.

Da bi dron poletio, on treba biti tehnički ispravan. Prije polijetanja drona korisnik treba provjeriti da li meteorološki i drugi uvjeti omogućuju siguran let, da li je sva oprema drona odgovarajuće pričvršćena na njega, te da li dron može neometano poletjeti i sletjeti (Središnji državni portal, 2020).

4.5.1. Zakonska regulativa za korištenje dronova u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji

Republika Hrvatske dio je Europske unije pa se na nju odnose zakonske regulative koje se odnose i na ostale države članice Europske unije. Upravo zbog toga, upotreba dronova u Republici Hrvatskoj regulirana je jednako kao i u ostalim državama članicama Europske unije.

U Republici Hrvatskoj, letenje dronovima može se obavljati za potrebe rekreacije i sporta (zrakoplovni modeli dronova) ili se može obavljati za izvođenje letačkih operacija, tj. za izvođenje radova iz zraka poput snimanja, oglašavanja, nadzora ili drugih sličnih aktivnosti koje se mogu obavljati dronovima.

Da bi se bilo kakvi letovi dronovima u Republici Hrvatskoj mogli obavljati, svi letovi dronovima moraju se izvoditi sukladno primjenjivim propisima za korištenje zračnog prostora Republike Hrvatske i odredbama Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova (Središnji državni portal, 2020).

4.5.1.1. Letenje dronovima za potrebe rekreacije i sporta – zrakoplovni model drona

Da bi korisnik mogao upravljati dronom u svrhu rekreacije i sporta, potrebno je osigurati određene preduvjete za to kako bi se takvi letovi obavljali prema svim propisima Republike Hrvatske.

Prije početke leta dronom, potrebno je od HAKOM-a ishoditi dozvolu za uporabu radio frekvencijskog spektra. Dozvola koja se traži ovisi o frekvencijskom pojasu koji koristi sustav drona.

Ukoliko je težina drona veća ili jednaka 20 kilograma, korisnik drona treba sklopiti i policu osiguranja u skladu sa Zakonom o obveznim osiguranjima u prometu, kako bi ista pokrila eventualnu štetu koja može nastati prema trećim osobama prilikom korištenja dronova veće težine.

Prije nego dron poleti u kontroliranom zračnom prostoru, potrebno je ishoditi odobrenje Hrvatske kontrole zračnog prometa.

Ako je težina drona veća od 5 kilograma, dron se treba označiti i identifikacijskom negorivom pločicom koja treba sadržavati podatke o identifikacijskoj oznaci drona, te podatke o vlasniku drona – ime i prezime, adresa i telefon ili e-mail vlasnika.

Važno je napomenuti da se letovi dronom za potrebe rekreacije i sporta mogu izvoditi samo u nenaseljenim područjima (Središnji državni portal, 2020).

4.5.1.2. Letenje dronovima za potrebe izvođenja letačkih operacija

Dronovima se može letjeti u svrhu izvođenja određenih letačkih operacija poput snimanja iz zraka, oglašavanja iz zraka, nadzora iz zraka, ili nekih drugih sličnih aktivnosti.

Prije nego dron počinje izvoditi letačke operacije, njegov operator treba prema Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo podnijeti prijavu u evidenciju operatora sustava bespilotnih zrakoplova. Prijava se treba podnijeti za kategorije dronova B2 i C1. Prije leta, također je potrebno ishoditi odobrenje za izvođenje letačkih operacija kategorije C2.

Letačke operacije dronovima u kontroliranom zračnom prostoru mogu se obavljati samo uz prethodno odobrenje Hrvatske kontrole zračne plovidbe. Let dronom može se odvijati samo na udaljenosti od najmanje 3 kilometra od aerodroma i prilazne ili odlazne ravnine aerodroma.

Za sve dronove koji su mase veće od 900 grama potrebno je uspostaviti ad hoc strukturu zračnog prostora prije početka izvođenja letačkih operacija.

Dronovima se u svrhu izvođenja letačkih operacija može letjeti u kontroliranom zračnom prostoru izvan prostora polumjera 5 kilometara od referentne točke aerodroma na visini do 50 metara iznad tla, kao i na udaljenosti od najmanje 3 kilometara od ruba i pragova uzletno-sletne staze nekontroliranog aerodroma, osim kada su posebno predviđene procedure za letenje bespilotnih zrakoplova definirane naputkom za korištenje aerodroma (Središnji državni portal, 2020).

4.5.1.3. Uredbe Europske unije

Početak 2021. godine na snagu su stupila nova pravila koja se primjenjuju na razini Europske unije, pa tako i u Republici Hrvatskoj, a vezana su uz korištenje dronova.

Područje dronova u Europskoj uniji određeno je Uredbom (EU) 2019/945 o sustavima bespilotnih zrakoplova i o operatorima sustava bespilotnih zrakoplova iz trećih zemalja, te Uredbom (EU) 2019/947 o pravilima i postupcima za rad bespilotnih zrakoplova

Uredba (EU) 2019/947 je provedbena uredba Europske komisije kojom se osigurava da se tijekom letačkih i drugih operacija pomoću dronova, osigurava sigurnost ljudi na tlu, kao i drugih sudionika zračnog prostora. Dronovi su grana zrakoplovstva koja se najbrže razvija pa je upravo zbog toga navedenom uredbom potrebno utvrditi sve zahtjeve koji su povezani s plovidbenošću, organizacijama operacijama i osobama koje su uključene u rad sa dronovima (CCAA, n.d.).

Početak primjene nove prethodno navedene Uredbe promijenila su se pravila za upravljanje dronovima što je donijelo svim operaterima dronova obvezu da prođu postupak registracije za UAS operatora, tj. operatora bespilotne letjelice, tj. drona, i da polože ispit za udaljene pilote, iako su isti već imali prethodno dobiveno odobrenje za navedene letačke operacije.

Prema prethodnoj Uredbi, operatori dronovima se trebaju registrirati kada unutar otvorene kategorije izvode letačke i druge operacije dronovima dopuštene mase pri polijetanju najmanje 250 grama, ili dronovima koji u slučaju pada na čovjeka mogu prenijeti kinetičku energiju veću od 80 J, i kada dronovima koji imaju senzore mogu prikupljati osobne podatke osim ukoliko se isti prema Direktivi Europske unije 2009/48/EZ smatraju igračkama. Registracija je također potrebna kada se dronovima izvode operacije unutar posebne kategorije, neovisno o njihovoj masi.

Piloti koji izvode letačke operacije unutar otvorene kategorije trebaju položiti teorijski ispit. Otvorena kategorija letačkih operacija je na temelju radnih ograničenja, zahtjeva koji se odnose na udaljene pilote i tehničkih zahtjeva dronova, podijeljena na tri potkategorije, i to na potkategoriju A1, A2 i A3.

Otvorena kategorija letačkih operacija uvjetuje da je masa drona koji sudjeluje u tim operacijama manja od 25 kilograma, da udaljeni pilot ima najmanje 16 godina, eventualno 12 ukoliko obavljaju letačke operacije pod nadzorom, da se dronovima ne prevozi opasna roba, da nema izbacivanja predmeta i da nema autonomnih operacija. Dron mora biti uvijek u vidnom polju operatera i može letjeti na visini od maksimalno 120 metara. Potkategorija A1 odnosi se na letačke operacije otvorene kategorije koje se obavljaju iznad ljudi, A2 se odnosi na letačke operacije koje se obavljaju u blizini ljudi, dok se u A3 kategorije iste obavljaju daleko od ljudi (CCAA, 2020).

Operacije dronovima koje spadaju u operacije posebne kategorije su sve operacije koje izlaze izvan okvira ograničenja koja su navedena u operacijama otvorene kategorije. Takve letačke operacije se mogu obavljati dronovima koji su mase veće od 25 kilograma, dronovi mogu letjeti na visini iznad 120 metara, mogu letjeti sa svrhom izbacivanja materijala i sl. (CCAA, 2020). Takve operacije većinom su profesionalne letačke operacije te se ne izvode u privatne svrhe i svrhe zabave, već u određene komercijalne svrhe.

Prethodno spomenuti ispit se polaže online, a trebaju ga položiti udaljeni piloti prije izvođenja operacija dronom u bilo kojoj potkategoriji otvorene kategorije. Udaljeni piloti koji izvode operacije dronovima koji imaju najveću dopuštenu masu pri polijetanju, uključujući i korisni teret, manju od 250 grama i maksimalne brzine manje od 19 m/s ili klase C0 moraju biti upoznati s uputama proizvođača drona (CCAA, n.d.).

Nakon uspješno položenog ispita i završetka postupka registracije, dobiva se registracijski broj operatora i broj dokaza o osposobljenosti udaljenog pilota. Završeni tečaj i potvrda osposobljenosti valjani su 5 godina nakon čega se osposobljenost treba ponovno dokazati (CCAA, 2020).

4.5.2. Zakonska regulativa za korištenje dronova u SAD-u

Upotreba dronova u SAD-u kao i propisi koji su vezani uz njihovu upotrebu na tom području spadaju pod regulaciju američke Federal Aviation Administration (FAA), tj. američke Savezne uprave za zrakoplovstvo.

Sukladno regulativama FAA, operateri dronovima trebaju primjenjivati pravila i savjete kako bi sigurno letjeli u nacionalnom zračnom prostoru SAD-a.

Prije početka obavljanja letačkih operacija dronom potrebno je isti registrirati. Maksimalna visina do koje se može letjeti jest 121,92 metara, tj. 400 stopa. Prilikom letenja potrebno je držati dron u vidnom polju operatera i poštivati ograničenja korištenja zračnog prostora propisanog od strane FAA. Prilikom letenja potrebno je poštivati privatnost, te se ne smije letjeti u blizini drugih zrakoplova, kao ni u blizini zračnih luka. Letenje se također ne smije obavljati iznad grupe ljudi, javnih događaja kao i punih stadiona, a nije dozvoljeno ni letenje u blizini hitnih slučajeva. Operater dronom nikada ne smije upravljati dronom pod utjecajem alkohola ili droga.

Pravila koja propisuje FAA, a koja se odnose na upravljanje dronovima, ovise o samoj svrsi upotrebe drona. Razlikuju se pravila koja se primjenjuju na rekreacijske letaće i letaće iz raznih društvenih organizacija, pravila koja se odnose na daljinske pilote i upotrebu dronova u komercijalne svrhe, kao i pravila koja se odnose na letove vezane uz javnu sigurnost i letove koje provodi vlada (FAA, 2019).

4.5.2.1. Nova pravila za upravljanje dronovima u SAD-u

Razvojem tehnologije dronova i razvojem mogućnosti primjene dronova u privatne, ali i u komercijalne svrhe, stvara se potreba za definiranjem pravila za upotrebu dronova. Kako bi se tehnologija dronova mogla u potpunosti iskoristiti i kako bi se mogle koristiti sve usluge koje dronovi omogućuju, potrebno je promijeniti određene zakonske regulative koje su takve stvari na određen način kočile.

U SAD-u se očekuju zakonske promjene koje bi na snagu trebale stupiti tokom 2021. godine, a koje se odnose na daljinsku identifikaciju dronova, kao i dopuštanje letenje dronova iznad ljudi, vozila u pokretu i noću. Stupanjem na snagu spomenutih zakonskih promjena otvorit će se mogućnost za mnogo napredniju upotrebu dronova u komercijalne svrhe.

Pravila vezana uz daljinsku identifikaciju dronova koja bi trebala stupiti na snagu odnose se na potpunu integraciju dronova u američki Nacionalni sustav zračnog prostora. Kako bi se dronovi mogli integrirati u američki Nacionalni sustav zračnog prometa potrebno je voditi računa o sigurnosti, a dron treba u letu pružiti identifikacijske podatke o samom dronu kao i o njegovoj lokaciji. Daljinska identifikacija dronova pomaže FAA provođenje zakonskih propisa,

te omogućuje njima, kao i drugim agencijama pronalazak kontrolne stanice drona kada se uoči da dron leti na nesiguran način ili leti tamo gdje ne bi smio letjeti.

Nove zakonske regulative zahtijevat će da većina dronova koji lete u zračnom prostoru SAD-a imaju mogućnost daljinskog identificiranja, a daljinska identifikacija pružit će informacije o dronovima u letu, njihov identitet, mjesto leta i nadmorsku visinu drona, kao i mjesto kontrolne stanice drona ili mjesto polijetanja drona. Ovlaštene osobe mogu zatražiti i identitet vlasnika drona.

Operater drona će zahtjeve za daljinskom identifikacijom moći ispuniti na tri načina. Prvi način je taj da se upravlja standardnim dronom sa daljinskom identifikacijom koji emitira podatke o identifikaciji i položaju drona kao i njegove upravljačke stanice. Takvi dronovi su proizvedeni sa ugrađenim uređajem koji omogućuje daljinsko emitiranje identifikacijskih podataka prema postavljenim zahtjevima.

Drugi način daljinske identifikacije je da se koristi dron koji ima udaljeni modul za emitiranje identifikacijskih podataka u skladu sa postavljenim zahtjevima, dok se spomenuti modul za emitiranje može dodati dronu. Operateri takvim dronovima trebaju u svakom trenu biti u mogućnosti da vide dron kojim upravljaju.

Treći način daljinske identifikacije odnosi se zapravo na let drona koji se ne treba daljinski identificirati. Takovi letovi se mogu obavljati unutar vidnog polja njegova operatera i samo na određenim definiranim područjima koja je odredila FAA.

Sukladno prethodno spomenutim zakonskim propisima, dronovi će emitirati podatke o jedinstvenom identifikatoru drona, širini, dužini i geometrijskoj nadmorskoj visini i brzini drona, podatke o zemljopisnoj širini, dužini i geometrijskoj nadmorskoj visini kontrolne stanice drona ili mjesta njegova polijetanja, oznaku vremena, te status nužde (FAA, 2021).

Osim pravila vezanih za daljinsku identifikaciju dronova, na snagu će stupiti i zakonske regulative vezane uz upotrebu dronova iznad ljudi čime će se dronovi integrirati u američki Nacionalni sustav zračnog prostora. Tim zakonskim regulativama biti će propisano izvođenje letačkih operacija dronovima iznad ljudi i u noćnim uvjetima, a stupanjem na snagu tih zakonskih propisa otvorit će se velike mogućnosti za komercijalnu upotrebu dronova.

Spomenute zakonske promjene izrazito su važne budući da se sukladno prethodnim regulativama nije dopuštalo izvođenje letačkih operacija dronovima iznad ljudima i u noćnim uvjetima čime su mogućnosti korištenja dronova u komercijalne svrhe bile izrazito ograničene.

Budući da je tehnologija dronova izrazito napredovala, pojavila se potreba da se dopuste određene rutinske operacije dronovima iznad ljudi, vozila u pokretu, te u noćnim uvjetima.

Letačke operacije koje se mogu obavljati iznad ljudi ovise o razini potencijalnog rizika koji postoji za ljude na zemlji iznad kojih dron leti. Letačke operacije dronovima iznad ljudi, iznad

vozila u pokretu i u noćnim uvjetima ovise o kategorijama dronovima i načinu na koji se njima upravlja, a za dobivanjem dopuštenja za takove operacije potrebna je i prethodna obuka (FAA, 2021).

Stupanjem na snagu spomenutih zakonskih promjena uvelike će se unaprijediti upotreba dronova i još više komercijalizirati njihova upotrebu.

4.6. Razvoj dronova u budućnosti

Razvoj tehnologije dronova u budućnosti odvijat će se u tri smjera. Prvenstveno će se raditi na minijaturizaciji dronova, na njihovoj autonomiji i na rojevima dronova (Vergouw et al., 2016).

4.6.1. Minijaturizacija dronova

Minijaturizacija dronova je svakako najrašireniji smjer razvoja dronova u budućnosti. Svaka nova generacija dronova je manja, lakša i jeftinija od prethodne generacije. Razvojem dronova koriste se novi i lakši materijali, učinkovitije baterije, te se na taj način stvaraju novi kompromisi između dometa leta drona, maksimalne visine leta i maksimalnog opterećenja drona. Trenutno su najmanji komercijalno dostupni dronovi veličine kreditne kartice, ali za nekoliko godina možemo očekivati široko rasprostranjene dronove veličine insekata. Trenutno su zbog cijene dronovi relativno rijetki, ali se očekuje da će se razvojem manjih i jeftinijih dronova s vremenom to promijeniti pa će dronovi postati dostupniji širem broju korisnika. Proizvodnja i prodaja dronova u zadnje vrijeme raste, a dronovi su postali vrlo popularan poklon (Vergouw et al., 2016).

4.6.2. Razvoj autonomije dronova

Drugi smjer razvoja dronova u budućnosti vodi se razvojem autonomnijih dronova. Trenutno su dronovi najčešće s daljinskim upravljanjem, ali postoje tehnologije koje omogućuju autonomne operacije kod kojih je daljinsko upravljanje od strane čovjeka djelomično ili čak potpuno isključeno (Vergouw et al., 2016).

Većina današnjih dronova radi na daljinsko upravljanje, ali neovisno o tome imaju i određene elemente autonomije. Ti elementi autonomije su uglavnom softveri za stabilizaciju leta. Profesionalniji dronovi imaju razne mogućnosti unaprijed programiranih letova, a u bliskoj budućnosti se očekuje još veća autonomija dronova, i to prvenstveno u pogledu određivanja ruta

leta, prilagođavanja promjenjivim vremenskim uvjetima, raznim obrambenim reakcijama ukoliko dođe do napada na dron, sve u svemu, dodavanja raznih „osjetilnih“ mogućnosti dronovima (Finn i Wright, 2012).

4.6.3. Rojevi dronova

Treći smjer razvoja dronova u budućnosti vezan je uz razvoj upotrebe dronova u rojevima. Razvojem sve veće autonomije dronova omogućuje se međusobna suradnja dronova u takozvanim rojevima. Upotreba rojeva može proširiti domet leta, trajanje leta, te maksimalni teret pojedine letačke operacije. Kad se npr. koriste dronovi u rojevima, kada se jednom dronu isprazni baterija, drugi dron može od njega preuzeti zadatak. Na taj način ukupan domet se proširuje izvan upotrebe prvog drona. Osim toga, dronovi koji lete izvan dosega kontrolnih signala ili se tokom leta oštete mogu se zamijeniti drugim dronovima. Kada se treba prevesti neki teži teret koji premašuje nosivost jednog drona, on se može raspodijeliti na više dronova (Vergouw et al., 2016).

Rojevi dronova se također mogu koristiti kao senzorske mreže. Kada se dron koristi za praćenje nekoliko osoba koje se tokom praćenja razdvoje, dronovi u roju mogu svaki pratiti po jednu osobu, umjesto da dron bira koga će nastaviti slijediti.

Kako bi se usavršilo korištenje dronova u rojevima potrebno je prevladati tehnološku poteškoću s više komunikacijskih kanala. Dronovi u rojevima trebaju komunicirati međusobno, ali i sa zemaljskom kontrolom što iziskuje nekoliko komunikacijskih kanala (Vergouw et al., 2016).

5. Uporaba dronova u dostavi

Vrijednost tržišta dronova procjenjuje se na iznos od 5,5 milijardi dolara. U posljednjih nekoliko godina zabilježen je značajan napredak u razvoju mogućnosti korištenja dronova u logističkom sektoru, tj. u dostavi. Korištenje dronova u dostavi već je dokazana tehnologija te postoje razne mogućnosti korištenja teretnih dronova za npr. isporuku dobara kupljenih preko Interneta direktno u dvorište kupca, dostavu vitalnih lijekova na razna nepristupačna mjesta, te upotreba dronova u skladištima na način da oni unutar tvornice dostavljaju razne dijelove nužne za proizvodnju na točno definiranu lokaciju u točno definirano vrijeme (Hader i Baur, 2020).

Za očekivati je da će se u daljnjoj budućnosti znatno razvijati mogućnosti dostave dronovima, te da će dronovi postati uobičajena dostavna vozila.

Logistička industrija prednjači u upotrebi dronova u komercijalne svrhe i to prvenstveno za njihovu upotrebu u dostavi tereta. Države poput Australije, Singapura, Islanda i Švicarske pioniri su u komercijalnoj upotrebi dronova u svrhu dostave (Hader i Baur, 2020).

Dronovi mogu dostavljati pakete vrlo brzo, a zbog te karakteristike se mogu koristiti i u hitnim situacijama. Budući da se u današnje vrijeme naručuje mnogo paketa, mogao bi se javiti problem u pojavi previše dronova u zračnom prostoru koji bi ih dostavljali (Culus et al., 2018).

Praktičan problem kod korištenja dronova za transport i dostavu može se javiti kada se korisnika treba obavijestiti o isporuci pošiljke budući da dron ne može pozvoniti na vrata. Taj problem može se riješiti određenim notifikacijama naručitelju na mobitel, a kako bi se potvrdila dostava paketa, budući da korisnik ne može dronu potpisati preuzimanje paketa, dron može npr. poslikati korisnika kada preuzima paket kako bi se imao dokaz o isporuci (Culus et al., 2018).

5.1. Prednosti i nedostaci uporabe dronova u dostavi

Uporaba dronova u dostavi ima mnoge prednosti, ali i određene nedostatke. U nastavku su navedene najvažnije prednosti i nedostaci takove uporabe dronova.

5.1.1. Prednosti uporabe dronova u dostavi

Najznačajnije prednosti uporabe dronova u dostavi navedene su u nastavku (Gaille, 2019):

a) Brza isporuka na gotovo svako mjesto

Pomoću dronova moguća je brza isporuka na udaljena mjesta. Dostava je sigurna i brza i omogućuje dostavu dobara na gotovo svako mjesto i to kada je to kupcu potrebno.

b) Efikasnije upravljanje vremenom

Proces dostave je učinkovitiji od tradicionalnih procesa dostave. Dostava je brža, te se efikasnije upravlja vremenom, kako kupca, tako i prodavatelja. Precizno lociranje smanjuje potencijalne pogreške kod dostave, kupci brže dobivaju naručeno, a prodavatelji mogu dostaviti više proizvoda u određenoj jedinici vremena što dovodi do veće produktivnosti.

c) Štednja energije

Dostava pomoću dronova smanjuje potrošnju energije, te se smanjuje i emitiranje štetnih plinova u okoliš budući da većina dronova za svoj pogon koristi električnu energiju. Smanjenjem potrošnje energije, povećava se učinkovitost dostave, te se smanjuju i sami troškovi dostave.

d) Sigurnija dostava

Dostava dronovima sigurnija je od dostave tradicionalnim oblicima dostave. Dostavom dronovima uklanja se rizik nesreće do koje može doći na cesti, kašnjenja dostave zbog manjka goriva u dostavnom vozilu ili radovima na cesti i sl. Kod dostave dronom postoji mogućnost da dron padne tokom leta ili da slučajno pusti paket, ali takve mogućnosti su minimalne te se nikako ne mogu uzeti kao potencijalni nedostatak korištenja takvih oblika dostave.

e) Viša razina učinkovitosti dostave

Zbog oslanjanja na GPS tehnologiju preciznost dostave je učinkovitija nego kod tradicionalnih oblika dostave, te se postiže veća uspješnost nego kad ljudi obavljaju dostavu.

f) Uspješnije poslovanje tvrtke

Tvrtka koja za dostavu koristi dronove može ostvariti znatne uštede u svom poslovanju te može učinkovitije obavljati poslovne procese. Smanjenjem troškova poslovanja povećava se dobit tvrtke što nosi pozitivne učinke za vlasnike tvrtke.

5.1.2. Nedostaci uporabe dronova u dostavi

Najznačajniji nedostaci uporabe dronova u dostavi navedeni su u nastavku (Gaille, 2019):

a) Cijena dronova i cijelog sustava

Dronovi koji se koriste za dostavu su skupi. Kupnja dronova i implementiranje sustava za dostavu dronovima iziskuje velika ulaganja. Veliki početni troškovi razvoja i uspostavljanja takove usluge razlog je zašto na tom tržištu ne može sudjelovati mnogo tvrtki i što mali dio tvrtki

razmatra i razvija takovu tehnologiju. Prosječna cijena drona koji bi mogao obavljati dostavu iznosi oko 500 dolara. Za formiranje takvog sustava potrebno je mnogo dronova, a potrebna je i druga infrastruktura koju ti dronovi trebaju koristiti. Uz to, potrebni su i ljudski kadrovi koji nadziru takove letačke operacije što je također svojevrsni trošak.

b) Ograničeno trajanje baterije

Let drona ograničen je trajanjem baterije koja služi kao spremnik energije za dron. Budući da dron nosi i teret, trajanje baterije je zaista ograničeno pa je potrebno često puniti bateriju drona, a i sama maksimalna udaljenost koju dron može preći ovisi o kapacitetu baterije. Potrebno je ulagati u razvoj baterija i osmisliti način na koji se može povećati kapacitet baterija.

c) Potrebno poznavanje tehnologije

Dronovi koji se koriste za dostavu lete autonomno, ali zahtijevaju i svojevrsni nadzor od osposobljenih osoba koje osiguravaju da se sve operacije obavljaju na ispravan način i sprečavaju eventualne neželjene situacije. Za samu uspostavu takvog sustava dostave dronovima potrebno je izrazito znanje i poznavanje te tehnologije od strane osoba koje taj sustav razvijaju.

d) Rizik od kvarova tokom leta

Svako sredstvo koje se koristi za dostavu ima potencijalni rizik od kvara pa se tako kvar može dogoditi na avionu, kamionu, ali i na dronu. Budući da je tehnologija dostave dronovima još u razvoju, rizik od kvara u takvom sustavu veći je nego kod tradicionalnih oblika dostave. Ukoliko dođe do kvara na dronu tokom isporuke, to može poremetiti logistiku tvrtke i može stvoriti dodatne troškove i probleme za tvrtku.

e) Rizik od krađe drona

Dronovi su skupi i lete autonomno, bez ljudskog nadzora. Zbog njihove cijene, ali i veličine, mogu biti privlačni za otuđenje budući da ih se lako može onesposobiti jer se u njihovoj blizini ne nalazi i njihov vlasnik.

f) Rizik ulaženja u tuđu privatnost

Dronovi prilikom svog leta koriste kamere. Pomoću kamere oni mogu izvoditi svoje letačke operacije, ali se kamere mogu koristiti i kako bi se spriječile eventualne krađe drona ili paketa koji dron dostavlja. Kada god kamera snima, uvijek postoji rizik od ulaženja u privatnost, kako osobe koja je naručila proizvod, ali tako i osoba koje se nađu na ruti leta drona. Potrebno je uskladiti pravila privatnosti sa ovom tehnologijom. Kako bi se to postiglo, većina dronova koristi

kamere koje više služe kao svojevrsni senzori i na snimkama se ne mogu raspoznati lica, a i same snimke se nakon obavljene dostave brišu.

g) Rast cijena dostave

Cijena dostave uvijek je viša ukoliko je potrebno da se proizvod dostavi u što kraćem roku. Budući da dostava dronovima predstavlja vrlo brzi oblik dostave, cijena takve dostave bila bi viša nego cijena dostave tradicionalnim oblicima dostave koji su obično i sporiji.

h) Manje mogućnosti za posao za nekvalificirane radnike

Upotreba dronova za dostavu smanjila bi potrebu za radnicima koji sada obavljaju takove poslove. Ti radnici su često nekvalificirani, a budući da za njima više ne bi bilo potrebe, oni bi ostali bez posla. Radnici koji bi radili na takvim sustavima dostave dronovima trebaju biti kvalificirani i obučeni, te dobro upoznati sa tehnologijom.

i) Kršenje privatnosti podataka

Sustav dostave dronovima sa sobom nosi i prikupljanje određenih podataka korisnika tog sustava. Podaci o kupcima koji se prikupljaju vrlo su osjetljivi te uvijek postoji mogućnost da dođe do njihove zloupotrebe od strane treće strane. Sa prikupljenim podacima treba se pažljivo i na siguran način postupati.

j) Prijetnja od oštećenja imovine

Dronovi nisu nepogrešiva tehnologija. Iako su oni autonomni, uvijek postoji mogućnost da prilikom leta nastane šteta na tuđim stvarima koja je uzrokovana dronom. Šteta može nastati prilikom isporuke paketa, ali također i prilikom leta drona ukoliko npr. dođe do iznenadnog kvara što bi uzrokovalo pad drona.

5.2. Dostava dronovima – trenutna situacija

Trenutno se dronovi mogu koristiti u četiri glavna područja dostave. Spomenuta područja dostave u kojima se trenutno koriste dronovi su automatizacija intralogistike kod koje se dronovi upotrebljavaju za dostavu unutar tvornica ili skladišta, dostava paketa u prvoj ili posljednjoj milji dostave u gustim urbanim područjima, opskrba medicinskim proizvodima mjesta koja su teško dostupna i prijevoz zračnog tereta u ruralnim područjima.

Svako od prethodno spomenutih područja nalazi se u različitim fazama razvoja i implementacije tehnologije korištenja dronova, a zajedničko im je to da imaju za cilj automatizirati prijevoz dobara na način da se nudi fleksibilnija, jeftinija i ekološki prihvatljivija

usluga od tradicionalnih oblika dostave. Budući da su sva četiri područja još u razvoju, postoji velika konkurencija između tvrtki koje posluju na navedenim tržištima budući da svaka od njih želi dominirati zračnim prostorom i odrediti tempo i regulatorni okvir za ostale sudionike tržišta upotrebe dronova u svrhu dostave.

Na tržištu dostave dronovima postoji mnogo tvrtki koje intenzivno rade na razvoju tehnologija i modela za pružanje takove usluge. Da bi isporuke pomoću dronova postale uobičajene potrebno je razviti cijeli funkcionalni urbani sustav dostave paketa koji će moći funkcionirati u regulatornom okruženju (Hader i Baur, 2020).

5.2.1. Automatizacija intralogistike

Automatizacijom intralogistike osigurava se dostupnost potrebnog materijala u točno definirano vrijeme unutar proizvodnog procesa, a sve s ciljem povećavanja efikasnosti proizvodnje. Automatiziranom intralogistikom koristi se proizvođač automobila Audi. Audi u svojoj tvornici u Ingolstadtu koristi dronove koji mogu letjeti brzinom do 8 km/h. Dronovi se navigiraju pomoću senzora i oni autonomno transportiraju dijelove koji su potrebni za proizvodnju automobila. Ti dijelovi mogu biti maksimalne težine do 2 kilograma, a oni se transportiraju direktno do potrebnog koraka u proizvodnom procesu (Hader i Baur, 2020).

5.2.2. Dostava paketa u prvoj ili posljednjoj milji dostave

Prva i posljednja milja u procesu dostave za logističke su tvrtke najskuplji i najmanje učinkoviti dio isporuke. U tim fazama dostave troši se značajna radna snaga, transportna sredstva kao i vrijeme. Prva i posljednja milja dostave su faze dostave koje su idealne za automatizaciju i poboljšanja.

Značajan napredak u razvoju takve usluge ostvarila je tvrtka Wing koja je u vlasništvu Googleove matične tvrtke Alphabet. Tvrtka Wing specijalizirana je za teretne dronove i njihovo korištenje u komercijalne svrhe. U travnju 2019. godine tvrtka Wing je postala prva tvrtka koja je od američke Federalne zrakoplovne uprave (FAA) dobila certifikat zračnog prijevoznika kojim se tvrtci omogućuju neograničene komercijalne isporuke pomoću teretnih dronova. Dobivena licenca nije ograničavala letove iznad gusto naseljenih i urbanih područja, a ista je prvi puta dodijeljena i izvan pilot projekta, tj. testne faze.

Dobivenom licencom tvrtka Wing dobila je ključnu prednost u odnosu na konkurentsku tvrtku Amazon koji uspješno pruža uslugu dostave dronovima Prime Air u Velikoj Britaniji, ali još uvijek nije uspio dobiti licencu FAA za pružanje usluge u SAD-u (Hader i Baur, 2020).

U listopadu 2019. godine su kurirska tvrtka UPS i tvrtka za dronove Matternet dobili odobrenje FAA za isporuku dronovima medicinskih potrepština bolnicama na njihov zahtjev. Tom dozvolom oni su postali prva bespilotna zrakoplovna tvrtka s operativnom dozvolom za cijeli SAD.

Osim spomenutih tvrtki, u ožujku 2018. godine je kineska logistička tvrtka SF Express postala prva tvrtka kojoj je Kineska uprava za civilno zrakoplovstvo (CAAC) izdala komercijalnu dozvolu za isporuku paketa pomoću dronova u posljednjoj milji dostave. Nakon njih je sličnu dozvolu dobila i konkurentna tvrtka JD.com koja je dobila odobrenje i odradila isporuke na udaljenosti od preko 250 kilometara između otoka u Indoneziji. Tim isporukama svladane su do tad nepremostive granice i udaljenosti.

Isporuka dronovima može premostiti razne prepreke koje se javljaju kod tradicionalnih načina dostave, ali se i kod dostave dronovima javljaju određeni problemi, tj. takav oblik dostave ima određene nedostatke (Hader i Baur, 2020).

5.2.3. Opskrba medicinskim potrepštinama

U mnogo slučajeva od životne je važnosti za pacijente brz i pouzdan prijevoz medicinskih potrepština. U tom području dronovi mogu značajno poboljšati isporuke medicinskih potrepština, pogotovo u ruralnim područjima. Krajem 2018. godine od strane DHL-a u Tanzaniji je pokrenut pilot projekt Parcelcopter 4.0. U tom projektu koristio se dron tvrtke Wingcopter koji može letjeti brzinom do 130 km/h i maksimalno 40 minuta. Dron ima mogućnost isporuke do 4 kilograma medicinskih potrepština na udaljenost od preko 65 kilometara.

Tvrtka Zipline iz Silicijske doline još od 2014. godine pruža uslugu medicinske opskrbe dronovima prema 25 bolnica i klinika u Ruandi. Oni su na zahtjev isporučili više od 16.000 paketa, i to prvenstveno uzoraka krvi i krvnih preparata. Usluga leta drona se naručuje preko mobitela, a dron se nakon toga može lansirati u samo 10 minuta. Na taj način omogućuje se spasonosna alternativa sporim i teškim kopnenim putovanjima. Takva usluga trenutno se pruža i u Gani, a FAA provodi i pilot program u Sjevernoj Karolini (Hader i Baur, 2020).

5.2.4. Prijevoz zračnog tereta

U posljednje vrijeme sve su izvedivije i letačke operacije isporuka velikog kapacitete i velikog dometa pomoću teretnih dronova. Za takve letačke operacije potrebna su značajna ulaganja, ali ipak postoji nekoliko tvrtki koje intenzivno razvijaju takove usluge. Američka start-up tvrtka Elroy Air razvija model za velike komercijalne isporuke tereta pomoću potpuno

autonomne letjelice Elroy koja može u odvojivom spremniku nositi terete do 225 kilograma i prevoziti ih na udaljenost do 500 kilometara (Hader i Baur, 2020).

5.3. Korištenje dronova za dostavu u praksi

Iako je tehnologija upotrebe dronova u dostavi još uvijek u razviju, postoji nekoliko primjera koji uspješno koriste navedenu tehnologiju.

5.3.1. Wing

Wing je tvrtka kći tvrtke Alphabet koja u svom vlasništvu ima i tvrtku Google. Tvrtka Wing je izradila mali, lagani dron, kao i prikladni navigacijski sustav pomoću kojeg se mogu dostavljati mali paketi u kojima može biti npr. hrana, lijekovi, kućne potrepštine i sl. Usluga je osmišljena još 2012. godine te je usluga dostupna u tri države: Finska, Australija i SAD. Od lansiranja usluge odrađeno je više od 100.000 letova, a sama usluga je privlačna budući da smanjuje zagušenje na cestama te stvara nove prilike za lokalne tvrtke (Wing, n.d.).

Dronovi koji se koriste za dostavu posebno su dizajnirani za sigurnu, pouzdanu i brzu isporuku paketa. Cijeli sustav funkcionira na način da kupac putem mobilne aplikacije Wing preda svoju narudžbu. Nakon toga dron leti po paket. Kada se paket preuzme, dron se diže na visinu od oko 45 metara iznad tla i na toj visini leti do odredišta dostave do kojeg stiže u nekoliko minuta. Kada dron stigne do odredišta kupca, on usporava te se počinje spuštati na visinu isporuke koja se nalazi 7 metara iznad tla, te počinje spuštati remen koji automatski otpušta paket u željeno područje isporuke. Kupac ne treba ništa otkopčavati prilikom isporuke paketa, niti treba poduzimati bilo kakve radnje da bi se paket otpustio s drona. Nakon što je paket otkvačen i na tlu, dron se ponovno diže na visinu letenja i vraća se u bazu, a kupac može sigurno uzeti svoj paket (Wing, n.d.).

Dronovi tvrtke Wing su vrlo automatizirani. Nakon što kupac izvrši svoju narudžbu, softver za upravljanje bespilotnim prometom planira rutu koja je dizajnirana na način da se izbjegnu prepreke i da se udovolji regulatornim zahtjevima. Kada je ruta isplanirana, softver dronu daje znak da je sigurno letjeti do mjesta isporuke. Dron automatski nadgleda svoje sustave kako bi bio siguran da sigurno leti i ukoliko otkrije bilo kakav problem, spriječit će se polijetanje ili će se automatski poduzeti sve mjere kako bi se problem izbjegao. Iako je sustava automatiziran, piloti nadgledaju letove i dodatno osiguravaju nesmetani rad sustava (Wing, n.d.).

Wingov dron može nositi male pakete teške do cca 1,5 kilogram. Većina sadržaja paketa je obično svježa hrana, lijekovi, kućanske potrepštine i alati, ali se u budućnosti planira širenje dostavnog asortimana.

Wingov sustav dostave paketa dronovima jedan je od najsigurnijih načina prijevoza robe. Prilikom faze testiranja odrađeno je preko 100.000 probnih letova te su izvršene tisuće isporuka. U sustavu su ugrađeni razni podsustavi koji u stvarnom vremenu provode razne sigurnosne provjere dronova, a njihov rad nadgledaju i kvalificirani piloti. Sve operacije prilagođene su zakonskim regulativama zemalja u kojima tvrtka pruža svoju uslugu.

Sami dronovi dizajnirani su za sigurno letenje i dostavu po jakom vjetru i kiši, ali zbog dodatne razine sigurnosti usluga je omogućena samo tokom dana i po povoljnim vremenskim uvjetima.

Sve letačke operacije odvijaju se prema regulativama država u kojima se pruža usluga. Letačke operacije se izvode bez odobrenja kontrole zračnog prometa budući da dronovi lete ispod visine od 120 metara, te se letovi ne odvijaju u blizini zračnih luka. Zbog dodatne sigurnosti, piloti redovno nadgledaju lokalni zračni promet koji ulazi u operativno područje (Wing, n.d.). Slika 5.1 prikazuje dron tvrtke Wing u letu, zajedno sa paketom kojeg treba dostaviti.

Slika 5.1 Dron tvrtke Wing u dostavi



Izvor: DeAngelis, M. (2020) Alphabet partners with local library to deliver books to students, [Internet], <raspoloživo na: <https://engt.co/3fx6zZp>>, [28.03.2021].

5.3.2. Amazon Prime Air

Tvrtka Amazon je 7. prosinca 2016. godine obavila prvu dostavu paketa dronom i to potpuno autonomnu, bez ljudskog operatera, a dostava je trajala 13 minuta.

Amazon Prime Air je usluga tvrtke koja isporučuje manje pakete do težine 5 kilograma u roku od 30 minuta i to pomoću malih dronova. Prioritet te usluge svakako je sigurnost leta dronova te se ulažu znatni naponi kako bi se razvili karakteristični dronovi koji će moći sigurno letjeti u zračnom prostoru i na siguran način, autonomno i brzo, dostaviti naručeni paket. Da bi se takva usluga dostave omogućila, potrebno je bilo usuglasiti i zakonske regulative u državama u kojima se ta usluga pruža, i to prvenstveno u pogledu omogućavanja leta dronova bez da se isti nalaze u vidokrugu operatera (Amazon, n.d.). Slika 5.2 prikazuje dron tvrtke Amazon u sklopu usluge Amazon Prime Air.

Slika 5.2 Dron tvrtke Amazon



Izvor: Apparel Resources News-Desk (2020) Amazon's Prime Air drone delivery wins FAA approval!, [Internet], <raspoloživo na: <https://apparelresources.com/technology-news/retail-tech/amazons-prime-air-drone-delivery-wins-faa-approval/>>, [28.03.2021].

Tvrtka Amazon dobila je odobrenje FAA za korištenje svoje flote dronova u sklopu usluge Prime Air za dostavu. Kako bi dobila spomenuto odobrenje, tvrtka je trebala proći kroz rigoroznu obuku, te je trebala inspektorima FAA predložiti dokaze da dronovi zadovoljavaju sve sigurnosne standarde.

Dobivenim odobrenjem tvrtci je omogućeno upravljanje dronova i van vidnog polja čime je omogućeno pružanje spomenute usluge (Apparel Resources News-Desk, 2020).

5.3.3. Hrvatska pošta – primjer iz Hrvatske

Dostava dronovima testira se i u Republici Hrvatskoj. Hrvatska pošta obavila je prvu dostavu dronom u sklopu pilot-projekta koji provodi u suradnji sa tvrtkom AIR-RMLD. Dostava je obavljena autonomnim dronom i to od zadarske luke Gaženica do Preka na otoku Ugljanu. Dron je taj put od 6,8 kilometara prevalio u 12 minuta, a letio je brzinom od 35 km/h.

Tijekom pilot-projekta dron je desetak puta uspješno dostavio pošiljke na navedenoj relaciji, a letio je potpuno autonomno unaprijed programiranom rutom. Dron koji se koristio u testiranju može prenijeti teret do maksimalno 200 grama (Hrvatska pošta, n.d.)

Ovakav pilot-projekt značajan je napredak u primjeni dronova za dostavu paketa u Republici Hrvatskoj, ali isti još dosta zaostaje za mnogo razvijenijim sustavima koji se već koriste u drugim državama i koji mogu dostaviti i teže terete.

Slika 5.3 prikazuje testni dron Hrvatske pošte kojim se odvijala testna dostava.

Slika 5.3 Testni dron Hrvatske pošte



Izvor: Hrvatska pošta, (n.d.) Hrvatska pošta uspješno dostavila pošiljku dronom, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-uspjesno-dostavila-posiljku-dronom-8167-8168/8168>>, [28.03.2021].

5.4. Izračun troškova dostave dronom

Kako bi se izračunali troškovi dostave dronom, te kako bi se mogla napraviti usporedba troškova dostave dronom sa klasičnim oblikom dostave, potrebno je prvo uspostaviti sustav dostave dronovima u nekoj sredini.

Kao studij slučaja uzet je sustave dostave dronovima u gradu Berlinu. Grad Berlin primjer je urbane sredine u kojem postoje dobri preduvjeti za razvoj usluge dostave paketa dronovima.

Trenutno u nekim gradovima širom svijeta već lete teretni dronovi, a za očekivati je da će u bliskoj budućnosti teretni dronovi postati dio logističke mreže svih gradova, te da će oni postati uobičajena pojava kao što su to danas npr. dostavni kamioni.

Prednosti korištenja dronova za dostavu svakako su u izbjegavanju prometnih gužvi, te smanjenju emisije štetnih plinova tokom procesa dostave budući da se većina dronova napaja električnom energijom. Budući da logistika čini 20 % gradskog cestovnog prometa i 30 % gradskog zagađenja, svakako je za očekivati da će se upotrebom dronova u logističke svrhe ti omjeri smanjiti.

Isporuke paketa dronovima trebaju biti dio cjelovite mreže unutar grada kako bi taj sustav mogao učinkovito i djelotvorno funkcionirati (Hader i Baur, 2020).

Kada se izgrađuje mreža za sustav dostave paketa dronovima potrebno je odgovoriti na neka od ključnih pitanja (Hader i Baur, 2020):

- a) koliko paketa će dronovi moći procesuirati unutar pojedinog grada?
- b) koliki postotak od ukupne potrebe za dostavom paketa unutar pojedinog grada će moći pokriti sustav dostave paketa dronovima?
- c) kako će se sustav kontrolirati?
- d) koliko će kupci biti spremni platiti za isporuku paketa dronom?

Grad Berlin izabran je za primjer izgradnje sustava za dostavu paketa dronovima budući da je u njemu izrazito razvijena inovativnost i poduzetnički duh, te je za očekivati da će potražnja za takvom uslugom u Berlinu sigurno postojati.

U primjeru su primijenjena načela ponude i potražnje. Ponuda predstavlja raspoloživi zračni prostor, a potražnja predstava potrebu za isporukom paketa dronom od strane potrošača po razumnoj cijeni (Hader i Baur, 2020).

5.4.1. Kapacitet sustava dostave dronovima

Na samom početku izgradnje sustava za dostavu paketa dronovima potrebno je definirati koji je maksimalni broj dronova koji mogu istodobno letjeti u zračnom prostoru. Taj broj definira se na temelju (Hader i Baur, 2020):

- a) regulatornih čimbenika i faktora kontrole zračnog prometa – predviđena minimalna visina i vodoravne i okomite udaljenosti za sigurne operacije dronovima (pravila su slična pravilima kontrole zračnog prometa za komercijalne zrakoplovne tvrtke).
- b) geografski čimbenici pomoću kojih se izračunava korisni zračni prostor – visine zgrada, blizina zračnih luka, plovni putovi i sl.

c) operativni čimbenici poput brzine letenja, profila leta, vrijeme potrebno za punjenje, mogućnosti korisnog tereta drona i sl.

5.4.1.1. Regulatorni čimbenici

Prilikom izračuna minimalne sigurnosne udaljenosti uzet je faktor razmjera od 10 % u usporedbi s pravilima komercijalnog zračnog prostora. Na temelju toga definirano je da bi minimalne vodoravne udaljenosti za teretne dronove bile 550 metara, a minimalne vertikalne udaljenosti 30 metara (Hader i Baur, 2020).

5.4.1.2. Zemljopisni čimbenici

Grad Berlin prostire se na 892 km² od kojih je 668 km² izgrađeno, a ostalo su jezera i šume. Na pojedinim lokacijama postoje zone zabrane leta koje se nalaze oko vladinih zgrada, zračnih luka, središta grada i sl. Kada se izuzmu zone zabrane leta ostaje oko 60 % urbaniziranog područja Berlina u kojem se mogu obavljati operacije dronovima, tj. u kojem se može obavljati usluga dostave paketa dronovima.

Za izgradnju sustava dostave paketa dronovima definirana su tri sloja leta dronova. Najniži sloj započinje na 60 metara iznad zemlje čime se izbjegava većina zgrada, dok najviši sloj ima maksimum od 150 metara iznad zemlje čime se ne ulazi u prostor leta malih zrakoplova.

Na temelju prethodno spomenutih faktora došlo se do izračuna da istovremeno u zračnom prostoru Berlina može biti 4.000 dronova. Zbog osiguravanja nesmetanog letenja i poslovanja, dobiveni broj smanjen je za 70 % te je definirano da istovremeno u zračnom prostoru iznad Berlina može biti 1.200 dronova (Hader i Baur, 2020).

5.4.1.3. Operativni čimbenici

Kao operativni parametri koji utječu na sustav dostave paketa dronovima uzeta je pretpostavka da je prosječna udaljenost leta drona 3 kilometara, dok je vrijeme leta drona u jednom smjeru 5 minuta. Vrijeme između letova koje je potrebno za utovar ili istovar, kao i punjenje drona definirano je da traje 15 minuta. Na temelju prethodnih pretpostavki izračunato je da je vrijeme trajanja jednog povratnog leta oko 40 minuta, i da se u jednom satu može izvršiti oko 1,5 povratnog leta, tj. 1,5 povratne isporuke.

Dodatna pretpostavka je još da dron leti osam sati dnevno i da u jednom letu može nositi jednu pošiljku, te na temelju tih faktora jedan dron može u jednom danu isporučiti 12 paketa.

Dronovi ne mogu letjeti svaki dan budući da isti ne lete nedjeljama, neradnim danima i praznicima, kao i određenim brojem dana kada su nepovoljni vremenski uvjeti za let, pa je definirao da dronovi mogu tokom godine letjeti 280 dana, a to znači da se unutar jedne godine u Berlinu dronovima može isporučiti do 4 milijuna paketa.

Ta količina isporuke paketa dronovima može pokriti tek mali dio tržišta dostave paketa u Berlinu. Tokom 2018. godine u Berlinu je isporučeno 135 milijuna paketa od čega je oko 80 %, tj. oko 110 milijuna paketa bilo teže manje od 2 kilograma. Takvi paket prikladni su za isporuku dronovima, pa se iz toga može zaključiti da se dronovima može isporučiti tek 3,6 % ukupnih paketa koji se isporučuju u Berlinu tokom godine što bi svakako bilo zadovoljavajuće tržište za takav sustav dostave (Hader i Baur, 2020).

5.4.2. Cijena usluge

Cijene brze dostave paketa variraju unutar pojedinih država. Prema nekim istraživanjima, kupci su spremni platiti oko 9,10 kuna za uslugu brze dostave paketa.

Prema pojedinim stručnim mišljenjima, za očekivati je da će cijena dostave paketa dronom koštati oko 6,40 kuna, što je u skladu sa spremnosti kupaca da plate takovu uslugu.

Operativni troškovi jednog sata leta drona prema nekim studijama iznose samo oko 6,40 kuna. Operativni troškovi su relativno niski, ali su zato kapitalni troškovi za kupnju dronova, kao i za izgradnju infrastrukture relativno visoki. Zbog regulatornih i tehnoloških zahtjeva koji zahtijevaju korištenje ljudskih kontrolora leta koji trebaju nadgledati rad dronova, operativni troškovi dostave paketa dronovima bi se mogli povećati.

Ukoliko se uzme konzervativna stopa od samo 1 % kupaca koji su spremni i žele da se njihov paket dostavi dronom, dođe se do brojke od 1,1 milijuna paketa dostavljenih dronom u Berlinu tokom jedne godine. Taj broj dostavljenih paketa unutar je maksimalnog broja godišnjih dostava te on zahtjeva flotu od 320 dronova. Svi parametri za to postoje i takva usluga se može implementirati, ali opet sve ovisi o tome da li će za njom biti dovoljno interesa (Hader i Baur, 2020).

5.4.3. Troškovi implementacije sustava dostave dronovima

Kao što je već prethodno navedeno, predviđeni sustav dostave dronovima u gradu Berlinu sastojao bi se od flote od 320 dronova. Kako bi se sustav oformio potrebno je kupiti navedenu flotu dronova kao i implementirati cijeli sustav za njihov rad. Cijena jednog drona iz te flote nije mala budući da se za dostavu ne mogu koristiti dronovi kakvi se obično kupuju u amaterske svrhe i za izvođenje amaterskih letačkih operacija, već se za dostavu trebaju koristiti profesionalni dronovi koji su i mnogo skuplji.

Cijena jednog drona kakav koristi Amazon u sklopu svoje Prime Air usluge kreće se između 10.000 i 15.000 kuna. Osim drona, potrebno je kupiti i softver koji se koristi za upravljanje dronom, kao i cijelim sustavom, a cijena softvera je 20.000 kuna po dronu (Milić, 2019).

Za implementaciju sustava potrebno je kupiti 320 dronova zajedno sa pripadajućim softverom. Budući da se radi o velikom broju dronova koji će se kupovati, za pretpostaviti je da se može postići niža cijena po dronu, od 10.000 kuna. Trošak nabave cijele flote dronova sa pripadajućim softverom 9.600.000,00 kuna. Trošak nabave flote je velik, ali budući da će se radi o usluzi koja ima svoje tržište, investicija će se sigurno isplatiti.

5.4.4. Izazovi za implementaciju sustava dostave dronovima

Kako bi se razvio sustav dostave paketa dronovima i kako bi takav sustav imao komercijalni uspjeh, potrebno je prevladati određene zapreke. Prvenstveno je potrebno razviti okvire koji će utvrđivati uvjete za uspostavu takvog sustava.

Potrebni su standardizirani profili leta kako bi sustav mogao učinkovito funkcionirati sa više dronova, a oni također moraju biti integrirani u druge sustave zračnog prometa (Hader i Baur, 2020).

Drugi ključni izazov za implementaciju sustava dostave paketa dronovima jest spremnost potrošača da plati takav oblik isporuke paketa. Zbog čestih opcija „besplatne dostave“ koje nude mnoge web trgovine, potrošači su sve manje spremni platiti za uslugu dostave. Potrebno je promijeniti svijest potrošača na način da postanu svjesni da i usluga dostave ima svoju cijenu i da ju isti postanu spremni platiti (Hader i Baur, 2020).

Iako postoje mnogi izazovi za uspostavu sustava dostave paketa dronovima, takav sustav ima izrazitu vrijednost. Da bi se prevladale prepreke za široku primjenu takvog sustava potrebno je ostvariti suradnju nacionalne vlasti, pružatelja infrastrukture i vodećih igrača na tržištu, a sve kako bi se osigurali standardi u cijeloj industriji (Hader i Baur, 2020).

5.4.5. Usporedba troškova dostave dronovima u odnosu na klasične oblike dostave

Kao što je već prije spomenuto, cijena jednog sata leta drona u dostavi jest 6,40 kuna, dok se u jednom satu može izvršiti 1,5 isporuka iz čega se može zaključiti da je trošak jedne isporuke oko 4,27 kuna.

Prema izračunu (Milić, 2019) trošak dostave paketa klasičnim oblikom dostave, tj. cestovnim dostavnim vozilom iznosi 4,80 kuna po paketu.

Iz navedenih podataka može se vidjeti da je trošak isporuke paketa dronom jeftiniji nego klasičnim načinom dostave. Razlika u cijeni nije baš velika i iznosi svega 0,53 kuna po isporuci, a troškovi implementacije sustava su relativno visoki.

Neovisno o tome, dronovima se paket može gotovo trenutno isporučiti što čini isporuku mnogo bržom nego kod klasičnog oblika dostave. Ipak, isporuka dronovima primjenjiva je samo kod manjih paketa budući da su veći paketi preteški te ih dron ne može nositi.

Zbog velike prednosti u vidu ekstremno brze isporuke od narudžbe, za očekivati je da će kupci biti spremni platiti i veći iznos od predviđenog ukoliko će im to jamčiti brzu dostavu njihove narudžbe.

5.5. Dostava dronovima – razvoj u budućnosti

Budućnost dostave dronovima svakako ovisi o tehnologiji automatskog ovisnog emitiranja nadzora koji određuje poziciju drona u prostoru putem satelita i u svakom trenutku emitira položaj drona i smjer njegova kretanja.

Osim navedene tehnologije svakako je bitna i tehnologija osjetljivosti i izbjegavanja tj. tehnologija svjesnosti o situaciji. Navedena tehnologija omogućuje da dron skenira svoju okolinu i na taj način identificira potencijalne prepreke u zraku te ih izbjegava prilikom polijetanja, letanja i slijetanja (Milić, 2019).

Pored spomenutih tehnologija, kada govorimo o daljnjem razvoju dostave dronovima svakako je potrebno spomenuti i tehnologiju koja bi riješila problem letenja drona u nepovoljnim vremenskim uvjetima. Kao što je već prethodno bilo spomenuto u studiju slučaja na primjeru grada Berlina, sam sustav dostave dronovima omogućuje dostavu dronovima samo u povoljnim meteorološkim uvjetima. Kada su meteorološki uvjeti nepovoljni, dostava dronovima se ne može obavljati budući da je u takovim uvjetima prilično nesigurno letjeti dronom, pogotovo sa dronom koji nosi teret, jer postoji opasnost od pada drona i njegova tereta na tlo čime se može dogoditi šteta na stvarima koje se nalaze na tlu, može se oštetiti dron kao i njegov teret, ali može doći i do ozljede ljudi koji se nalaze na tlu i iznad kojih je dron letio.

U budućem razvoju tehnologije dronova svakako bi trebalo poraditi na unapređenjima koja bi dronove učinili manje podložnima vremenskim uvjetima. Ugradnjom svojevrstnih dodatnih senzora trebalo bi omogućiti dronovima bolje snimanje i uočavanje meteorološke situacije na način da se dron u letu može prilagoditi nepovoljnim meteorološkim uvjetima i da se prilikom leta može bolje stabilizirati i dalje nastaviti let neovisno u uvjetima. Napredak navedene tehnologije definitivno će unaprijediti i same mogućnosti dostave dronovima.

S ogromnim tvrtkama poput Googlea i Amazona koje rade na pokretanju projekata isporuke dronova za javnu upotrebu, nebo se može ispuniti tisućama dronova prije nego što mislimo. S

tisućama dronova na nebu, bit će i prilika i izazova koje treba uzeti u obzir. Bez odgovarajuće revizije, praćenja i sigurnosti tehnologija dronova mogla bi stvoriti više štete nego koristi.

Osim prethodno spomenutih tehnologija koje bi se još više trebale usavršiti i razviti u budućnosti čime bi se sama upotreba dronova u dostavi još više usavršila, potrebno bi bilo usavršiti i tehnologiju međusobne komunikacije između dronova. Proizvođači dronova trenutno kontroliraju dronove putem svojih vlastitih protokola koji se razlikuju od proizvođača do proizvođača, te nisu u mogućnosti učinkovito i sigurno komunicirati s drugim dronovima.

Taj problem svakako bi trebalo učinkovito riješiti budući da će se sa sve većim korištenjem usluge dostave dronovima, i sve većim razvojem navedene tehnologije, u zračnom prostoru pojavljivat sve veći i veći broj dronova koji istovremeno lete. Interoperabilnost između različitih dronova je nužna za budućnost tehnologije Internet of Things (IoT) u koju spadaju i dronovi budući da su dronovi zapravo bespilotna letuća računala.

Zlonamjerne osobe također mogu pokušati iskoristiti dronove te ih hakirati ili u njih ugraditi zlonamjerni softver. Ta opasnost svakako se treba izbjeći i potrebno je osigurati da dronovi budu sigurni i da ih javnost smatra sigurnima, a ne da u njima vidi prijetnju.

U samoj dostavi postoji više dionika koji zahtijevaju određenu razinu transparentnosti informacija kako bi zaštitili svoje interese. Neki od dionika u dostavi dronovima su pošiljatelj, primatelj, regulatorne agencije i osiguravajuća društva. Korištenjem blockchain tehnologije u dostavi dronovima mogu se ublažiti mnoge problematične situacije koje mogu nastati prilikom dostave dronovima. Višenamjenski, minijturni i blockchainom podržani IoT uređaj moći će olakšati sve interakcije između dronova i blockchaine. IoT uređaj može komunicirati izravno s blockchainom bez posredničkih poslužitelja kako bi se osigurala puna sigurnost veze.

Sam blockchain kroz jedinstvene kriptografske ključeve omogućuje jednostavnu provjeru i bilježenje digitalnih identiteta, potpisa i vlasništva o dronu u formatu sličnom knjizi. Podaci o senzorima, analitičkim podacima i rutama se s dronova mogu potpisati i nepromjenjivo zabilježiti na blockchainu, ostavljajući za sobom trajni trag čujnosti čime se osigurava veća sigurnost korištenja samih dronova, ali i njihove primjene u dostavi (IoDLT, 2019).

6. Rezultati istraživanja

Primjena dronova u dostavi relativno je nova tehnologija koja je još u razvoju te je za očekivati da će ista u budućnosti ostvariti značajne pomake u svojoj dostupnosti i promjeni.

Tržište za navedenom uslugom također je još uvijek u razvoju. Kako bi se ispitalo potencijalno tržište za korištenje takove usluge provedeno je istraživanje kojim se željelo doći do odgovora koje su kupovne navike osoba koje koriste usluge dostave proizvoda, kolika je veličina potencijalnog tržišta usluge dostave dronovima, i koliko su potencijali kupci spremni platiti za navedenu uslugu, tj. koliko su spremni platiti kako bi mogli koristiti pogodnosti navedene usluge u odnosu na ostale klasične oblike dostave.

Navedeno istraživanje provedeno je u obliku ankete. U istraživanju je sudjelovalo 1.173 ispitanika koji su odgovarali na pitanja ankete. S obzirom na broj sudionika istraživanja može se zaključiti da je istraživanje relevantno, a rezultati istraživanja navedeni su u nastavku.

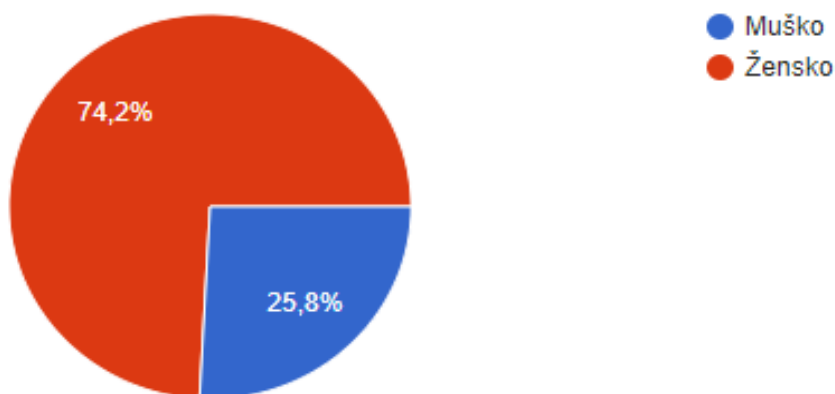
6.1. Rezultati ankete

U nastavku rada prikazani su rezultati ankete koja je provedena u sklopu prethodno spomenutog istraživanja.

Grafikon 6.1 Grafički prikaz odgovora na pitanje o spolu ispitanika

Spol

1.173 odgovora



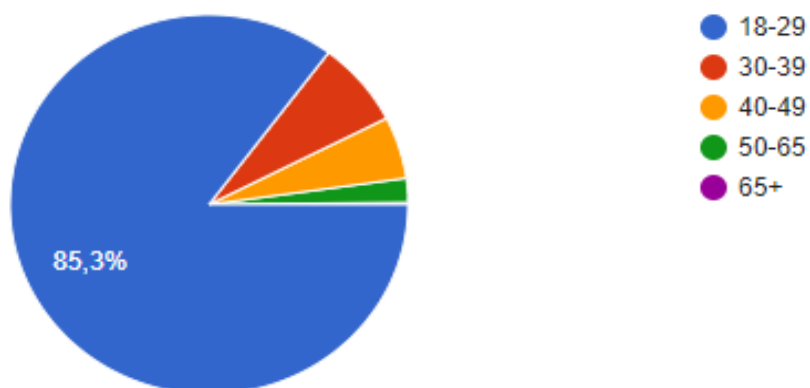
Izvor: Obrada autora

U provedenom istraživanju većina od 1.173 sudionika bile su ženske osobe, te su one činile 74,20 % ispitanika, dok je 25,80 % ispitanika bilo muških osoba.

Grafikon 6.2 Grafički prikaz odgovora na pitanje o godinama ispitanika

Koliko godina imate?

1.173 odgovora



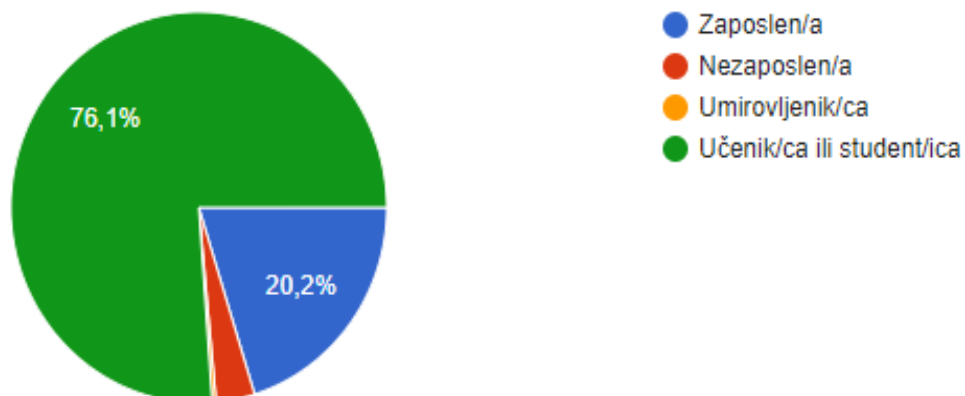
Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja bilo je mlađe životne dobi, i to od 18 do 29 godine. Toj dobnoj skupini pripada čak 85,30 % sudionika istraživanja. Nakon toga slijede osobe od 30 do 39 godina, pa osobe od 40 do 49 godina. Manji postotak sudionika istraživanja bio je u dobi od 50 do 65 godina, dok je najmanji postotak sudionika istraživanja bilo starije od 65 godina.

Grafikon 6.3 Grafički prikaz odgovora na pitanje o godinama ispitanika

Radni status

1.173 odgovora



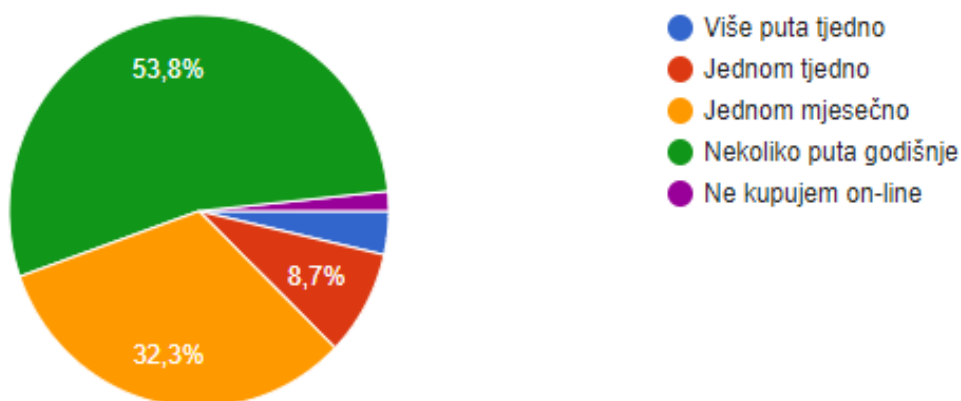
Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja, čak njih 76,10 % su bili učenici i studenti, što je i očekivano s obzirom na životnu dob sudionika istraživanja. Zaposlenih osoba je u istraživanju bilo 20,20 %, dok se na trećem mjestu po brojnosti nalaze nezaposleni. U istraživanju je sudjelovalo vrlo malo umirovljenika.

Grafikon 6.4 Grafički prikaz odgovora na pitanje o učestalosti on-line kupovine

Koliko često kupujete on-line?

1.173 odgovora



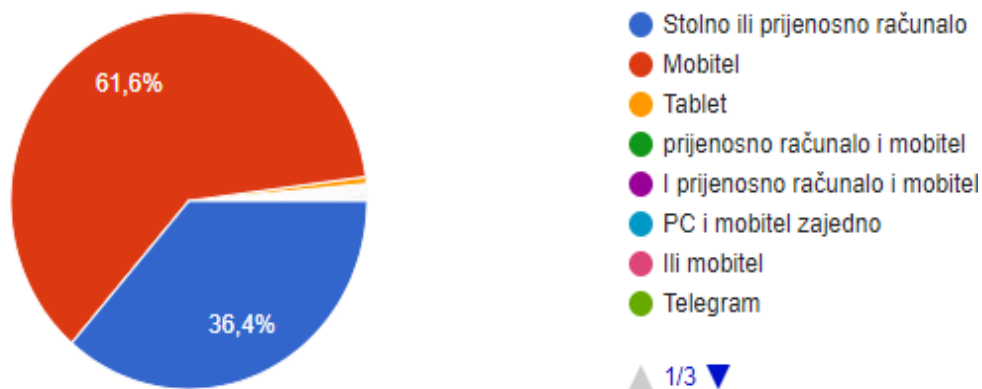
Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja izjavila je da on-line kupnju obavlja nekoliko puta godišnje, i to njih 53,80 %. Jednom mjesečno on-line kupuje 32,30 % ispitanika, dok ih 8,70 % obavlja kupnju jednim tjedno. Na četvrtom mjestu se nalaze ispitanici koji kupuju on-line više puta tjedno, dok se na posljednjem mjestu nalaze oni koji uopće ne kupuju on-line.

Grafikon 6.5 Grafički prikaz odgovora na pitanje o vrsti uređaja koji se koristi za on-line kupnju

Koji uređaj koristite za on-line kupnju?

1.173 odgovora



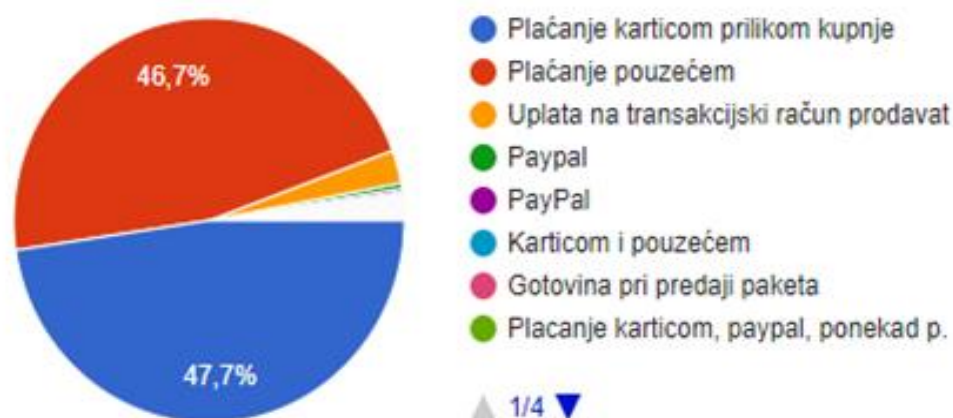
Izvor: Obrada autora

Većina ispitanika, njih 61,60 % on-line kupnju obavlja putem mobitela, dok ih 36,40 % on-line kupnju obavlja putem stolnog ili prijenosnog računala.

Grafikon 6.6 Grafički prikaz odgovora na pitanje o načinu plaćanja koji se koristi prilikom on-line kupnje

Koji način plaćanja koristite prilikom on-line kupnje?

1.173 odgovora



Izvor: Obrada autora

Nakon provedenog istraživanja može se zaključiti da podjednak broj sudionika istraživanja prilikom on-line kupnje preferira plaćanje karticama i plaćanje pouzećem za kupljenu robu. Plaćanje karticama prilikom on-line kupnje preferira 47,70 % sudionika istraživanja, dok ih 46,70 % plaća prilikom pouzeća. Ostali načini plaćanja koriste se rjeđe prilikom on-line kupnje.

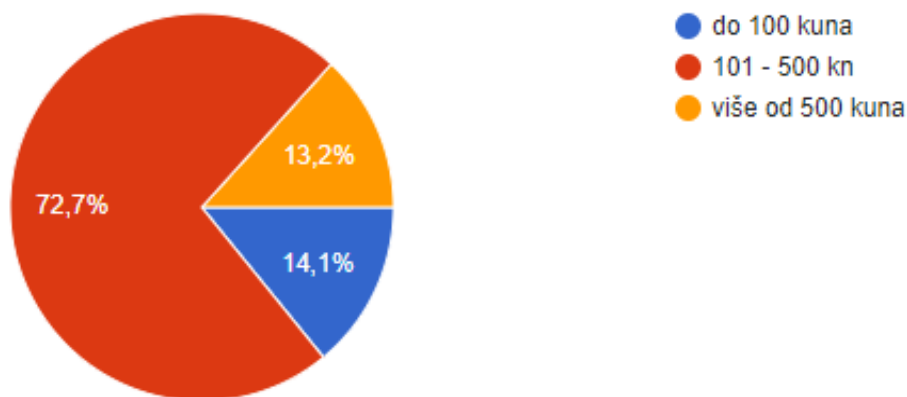
Iduće pitanje u istraživanju odnosilo se na vrstu proizvoda koju sudionici istraživanja većinom kupuju prilikom on-line kupovine. Većina sudionika istraživanja izjavila je da prilikom on-line kupnje većinom kupuje odjeću ili obuću. Ostale stvari koje kupuju prilikom on-line kupovine bile su razni tehnički proizvodi poput mobitela, kozmetika, dodaci prehrani, dodaci za tehničke proizvode i sl.

Navedene stvari većinom kupuju u domaćim Internet trgovina poput About You, Zara, eKupi, Polleo Sport, kao i u ostalim on-line trgovinama koje posluju u Hrvatskoj. Osim domaćin Internet trgovina, sudionici istraživanja izjavili su da kupuju i u inozemnim Internet trgovinama poput Amazona, eBay-a, AlliExpress-a, ASOS-a i sl.

Grafikon 6.7 Grafički prikaz odgovora na pitanje o prosječnom iznosu košarice prilikom on-line kupnje

Koliki je Vaš prosječni iznos "košarice" prilikom on-line kupnje?

1.173 odgovora



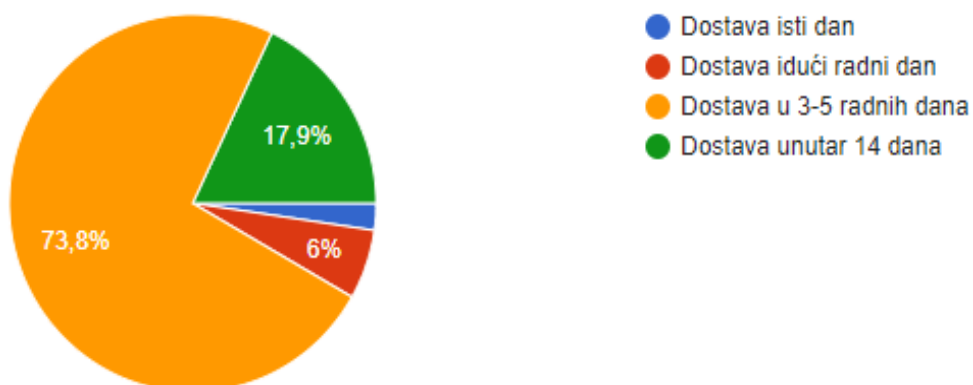
Izvor: Obrada autora

Prosječni iznos košarice prilikom on-line kupnje koji sudionici istraživanja ostvaruju je najčešće u iznosu od 101 do 500 kuna. Čak 72,70 % sudionika istraživanja izjavilo je da upravo taj iznos troše prilikom on-line kupnje. Na drugom mjestu nalazi se iznos košarice do 100 kuna koji troši 14,10 % sudionika istraživanja, dok iznos veći od 500 kuna prilikom on-line kupnje troši 13,20 % sudionika istraživanja.

Grafikon 6.8 Grafički prikaz odgovora na pitanje o optimalnom vremenu dostave kupljene robe u on-line trgovini

Koje Vam je optimalno vrijeme dostave kupljene robe u on-line trgovini?

1.173 odgovora

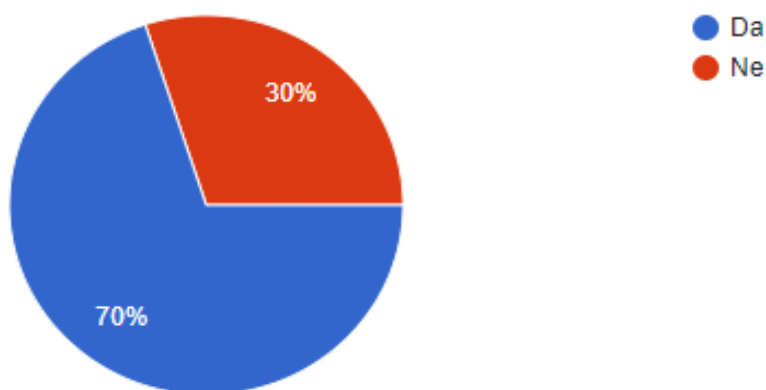


Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja, njih 73,80 % preferira da im se kupljeni proizvode dostave u roku od 3-5 radnih dana. To je u praksi i uobičajeno vrijeme dostave kupljenih proizvoda. Sa dostavom unutar 14 dana od kupnje bilo bi zadovoljno 17,90 % ispitanika, dok ih 6 % očekuje dostavu idući radni dan. Mali broj ispitanika bi željelo da im se proizvodi dostave isti dan kada su i kupljeni.

Grafikon 6.9 Grafički prikaz odgovora na pitanje o besplatnoj dostavi
Da li očekujete da je prilikom on-line kupnje dostava besplatna?

1.173 odgovora



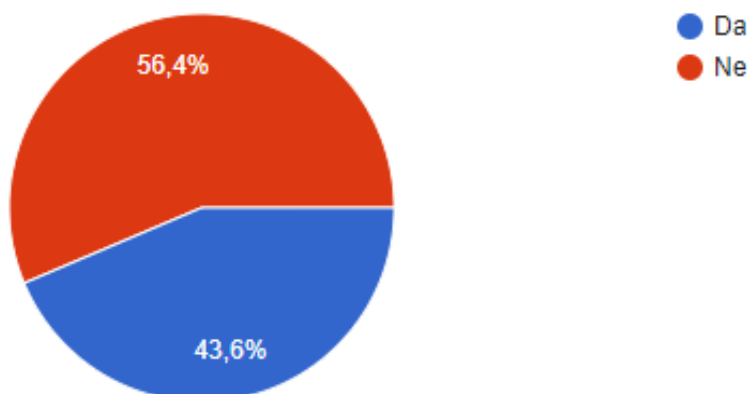
Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja, njih 70 % očekuje da im je prilikom on-line kupnje dostava besplatna, dok ih je samo 30 % spremno platiti trošak dostave.

Grafikon 6.10 Grafički prikaz odgovora na pitanje o mogućem plaćanju troška dostave za raniju dostavu

Da li ste spremni dodatno platiti trošak dostave kako bi Vam se proizvod dostavio unutar 24 sata?

1.173 odgovora



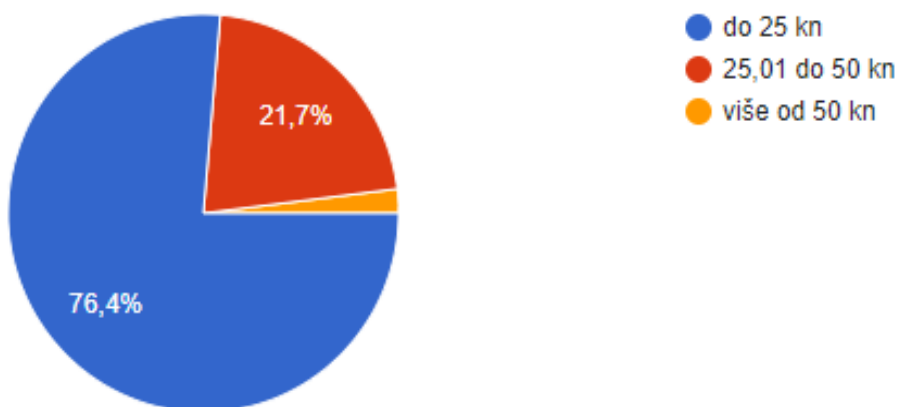
Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja ne bi bila spremna platiti dodatni trošak dostave kako bi im se kupljeni proizvodi ranije dostavili, npr. u periodu od 24 sata od kupnje, i to njih 56,40 %. Ipak, 43,60 % sudionika istraživanja pristala bi na plaćanje dodatnog troška dostave kako bi ranije dobili kupljene proizvode.

Grafikon 6.11 Grafički prikaz odgovora na pitanje o mogućem iznosu troška dostave za dostavu unutar 24 sata od narudžbe

Koji iznos ste spremni dodatno platiti za dostavu unutar 24 sata od narudžbe?

1.173 odgovora



Izvor: Obrada autora

Kako bi im se naručeni proizvodi dostavili unutar 24 sata od narudžbe, većina sudionika istraživanja spremna je platiti iznos do 25 kuna, njih 76,40 %. Iznos od 25,01 do 50 kuna spremno je platiti 21,70 % sudionika istraživanja, dok je mali broj sudionika istraživanja spreman platiti iznos veći od 50 kuna kako bi unutar 24 sata dobili naručene proizvode.

Grafikon 6.12 Grafički prikaz odgovora na pitanje o korištenju usluge dostave dronom

Da li bi koristili uslugu dostave naručenog proizvoda dronom na adresu?

1.173 odgovora



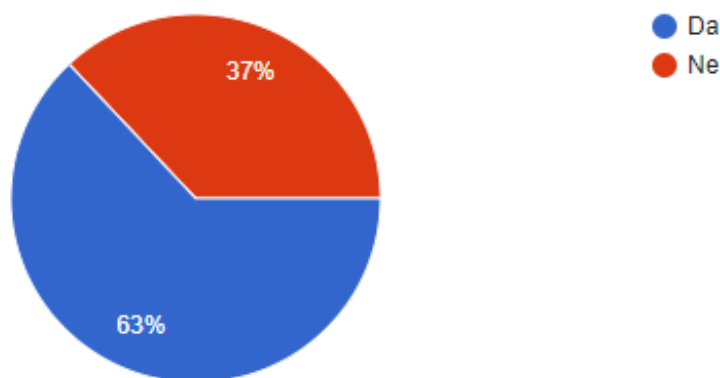
Izvor: Obrada autora

Uslugu dostave kupljenih proizvoda dronom koristio bi velik broj sudionika istraživanja, dok 36,10 % sudionika istraživanja ne bi koristilo tu uslugu. Većina sudionika istraživanja, njih 47,80 % koristilo bi uslugu dostave dronom, ali bez dodatne naplate za korištenje takove usluge, dok bi ih 16,10 % bilo spremno i platiti dodatni iznos kako bi im se naručeni proizvodi dostavili dronom na adresu.

Grafikon 6.13 Grafički prikaz odgovora na pitanje o potencijalnom korištenju usluge Wing

Da li bi koristili aplikaciju Wing kada bi bila dostupna u Vašoj sredini? Wing aplikacija je aplikacija slična Glovo-u, ali naručeno ne dostavlja dostavljač nego dron.

1.173 odgovora



Izvor: Obrada autora

Većina sudionika istraživanja koristila bi aplikaciju Wing za dostavu hrane i ostalih sličnih proizvoda ukoliko bi ta usluga bila dostupna u njihovoj sredini. Usluga Wing je usluga koju se naručuje putem mobilne aplikacije i funkcionira na sličan način kao i Glovo, samo što se naručeni proizvodi dostavljaju dronom. Čak 63 % sudionika istraživanja koristilo bi tu uslugu kada bi ista bila dostupna, dok ih 37 % ne bi koristilo navedenu uslugu.

Na posljednjem pitanju istraživanja sudionici su trebali odgovoriti na pitanje koja su njihova očekivanja od usluge dostave dronovima. Većina ih je odgovorila da očekuju brzu, sigurnu i efikasnu dostavu naručenih proizvoda, a što je i u skladu sa dostavnim mogućnostima dronova.

6.2. Interpretacija rezultata istraživanja i prijedlozi poboljšanja

Nakon provedenog istraživanja u vidu ankete dobiveni su rezultati koji ukazuju na to da postoji veliki interes za uslugu dostave dronovima, te da je potencijal navedenog tržišta vrlo velik.

Većina sudionika istraživanja koristila bi navedenu uslugu te od njenog korištenja očekuju brzu, efikasnu i sigurnu dostavu naručenih proizvoda. Za korištenje navedene usluge većina nije spremna platiti neki dodati iznos, ali može se zaključiti da kada bi to bilo potrebno, isti bi bili spremni to i platiti. Iznos koji su spremni platiti zapravo se kreće u granicama za koji se i predvidjelo da bi ta usluga mogla koštati. Također, taj iznos je zapravo i neki prosječni iznos troška dostave koji kupci i sada plaćanju kada naruče proizvode manje vrijednosti, dok kod većih narudžbi taj trošak prodavač preuzima na sebe. Sam trošak dostave dronom ne bi zapravo previše odskakao od trenutnih troškova.

U provedenom istraživanju sudjelovale su razne dobne skupine. Detaljnijom analizom istraživanja može se uočiti da su mlađe dobne skupine sklonije on-line kupovini, i da su iste više spremne koristiti uslugu dostave dronovima od starijih dobni skupina kojima to područje možda ni nije toliko jasno. To je očekivana situacija s obzirom na to da mlađe dobne skupine aktivnije prate razvoj tehnologija od onih starijih.

Rezultati provedenog istraživanja upućuju na to da je pravi trenutak za implementaciju sustava dostave dronovima u Republici Hrvatskoj. S obzirom na veličinu tržišta u Republici Hrvatskoj, maksimalnim kapacitetom sustava koji je definiran na primjeru grada Berlina, kao i interesom za takovu uslugu koji je uočen iz provedenog istraživanja, takva usluga svakako će imati tržište u Republici Hrvatskoj.

Ono što bi svakako trebalo usavršiti jest dostava proizvoda dronovima u nepovoljnim meteorološkim uvjetima budući da bi takvo ograničenje u dostavi moglo odbiti neke korisnike usluge koji svoje proizvode očekuju da im se brzo dostave, na siguran način, i bez nekih ograničenja.

Na temelju rezultata istraživanja također je uočeno da su kupci spremni platiti određeni iznos za takav oblik dostave, i to većinom do maksimalno 25 kuna. Budući da je prema procjenama trošak jedne dostave i manji od tog iznosa, potrebno bi bilo napraviti detaljnu analizu cijene dostave, te ju sukladno mogućnostima definirati na nekih 15 kuna što će korisnicima usluga biti prihvatljivo da plate, a s druge strane će takva povoljna cijena privući i one potencijalne korisnike takve usluge koji su u istraživanju naveli da nisu spremni platiti takvu uslugu.

S obzirom na spremnost potencijalnih korisnika usluge dostavom dronovima, i odgovore koje su naveli u istraživanju, pravi je trenutak i za implementaciju usluge poput usluge Wing koja bi

omogućila dostavu raznih proizvoda putem dronova. Mnogo ljudi u Republici Hrvatskoj koristi uslugu Glovo, a uvođenjem takve usluge koja bi za dostavu koristila dronove, svakako bi predstavljalo značajni napredak i svakako bi privuklo velik broj korisnika.

Za sve prethodno navedeno potrebno je uskladiti zakonske regulative kako bi se usluge mogle implementirati, kao što to ove godine u svoje zakonske regulative implementira SAD.

7. Zaključak

Na kraju ovog rada i nakon detaljno analizirane tehnologija dronova, kao i njihove primjene u posljednjoj milji dostave, može se zaključiti da su dronovi tehnologija koja trenutno ima veliki utjecaj na mogućnosti dostave, a za očekivati je da će se njihov utjecaj u budućnosti još više intenzivirati.

Dronovi su napredna tehnologija i to relativno nova tehnologija. Prije nekoliko godina takva tehnologija se većini činila nedostižnom. Danas je situacija sasvim drugačija. Intenzivnim razvojem u posljednjih nekoliko godina dronovi su postali dostupni široj javnosti pa se tako isti sada upotrebljavaju u komercijalne, ali i u privatne svrhe. S vremenom je cijena dronova postala pristupačnija pa se tako isti mogu kupiti po povoljnim cijenama kako bi se koristili u amaterske svrhe. Ipak, profesionalni dronovi, onakvi kakvi imaju napredniju tehnologiju i koji se trebaju koristiti u procesima dostave znatno su skuplji.

Tehnologija dostave dronovima još je u svojim počecima. Već se nekoliko godina radi na testiranju te tehnologije, a tek u posljednje vrijeme kada se ista usavršila, počela je i njena masovnija primjena.

Dostava dronovima još uvijek nije široko rasprostranjena, te je ta usluga dostupna samo u nekim državama svijeta. Razlog za to su prvenstveno velika ulaganja koja su potrebna kako bi se uspostavio sustav dostave dronovima, ali i zakonske regulative koje se trebaju promijeniti i koje bi mogle omogućiti upotrebu dronova u dostavne svrhe. Većina zakonskih propisa nije slijedila razvoj tehnologije dronova, pa su oni relativno zastarjeli i ne dopuštaju korištenje svih mogućnosti koje su dronovi razvili u posljednjih nekoliko godina. Promjena američkih zakonskih propisa koja se očekuje da će stupiti na snagu 2021. godine promijenit će takovu situaciju te će omogućiti korištenje raznih opcija koje dronovi nude, pa tako i njihovu primjenu za dostavu u posljednjoj milji.

Tvrtke koje su razvile takvu uslugu i usavršile ju, konačno će moći proširiti svoje poslovanje i omogućiti dostupnost svojih usluga dostave dronovima široj masi ljudi budući da tržište za navedeno svakako postoji.

Istraživanje koje je provedeno u sklopu ovog diplomskog rada pokazalo je da zanimanje za uslugom dostave dronovima postoji i u Republici Hrvatskoj i da su korisnici usluge spremni i platiti određeni iznos kako bi im se naručeni proizvodi što prije dostavili pomoću drona. Iznos koji su većinom spremni platiti jest maksimalno 25 kuna, što je i u okvirnim granicama koliko bi prema procjenama trebala i koštati takova usluga. S obzirom na to da potreba za takvim uslugama postoji u Republici Hrvatskoj, ista zasigurno postoji i u državama iz okruženja, kao i u

Europskoj uniji i u SAD-u. U razvijenijim i većim državama tržište za navedenom uslugom je zasigurno i veće nego u Republici Hrvatskoj.

U provedenom istraživanju uočeno je da je zanimanje prisutno prvenstveno kod mlađe populacije pa je za pretpostaviti da u budućnosti tržište usluge dostavom dronovima neće nestati, već će se isto još više razvijati. Istraživanje je pokazalo da mlađa populacija očekuje brzu, efikasnu i sigurnu dostavu naručenih proizvoda.

Istraživanje je također pokazalo da su mlađe dobne skupine sklonije on-line kupovini, te da su one sklonije koristiti uslugu dostave dronovima od starijih dobnih skupina.

Razvojem tržišta zasigurno će se razvijati i sama tehnologija dronova kao i dostava dronovima. Razvojem tehnologije zasigurno će se unaprijediti i usavršiti upotreba dronova općenito, ali i njihova upotreba u posljednjoj milji dostave. Razvojem tehnologije uklonit će se i neki trenutni nedostaci takove usluge, poput npr. nemogućnosti obavljanja dostave pod nepovoljnim meteorološkim uvjetima ili noću. Samim razvojem usluge ista će postati još dostupnija i traženija, a mogućnosti koje će se u budućnosti nuditi vjerojatno nam sada još nisu ni pojmjljive, upravo kako nam prije nekoliko godina nije ni bilo pojmjljivo da će dronovi postati tako masovno dostupni i da ćemo moći naručiti da nam dron dostavi hranu ili neke hitno potrebne medicinske potrepštine.

Na kraju zaključka ovog diplomskog rada potrebno je napomenuti da je hipoteza diplomskog rada koja je postavljena na početku rada, a to je da će zbog nižih troškova i cijena dostave, potrošači biti spremni prihvatiti primjenu dronova u posljednjoj milji dostave u urbanom području, potvrđena.

Kroz cijeli diplomski rad iznesene su relevantne činjenice koje potkrjepljuju navedenu hipotezu, a ostaje samo za vidjeti kakav će još utjecaj dronovi u budućnosti imati na smanjenje troškova dostave i povećanje kvalitete i efikasnosti iste.

U Koprivnici, 24.06.2021.

Mano Sinčić

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim privajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MARIO SINČIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/jea ~~završnog/diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ~~PRIMJENA DRONOVA U POSLJEDNOS MLI~~ (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/jea:
(upisati ime i prezime)

Mario Sinčić
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MARIO SINČIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom ~~završnog/diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ~~PRIMJENA DRONOVA U POSLJEDNOS MLI~~ (upisati naslov) čiji sam autor/jea.

Student/jea:
(upisati ime i prezime)

Mario Sinčić
(vlastoručni potpis)

Literatura

KNJIGE

- Culus, J. et al. (2018) *A drone's eye view*. Belgium: PWC, Agoria
- Dalamagkidis, K.; Valavanis, K. P.; Piegl, L. A. (2012) *On Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System*. Netherland; Springer
- Ivaković, Č.; Stanković, R.; Šafran, M. (2010) *Špedicija i logistički procesi*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti
- Renko, S.; Fičko, D.; Petljak, K. (2009) *Novi logistički trendovi kao potpora maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet
- Segetlija, Z.; Lamza-Maronić, M. (1995) *Distribucijski sustavi trgovinskoga poduzeća*. Osijek: Ekonomski fakultet
- Šamanović, J. (2009) *Prodaja, distribucija, logistika*. Split: Ekonomski fakultet
- Valavanis K. P.; Vachtsevanos G. J. (2015) *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Netherland: Springer

STRUČNI ČASOPISI

- Brčić-Stipčević, V. (1994) *Važnost logistike u unapređenju prodaje*. *Suvremena trgovina*, 21 (3), str. 70-73
- Finn, R.L.; Wright, D. (2012) *Unmanned aircraft systems: surveillance, ethics and privacy in civil applications*. *Comput Law Secur Rev*, 28, str. 184–194
- Kolarić, G.; Skorić, L. (2014) *Metode distribucije u gradska središta*. *Tehnički glasnik*, 8 (4), str. 405-412
- Vergouw, B. et al. (2016) *Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments*. U: Custers B.H.M. (red.) *The Future of Drone Use*. Heidelberg: Springer
- Zelenika, R.; Pupovac, D. (2001) *Suvremeno promišljanje osnovnih fenomena logističkog sustava*. *Ekonomski pregled*, 52 (3-4), str. 354-378

ZNANSTVENI I STRUČNI RADOVI

- Crnjac, M. (2020) *Dostava u posljednjoj milji*. Diplomski rad. Koprivnica: Sveučilište sjever
- Janković, J. (2019) *Automatizacija procesa dostave poštanskih pošiljaka*. Završni rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti
- Kolinger, D. (2013) *Završni rad*. Završni rad. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje

- Krekešić, I. (2016) *Organizacija distribucije paketnih pošiljaka u urbanim područjima*. Diplomski rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti
- Milić, B. (2019) *Mogućnost primjene i analiza isplativosti dostave dronovima*. Diplomski rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti
- Petar S., Valeš D., Kurti F. (2020). *Kvaliteta logističkih rješenja posljednje milje*. Pregledni članak. Crikvenica: 21. Međunarodni simpozij o kvaliteti
- Šmejkal, M. (2018) *Mogućnosti primjene dronova u Republici Hrvatskoj*. Diplomski rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
- Vidaček, M. (2017) *Distribucijska logistika*. Završni rad. Varaždin: Sveučilište Sjever

INTERNETSKI IZVORI

- Amazon (n.d.), [Internet], <raspoloživo na: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>>, [11.02.2021].
- Apparel Resources News-Desk (2020) Amazon's Prime Air drone delivery wins FAA approval!, [Internet], <raspoloživo na: <https://apparelresources.com/technology-news/retail-tech/amazons-prime-air-drone-delivery-wins-faa-approval/>>, [28.03.2021].
- AVINC (n.d.), [Internet], <raspoloživo na: <https://www.avinc.com/uas/services>>, [16.12.2020].
- Bičak, D. (2013) Kurirska služba na usluzi i po mjeri svojim klijentima, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.poslovni.hr/domace/kurirska-sluzba-na-usluzi-i-po-mjeri-svojim-klijentima-233036>>, [01.03.2021].
- CCAA (2020) EU propis za operacije sustavima bespilotnih zrakoplova (dronova), [Internet], <raspoloživo na: <http://www.ccaa.hr/file/635031a9a6ec6b14cec6847d293e40cb15a>>, [23.03.2021].
- CCAA (n.d.) Registracija UAS operatora i polaganje ispita za udaljene pilote, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.ccaa.hr/letenje-dronom-98073>>, [23.03.2021].
- DeAngelis, M. (2020) Alphabet partners with local library to deliver books to students, [Internet], <raspoloživo na: <https://engt.co/3fx6zZp>>, [28.03.2021].
- Delfly (n.d.), [Internet], <raspoloživo na: <http://www.delfly.nl/>>, [16.12.2020].
- DJI (n.d.) Store, [Internet], <raspoloživo na: <https://store.dji.com/guides/dji-spark-remote-controller/>>, [10.12.2020].
- DJI (n.d.) Store, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.dji.com/hr/phantom>>, [16.12.2020].
- FAA (2019) Getting Started, [Internet], <raspoloživo na: https://www.faa.gov/uas/getting_started/>, [25.03.2021].

- FAA (2021) Operations Over People General Overview, [Internet], <raspoloživo na: https://www.faa.gov/uas/commercial_operators/operations_over_people/>, [25.03.2021].
- FAA (2021) UAS Remote Identification Overview, [Internet], <raspoloživo na: https://www.faa.gov/uas/getting_started/remote_id/>, [25.03.2021].
- FedEx (n.d.) Meet Roxo™, the FedEx SameDay Bot, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.fedex.com/en-us/innovation/roxo-delivery-robot.html>>, [20.03.2021].
- Gaille, L. (2019) 18 Delivery Drones Pros and Cons, [Internet], <raspoloživo na: <https://vittana.org/18-delivery-drones-pros-and-cons/>>, [10.01.2021].
- Hader, M.; Baur S. (2020) Cargo drones: The future of parcel delivery, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Cargo-drones-The-future-of-parcel-delivery.html>>, [10.01.2021].
- Hader, M.; Baur S. (2020) Cargo drones: The urban parcel delivery network of tomorrow, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Cargo-drones-The-urban-parcel-delivery-network-of-tomorrow.html>>, [10.01.2021].
- Hass, M. (n.d.) Top 5 Logistics Technologies, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.flexe.com/blog/top-5-logistics-technologies>>, [02.03.2021].
- Hrvatska pošta d.d. (2020) Hrvatska pošta kreće u projekt paketomata vrijedan 108 milijuna kuna i smanjuje čekanje, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-krece-u-projekt-paketomata-vrijedan-108-milijuna-kuna-i-smanjuje-cekanje/8334>>, [10.03.2021].
- Hrvatska pošta (n.d.) Hrvatska pošta uspješno dostavila pošiljku dronom, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-uspjesno-dostavila-posiljku-dronom-8167-8168/8168>>, [28.03.2021].
- IATA (n.d.) Cargo Drones, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.iata.org/whatwedo/cargo/Pages/cargo-drones.aspx>>, [10.12.2020].
- IoDLT (2019) The Future of Drone Delivery Systems - NEM Catapult & IoT, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.iotforall.com/drone-delivery-system>>, [25.03.2021].
- Jurman, H. (2019) Ne poštuju prometna pravila i krađu posao ljudima: New York potjerao robote s ulica, [Internet], <raspoloživo na: <https://zimo.dnevnik.hr/clanak/ne-postuju-prometna-pravila-i-kradu-posao-ljudima-new-york-potjerao-robote-s-ulica---584850.html>>, [10.03.2021].
- Kern (2019) PUDO reaches an agreement with SEUR to incorporate the smart terminals into its network of Pickup points, [Internet], <raspoloživo na:

- https://www.kernworld.com/media/press_release_-_pudo_reaches_an_agreement_with_seur.pdf>, [20.03.2021].
- Links (n.d.) Dron DJI Mavic Air, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.links.hr/hr/dron-dji-mavic-air-arctic-white-4k-uhd-kamera-3-axis-gimbal-vrijeme-leta-do-21min-upravljanje-daljinskim-upravljacem-bijeli-410501075>>, [10.12.2020].
 - Newatlas (2017) Drones, [Internet], <raspoloživo na: <https://newatlas.com/carbonix-volanti-vtol-fixed-wing-industrial-uav/48253/>>, [16.12.2020].
 - Secure Media (2018) A Brief History of the Courier Industry, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.securemediaservices.co.uk/uncategorised/a-brief-history-of-the-courier-industry/>>, [05.03.2021].
 - Spectrum (2011) [Internet], <raspoloživo na: <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/aviation/honeywells-rq16-thawk-drone-joins-florida-police-force>>, [16.12.2020].
 - Središnji državni portal (2010) Upravljanje i korištenje sustava bespilotnih zrakoplova, [Internet], <raspoloživo na: <https://gov.hr/print.aspx?id=1955&url=print>>, [13.03.2021].
 - USDOD (2013) Unmanned systems integrated roadmap, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>>, [21.01.2021].
 - Vrbanus, S. (2021) Preko 100 milijuna dolara za autonomnu dostavu robotskim vozilima, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.bug.hr/tehnologije/preko-100-milijuna-dolara-za-autonomnu-dostavu-robotskim-vozilima-18679>>, [05.03.2021].
 - Wing (n.d.), [Internet], <raspoloživo na: <https://wing.com/>>, [23.02.2021].

Popis tablica

Tablica 4.1 Prikaz klasifikacije dronova temeljene na maksimalnoj masi letjelice u polijetanju .32

Popis slika

Slika 3.1 Autonomno dostavno vozilo tvrtke Starship Technologies	15
Slika 3.2 Autonomno dostavno vozilo tvrtke FedEx.....	16
Slika 3.3 Uređaj PUDO tehnologije dostave	18
Slika 4.1 Letjelica dronskog sustava	21
Slika 4.2 Dron sa teretom	23
Slika 4.3 Primjer jednostavnog sustava za upravljanje dronom	24
Slika 4.4 Prikaz drona Raven	26
Slika 4.5 Prikaz drona Phantom	27
Slika 4.6 Prikaz hibridnog drona	28
Slika 4.7 Prikaz ornitopter drona Delfly explorer	28
Slika 4.8 Prikaz drona na pogon mlaznih motora.....	29
Slika 5.1 Dron tvrtke Wing u dostavi	47
Slika 5.2 Dron tvrtke Amazon	48
Slika 5.3 Testni dron Hrvatske pošte.....	49

Popis grafikona

Grafikon 6.1 Grafički prikaz odgovora na pitanje o spolu ispitanika	56
Grafikon 6.2 Grafički prikaz odgovora na pitanje o godinama ispitanika	57
Grafikon 6.3 Grafički prikaz odgovora na pitanje o godinama ispitanika	57
Grafikon 6.4 Grafički prikaz odgovora na pitanje o učestalosti on-line kupovine.....	58
Grafikon 6.5 Grafički prikaz odgovora na pitanje o vrsti uređaja koji se koristi za on-line kupnju	58
Grafikon 6.6 Grafički prikaz odgovora na pitanje o načinu plaćanja koji se koristi prilikom on-line kupnje	59
Grafikon 6.7 Grafički prikaz odgovora na pitanje o prosječnom iznosu košarice prilikom on-line kupnje	60
Grafikon 6.8 Grafički prikaz odgovora na pitanje o optimalnom vremenu dostave kupljene robe u on-line trgovini	60
Grafikon 6.9 Grafički prikaz odgovora na pitanje o besplatnoj dostavi.....	61
Grafikon 6.10 Grafički prikaz odgovora na pitanje o mogućem plaćanju troška dostave za raniju dostavu.....	61
Grafikon 6.11 Grafički prikaz odgovora na pitanje o mogućem iznosu troška dostave za dostavu unutar 24 sata od narudžbe	62
Grafikon 6.12 Grafički prikaz odgovora na pitanje o korištenju usluge dostave dronom.....	62
Grafikon 6.13 Grafički prikaz odgovora na pitanje o potencijalnom korištenju usluge Wing.....	63