

Bespilotne letjelice u funkciji unaprijeđenja logističkih procesa

Sušac, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:022347>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ante Sušac

BESPILOTNE LETJELICE U FUNKCIJI
UNAPRIJEĐENJA LOGISTIČKIH PROCESA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 8. travnja 2020.

Zavod: **Zavod za prometno planiranje**
Predmet: **Osnove prometnog inženjerstva**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5843

Pristupnik: **Ante Sušac (0135253965)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Bespilotne letjelice u funkciji unaprijeđenja logističkih procesa**

Opis zadatka:

U ovom radu potrebno je analizirati povijesni razvoj bespilotnih letjelica te opisati zakonsku regulativu primjene bespilotnih letjelica. Također u radu je potrebno analizirati mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u logističkim procesima te analizirati utjecaj uvođenja bespilotnih letjelica u poslovanje i trendove korištenja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Pero Škorput

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

BESPILOTNE LETJELICE U FUNKCIJI UNAPRIJEĐENJA LOGISTIČKIH PROCESA

UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE FUNCTION OF IMPROVING LOGISTICAL PROCESSES

Mentor: doc. dr. sc. Pero Škorput

Student: Ante Sušac
JMBAG: 0135253965

Zagreb, srpanj 2020.

Sažetak

Povijesno gledajući tehnologija bespilotnih letjelica prvotno je napravljena u vojne svrhe. Prve pojave bespilotnih letjelica uvelike unaprjeđuju tijek ratovanja od mogućnosti špijunaže, logističke pomoći i bombardiranja sa sigurne udaljenosti. S vremenom su ljudi shvatili kako bespilotne letjelice mogu upotrijebiti i u civilne svrhe u cilju poboljšanja određenih djelatnosti. Danas se koriste u djelatnostima poput dostave paketa, nadzora granica i praćenja prometa, osiguranjima i inspekciji nedostupnih infrastruktura.

Hrvatska pošta početkom 2020. godine obavlja svoju prvu dostavu dronom između zadarske luke Gaženice do Preka i time smanjuju vrijeme isporuke. Razmatra se smanjenje voznog parka Hrvatske pošte uvođenjem bespilotnih letjelica. Trgovina Amazon već duži vremenski period predstavlja svoj program Prime Air čija je svrha dostava pošiljke dronom. Potaknuti ovim projektom patentiraju i košnicu odnosno terminal za prijem i otpremu bespilotnih letjelica.

KLJUČNE RIJEČI: bespilotne letjelice; logistički proces; funkcionalnost; razvoj

Summary

Historically, the technology of unmanned aerial vehicles was originally made for military purposes. The first appearances of drones greatly improved the course of warfare from the possibility of espionage, logistical assistance, and bombing attacks from a safe distance. Over time, people realized that drones could also be used for civilian purposes to improve certain activities. Today, they are used in activities such as package delivery, border control and traffic monitoring, insurance, and inspection of inaccessible infrastructures.

At the beginning of 2020, the Croatian Post performed its first delivery by drone between the Zadar port of Gaženica and Preko, thus reducing delivery time. With the introduction of unmanned aerial vehicles, the reduction of the Croatian Post's fleet is being considered. For a long time, the Amazon store has been presenting its Prime Air program for the purpose of delivering shipments by drones and encouraged by this project, they are also patenting a hive - a terminal for receiving and sending drones.

KEY WORDS: unmanned aerial vehicles; logistics process; functionality; development

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Povijest i razvoj bespilotnih letjelica	3
2.1.	Pojava bespilotnih letjelica i njihova primjena.....	4
2.2.	Prednosti i nedostaci korištenja	9
3.	Zakonska regulativa	11
3.1.	Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova – općenito	11
3.2.	Pravila letenja, dužnosti i odgovornosti pilota i operatera i iznimke od generalnih pravila	12
4.	Mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u logističkim procesima	15
4.1.	Primjena bespilotnih letjelica u procesima dostave	19
4.2.	Dostava bespilotnom letjelicom na primjeru Ruande.....	19
4.3.	Dostava bespilotnom letjelicom na primjenu Amazon Prime Air sustava dostave pošiljki	21
4.4.	Dostava bespilotnom letjelicom na primjeru Hrvatske pošte	23
5.	Utjecaj uvođenja bespilotnih letjelica u poslovanje i trendovi korištenja	27
5.1.	Upotreba dronova u Republici Hrvatskoj	28
5.2.	Komercijalna perspektiva.....	29
5.3.	Trendovi korištenja dronova.....	30
5.3.1.	Upotreba u vojno-obrambene svrhe	30
5.3.2.	Odgovor na katastrofe	31
5.3.3.	Konzervacija	32
5.3.4.	Zdravstvo	32
5.3.5.	Upravljanje krizom	33
5.3.6.	Kontrola epidemija i različitih oboljenja.....	34
5.3.7.	Infrastrukturni razvoj	35
5.3.8.	Osiguranje	36
5.3.9.	Urbano planiranje.....	37
5.3.10.	Telekomunikacije.....	37
5.3.11.	Internet.....	38
5.3.12.	Ilegalne aktivnosti i borba protiv kriminala	38
6.	Zaključak	40
	Popis literature	41
	Popis kratica.....	44
	Popis slika	45
	Popis tablica	46
	Popis grafikona	47

1. Uvod

Posljednjih desetljeća svjedoci smo ubrzanog razvoja tehnologije i znanosti u cilju ispunjavanja zahtjeva modernog društva. Novim stupnjem tehnološkog razvitka logistika kao znanost doživljava svoj razvoj. Беспilotne letjelice su jedna od tih tehnologija. One su postale su pojam svakodnevnice, ali su prisutne već dugi niz godina. Početna namjena korištenja беспilotnih letjelica bila je u vojne svrhe. Prema podacima posljednjih godina беспilotne letjelice bilježe eksponencijalni rast u civilnu svrhu korištenja.

Cilj ovog rada je prikazati važnost беспilotnih letjelica u logistici i njenim procesima. Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Povijest i razvoj беспilotnih letjelica
3. Zakonska regulativa
4. Mogućnosti primjene беспilotnih letjelica u logističkim procesima
5. Utjecaj uvođenja беспilotnih letjelica u poslovanje i trendovi korištenja
6. Zaključak

U drugom poglavlju Povijest i razvoj беспilotnih letjelica, opisani su počeci i razvoj беспilotnih letjelica. U toj cjelini navedeni su i materijali od kojih se rade беспilotne letjelice. U sljedećoj cjelini riječ je o pojavi беспilotnih letjelica i njenoj primjeni kroz povijest te prednostima i nedostacima postojećih letjelica.

U trećem poglavlju Zakonske regulative vidimo kako Pravilnik kao i Zakon o zračnom prometu jednako definira беспilotne zrakoplove kao zrakoplove koji su namijenjeni izvođenju leta bez pilota u zrakoplovu, koji je daljinski upravljani ili programiran i autonoman.

Mogućnosti primjene беспilotnih letjelica u logističkim procesima, u tom poglavlju riječ je o uporabi letjelica u različitim područjima civilnog života njenim prednostima te nedostacima. U sljedećim cjelinama govori se o primjeni letjelica u svrhu dostave lijekova i pošiljki, te uporabi u svrhe Hrvatske pošte.

U petom poglavlju Utjecaj uvođenja bespilotnih letjelica u poslovanje i trendovi korištenja opisane su upotrebe u raznim situacijama kao upotreba u cilju infrastrukturnog razvoja, u svrhu osiguranja, urbanog planiranja, telekomunikacija, borbi protiv kriminala.

2. Povijest i razvoj bespilotnih letjelica

Bespilotna letjelica (eng. Unmanned Aerial Vehicle - UAV), koja se kolokvijalno češće naziva dron, letjelica je bez posade, koja se upravlja na daljinu pomoću prijemnika ili koja leti samostalno korištenjem unaprijed dogovorenog plana leta, [1].

Davne 425. godine prije Krista stvorene su prve ideje bespilotnog leta. Talijanski inženjer Archytasa izradio je prvu bespilotnu letjelicu u obliku mehaničke ptice koja je bila izrađena od drvenih materijala te je maksimalni let bio 200 metara.

Pod utjecajem prvog svjetskog rata dolazi do napretka u razvoju bespilotnih letjelica u vojne svrhe. Krajem prvog svjetskog rata 1917. godine američka vojska proizvela je zračni torpedo zvan KETTERING BUG nazvan po svom izumitelju, Charlesu Ketteringu, [2]. Prvi uspješni let navedenog torpeda bio je 2. listopada 1918. godine, [3].



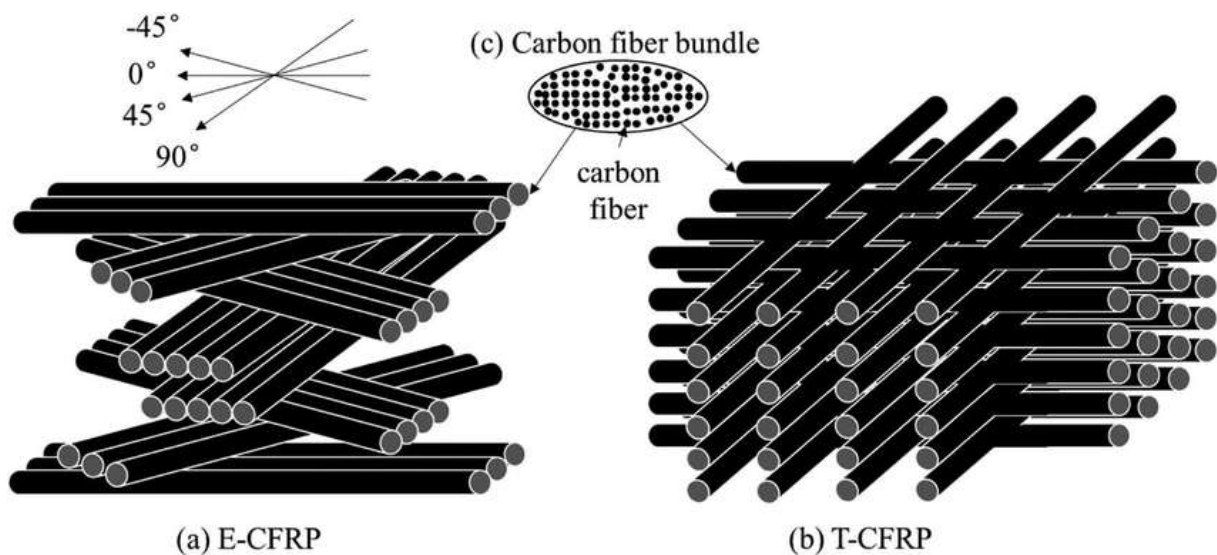
Slika 1. Bespilotna letjelica Kettering Bug, [4].

Napredovanjem tehnologije i izrade bespilotnih letjelica dolazi i do usavršavanja materijala za njihovu izradu. Današnje letjelice koriste lakše materijale kako bi smanjile težinu i samu veličinu letjelice. Materijali koji se koriste pri izradi su: aluminijske legure, kompozitni

materijali, drvo, karbon i dr. Kompozitni materijali se najčešće biraju za gradnju bespilotnih letjelica.

To su materijali koji se sastoje od matrice i pojačala, odnosno od dva različita materijala koja imaju različite fizička i kemijska svojstva. Spajanjem dvaju materijala dobivaju se nova kemijska i fizička svojstva.

Zahtjevima potražnje za povećanjem kapaciteta nosivosti prelazi se na novi kompozitni materijal za izgradnju drona CFRP (carbon fiber reinforced polymer) prikazan na slici 2. CFRP se sastoji od termoizolacijske smole i ugljičnih vlakana kao primarnom komponentom, to čini materijal lakšim i ima mogućnost ispravljanja kad se zagrije, [5].



Slika 2. Kompozitni materijal CFRP, [6].

2.1. Pojava bespilotnih letjelica i njihova primjena

Završetkom prvog svjetskog rata prekinut je daljnji razvoj KETTERING BUG torpeda, [7]. Ali to nije zaustavilo razvoj i testiranje bespilotnih letjelica. U razdoblju između dva svjetska rata britanska vlada proizvela je više različitih modela bespilotnih letjelica upravljanih pomoću radio prijemnika. Jedan od poznatijih modela bespilotnih letjelica iz toga doba je De HAVILLAND DH82B QUEEN BEE. Queen Bee je dizajniran kao niskobudžetna letjelica koja bi u slučaju udara protuavionskih topovnjača i dalje bila u mogućnosti letjeti pomoću radio prijemnika. Queen Bee nije bila isključivo bespilotna letjelica već je imala i člana posade koji je bio na prednjem sjedalu letjelice, [8]. Pretpostavlja se da kolokvijalni naziv dron proizlazi iz naziva letjelice Queen Bee prikazane na slici 3.



Slika 3. DH82B Queen Bee, [8].

U Vijetnamskom ratu prvi puta su korišteni izviđačke bespilotne letjelice. Upotrebljavaju se u raznim ulogama poput ukrasa u borbama u cilju zastrašivanja protivnika, za dostavljanje paketa pomoći i lansiranje raketa, [7].

Za vrijeme invazije Sjedinjenih Američkih Država na Vijetnam najviše se koristi Dash QH-50 (slika 4.), tih godina Sjedinjene Američke Države imale su najveću primjenu dronova u povijesti. Završetkom rata razvojni program oko bespilotnih letjelica Dash QH-50 naglo se gasi, a ostatak letjelica se primjenjuje kao mete. Vladinom odlukom o smanjenju investicija u svrhu vojne tehnologije naglo se prekida razvoj bespilotnih letjelica. Taj period traje desetak godina sve do 1970-ih kada Američka vojska razvija novi program zvan Aquila. Cijeli program ukida se 1987. godine zbog velikih troškova i tehničkih nedostataka, [9].



Slika 4. Dash QH-50, [10].

Izraelska vojska od 1973. do 1982. godine proizvodi više različitih i isplativih letjelica, a najpoznatiji model RQ-2 Pioneer privukao je interes Američke vojske. Imao je odlične performanse u pogledu brzine i udaljenosti koju je mogao preći, razvijao je brzinu i do 200 km/h i udaljenost veću od 180 kilometara. Korišten je u Zaljevskom ratu početkom 1990-ih godina, u svrhu špijunaže i nadgledanja, a 2007. godine povučen je iz primjene. Pioneer je preteča modernih letjelica poput Predatora i Global Hawka, [9].

Terorističkim napadima 11. rujna 2001. godine SAD povećava upotrebu bespilotnih letjelica. Koriste se u vojne svrhe za nadzor nepristupačnih mjesta gdje vojska nije u mogućnosti pristupiti.



Slika 5. 3D prikaz bespilotne letjelice RQ-2 Pioneer, [11].

Početak uporabe civilnih bespilotnih letjelica veže se uz 2006. godinu zahvaljujući promjeni zakona američke agencije Ministarstva prometa, Savezne uprave za civilno zrakoplovstvo, koja je omogućila korištenje komercijalnih letjelica te je iste godine izdala dvije dozvole za bespilotno letenje. Jedna od dozvola odnosila se za nadziranje državnih granica te se s godinama uporaba bespilotnih letjelica integrirala i u svrhu sprječavanja prirodnih nepogoda kao što su požari, poplave i druge nepogode. Bespilotne letjelice su također našle primjenu i u naftnoj industriji za kontrolu plinovoda. S godinama nalazi primjenu u poljoprivrednom sektoru gdje služili za prskanje pesticida (slika 6.).



Slika 6. Prskanje pesticida pomoću drona, [12].

Proizvodnja bespilotnih letjelica u komercijalne svrhe ubrzano raste. U 2017. godini proizvedeno je gotovo tri milijuna bespilotnih letjelica, što je za 39 posto više nego 2016. godine vidljivo iz tablice 1.

Tablica 1. Prikaz rasta proizvodnje bespilotnih letjelica u komercijalne svrhe, [13].

	2016	2017
osobni	2,041.91	2,817.3
komercijalni	110.3	174.1
Ukupno	2,152.2	2,991.4
Ukupan rast	60.3%	39.0%

2.2. Prednosti i nedostaci korištenja

Sve nove tehnologije pa tako i bespilotne letjelice imaju svoje prednosti i nedostatke. Samim imenom bespilotna letjelica, ostvarujemo jednu prednost u odnosu na letjelice koje imaju fizičku prisutnost od strane pilota. Omogućuju istraživanja i snimanja teško dostupnih mjesta na koje ljudi ne mogu lako pristupiti.

Zbog svoje veličine i težine lakše se prilagođavaju ljudskim potrebama, mogu ostati u zraku i do 30 sati, u slučaju pada letjelice postoji samo materijalna šteta bez ljudskih gubitaka. Mogu letjeti na velike udaljenosti i na velike visine imaju izrazito dobar manevar, mogu stajati u mjestu odnosno lebdjeti. Održavanje bespilotnih letjelica je mnogo jeftinije od običnih letjelica i zrakoplova. Od velike se koristi zbog mogućnosti letenja na niskim nadmorskim visinama, gdje mogu letjeti i do nekoliko sati bez prestanka, a obični zrakoplovi to ne mogu.

Pored ovih prednosti, bespilotne letjelice imaju i svoje nedostatke. Prilikom rada bespilotne letjelice, a vođene su daljinskim upravljačem, mogu se pojaviti troškovi izazvani ljudskom greškom i dovesti do pada letjelice (slika 7.).



Slika 7. Materijalna šteta uzrokovana ljudskom greškom, [14].

Prilikom pada dolazi do oštećenja ili potpunog gubitka letjelice. Nemogućnost primjene u raznim vremenskim uvjetima, u slučaju pada u lošim vremenskim uvjetima osim štete na tlu može imati kao posljedicu i ljudske žrtve.

Letjelice koje imaju let programiran, unutar njihova programa može doći do kvara, a to je izuzetno opasno ako se te letjelice primjenjuju u vojne svrhe što može dovest do ubijanja civila i uništenja njihove imovine. Letjelice koje su loše programirane, mogu biti preuzete od strane neprijatelja, a samim time postavljamo pitanje o sigurnosti takvog sustava, [1].

3. Zakonska regulativa

Od ulaska Republike Hrvatske u Europsku uniju 01. srpnja 2013. godine, pravna regulativa bespilotnih letjelica morala se urediti u skladu s pravom Europske unije. Korištenje bespilotnih letjelica ukupne mase iznad 150 kilograma stavljeno u nadležnost Europske unije, konkretno Europske agencije za sigurnost zrakoplova, dok je korištenje bespilotnih letjelica ukupne mase do 150 kilograma u civilne svrhe, ali i svih bespilotnih letjelica vojne i nevojne namjene u nadležnosti država članica Europske unije, pa tako i Republike Hrvatske. Zakonodavni okvir u Republici Hrvatskoj kojim se uređuju pitanja bitna za bespilotne letjelice predstavlja Zakon o zračnom prometu (Narodne novine broj 69/2009, 84/2011, 54/2013, 127/2013, 92/2014) kojim je propisano da će uvjeti za sigurnu uporabu bespilotnih zrakoplova, sustava bespilotnih zrakoplova i zrakoplovnih modela, te uvjeti kojima moraju udovoljavati osobe koje sudjeluju u upravljanju bespilotnim zrakoplovima i sustavima biti utvrđeni podzakonskim aktom. Taj akt je ministar pomorstva, prometa i infrastruktura donio 2014. i zvao se Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova (Narodne novine broj 49/2015, 77/2015, 104/2018), kojega mijenja istoimeni Pravilnik donesen 15.12.2018. (objavljenu Narodnim novinama broj 104/2018, dalje u tekstu: Pravilnik) i koji vrijedi još uvijek. Pravilnik o letenju zrakoplova (Narodne novine broj 32/2018) tek sporadično spominje bespilotne zrakoplove i to u smislu da po pitanju letenja istih upućuje na primjenu Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova, [15].

3.1. Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova – općenito

Pravilnik u 1. članku ističe kako se primjenjuje na bespilotne zrakoplove operativne mase (ukupne mase bespilotnog zrakoplova u trenutku uzlijetanja) do i uključujući 150 kilograma, na uvjete za njihovu sigurnu uporabu, te uvjete kojima moraju udovoljavati osobe koje sudjeluju u izvođenju letova istima. Isključena je primjena Pravilnika na bespilotne zrakoplove kada obavljaju vojne, carinske ili policijske aktivnosti, traganje i spašavanje, gašenje požara, nadzor granice i obalne straže ili slične aktivnosti koje se poduzimaju u javnom interesu, kao i na bespilotne zrakoplove kada se koriste u zatvorenom prostoru.

Pravilnik kao i Zakon o zračnom prometu jednako definira bespilotne zrakoplove kao zrakoplove koji su namijenjeni izvođenju leta bez pilota u zrakoplovu, koji je daljinski upravljani ili programiran i autonoman. Sustavom bespilotnog zrakoplova smatra se sustav koji se sastoji od bespilotnog zrakoplova i druge opreme, softvera ili dodataka neophodnih za

njegovo upravljanje na daljinu, dok se zrakoplovnim modelom smatra bespilotni zrakoplov namijenjen isključivo za potrebe rekreacije i sporta, [16].

Pravilnikom je propisano da bespilotni zrakoplov mora biti označen identifikacijskom negorivom pločom ili identifikacijskom naljepnicom (za bespilotne zrakoplove operativne mase do 5 kilograma).

Dodatna obveza označavanja bespilotnih zrakoplova bila je propisana Pravilnikom o projektiranju, prihvaćanju, gradnji i održavanju zrakoplova na koje se ne primjenjuje Uredba (EZ) br. 216/2008 (Narodne novine broj 77/2016, 104/2018), međutim, od donošenja Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova, taj Pravilnik se prestao primjenjivati na bespilotne zrakoplove i zrakoplovne modele. Prije Pravilnika iz 2018. su tako bespilotni zrakoplovi morali na vanjskoj strani, i to na najmanje dvije strane imati natpis napisan velikim latiničnim slovima:

- visine najmanje 50 mm, u boji koja je u jasnom kontrastu s bojom pozadine:

„BESPILOTNI ZRAKOPLOV – (engl.) *UNMANNED AIRCRAFT*“

- visine najmanje 20 mm, bijele boje na crvenoj podlozi:

„UPOZORENJE! OPERATOR ZRAKOPLOVA MOŽDA NIJE SVJESTAN VAŠE PRISUTNOSTI“, odnosno (engl.)

„WARNING! AIRCRAFT OPERATOR MIGHT NOT BE AWARE OF YOUR PRESENCE“.

3.2. Pravila letenja, dužnosti i odgovornosti pilota i operatera i iznimke od generalnih pravila

Uvjeti potrebni za sigurnu uporabu bespilotnih zrakoplova detaljno su propisani Pravilnikom. Kako svako pravilo ima i svoju iznimku, resorno ministarstvo je predvidjelo i brojne slučajeve u kojima je uporaba bespilotnih zrakoplova ipak dopuštena iako uvjeti odudaraju od općeg pravila. Primjerice dopušteno je letenje danju, ali i noću ako je zrakoplov opremljen svjetlima koja omogućuju utvrđivanje orijentacije zrakoplova u prostoru.

Ukoliko operator ishodi odobrenje Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo biti će dopušteno letenje i u nekontroliranom zračnom prostoru i na visini većoj od 120 m iznad tla, ali i u kontroliranom zračnom prostoru unutar polumjera 5 km od referentne točke aerodroma i

na visinama većim od 50 m iznad razine tla, te na udaljenosti od manjoj od 3 km od rubova i pragova uzletno-sletne staze nekontroliranog aerodroma. Prethodno odobrenje Agencije biti će potrebno i za letačke operacije na udaljenosti manjoj od 50 m od skupine ljudi, ali i za operacije koje se izvode izvan vidnog polja pilota, [16].

Posebna pravila predviđena su za korištenje bespilotnih letjelica kada se one koriste za potrebe rekreacije i sporta, te je dopušteno letenje samo u nenaseljenom području, na visini većoj od 120 m iznad tla, te uz izvođenje leta koristeći prikaz pogleda iz bespilotnog zrakoplova. Bespilotnim zrakoplovom nije dopušteno letenje iznad skupine ljudi, a zabranjeno je i prevoziti opasnu robu (osim ako se bespilotni zrakoplov koristi za potrebe poljoprivrede i šumarstva), teret (osim uz odobrenje Agencije), ljude i životinje, te izbacivati predmete tijekom leta (osim uz prethodno odobrenje Agencije).

Propis radi razliku između operatora sustava bespilotnog zrakoplova i pilota koji upravlja na daljinu, te se tako i njihove dužnosti i odgovornosti razlikuju. Operator je fizička ili pravna osoba koja se bavi izvođenjem letačkih operacija sustavom bespilotnog zrakoplova, dok je pilot fizička osoba odgovorna za sigurno upravljanje letom bespilotnog zrakoplova koja upravlja njegovim komandama leta, bilo ručno ili, kada bespilotni zrakoplov leti na automatizirani način, praćenjem njegova pravca letenja uz mogućnost intervencije i promjene pravca u svakom trenutku i smatra se zapovjednikom zrakoplova.

Pravilnik propisuje dužnosti i odgovornosti pilota kako bi se osigurao visok stupanj sigurnosti pri korištenju bespilotnih zrakoplova, kako bi se izbjeglo ugrožavanje života, zdravlja ili imovine, te izbjeglo narušavanje javnog reda i mira. Pri upravljanju zrakoplovom pilot se mora voditi pozitivnim propisima, letećim priručnikom ili uputama za upotrebu i operativnim priručnikom. Neophodno je da pilot prije leta provjeri ispravnost sustava bespilotnog zrakoplova, je li isti propisno označen, te da osigura područje uzlijetanja i slijetanja. Bitna dužnost pilota je i prikupljanje meteoroloških podataka o mjestu gdje planira izvoditi let, te da osigura da je sva oprema, odnosno teret odgovarajuće pričvršćen. Pilot mora stalno promatrati zračni prostor u području letenja kako ne bi doveo u opasnost druge zrakoplove, a u slučaju da je u zračnom prostoru drugi zrakoplov, prednost uvijek ima zrakoplov s posadom. Pilot ne smije upravljati istovremeno s više bespilotnih zrakoplova, osim uz prethodno odobrenje Agencije, te nikada ne smije upravljati bespilotnim zrakoplovom unutar područja u kojemu se izvodi hitna intervencija. Tijekom izvođenja letačke operacije pilot mora sa sobom imati letački priručnik ili upute za upotrebu sustava bespilotnog zrakoplova, potvrdu o

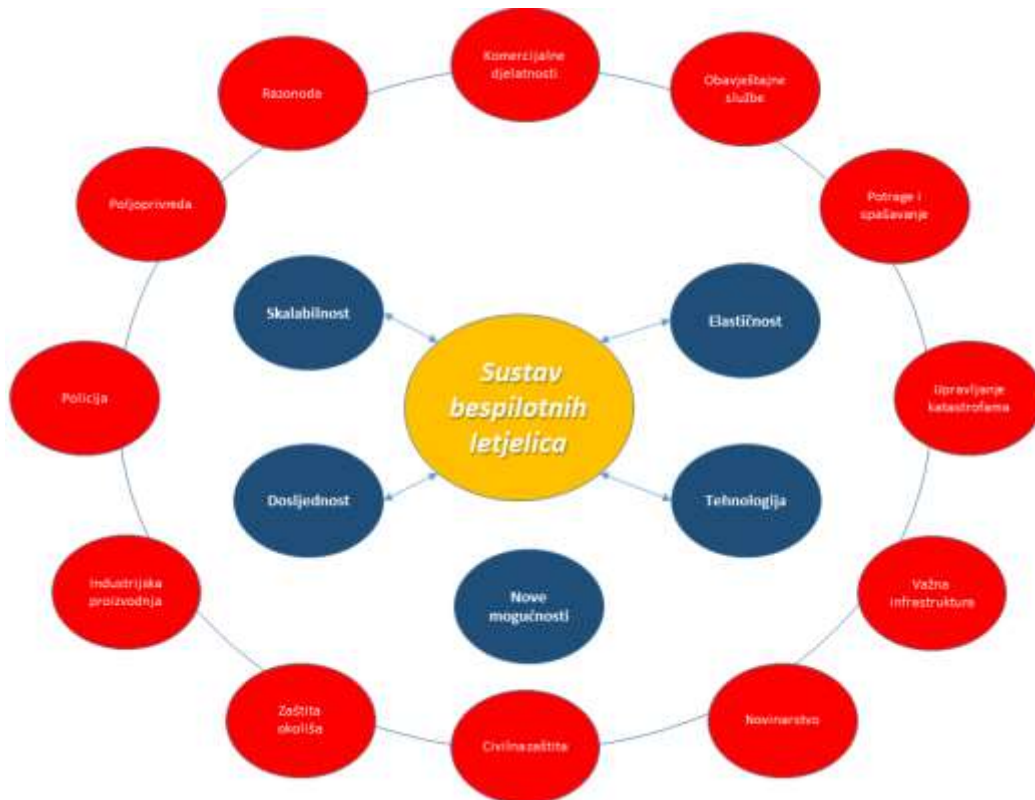
evidenciji odobrenja za izvođenje letačkih operacija, operativni priručnik, te policu obveznog osiguranja zrakoplova, [16].

Operator bespilotnih zrakoplova ima dužnost osigurati da se letačke operacije izvode sukladno primjenjivim propisima, letačkom priručniku ili uputama za upotrebu i operativnom priručniku, da kao i da se izvode na siguran način što podrazumijeva da ne predstavljaju opasnost po život, zdravlje ili imovinu i ne narušavaju javni red i mir. Njegova dužnost je i da osigura da pilot na daljinu dobije pravilne upute. Operator mora uspostaviti sustav vođenja i čuvanja zapisa o letu pri čemu se zapisi moraju čuvati najmanje dvije godine od datuma leta.

4. Mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u logističkim procesima

Primjena bespilotnih letjelica u logističkim procesima na sebe je privukla, a kako vrijeme odmiče ta privlačnost se samo uvećava, značajnu pažnju. Transformacija logističkog sektora koja se odvijala u protekloj dekadi značajno je obilježena uvođenjem bespilotnih letjelica u logistički sustav, preciznije rečeno: angažman bespilotnih letjelica u logističkim procesima postao je primjetan i značajan element istih tih procesa. Ukoliko netko ne prati logistiku i procese koji se odvijaju unutar logističkog sustava prethodnu tvrdnju može uzeti kao neistinu ili pak poluistinu, no to nikako ne znači da bi bio u pravu. Naime, iako se u ovom trenutku možda ne odvija neposredno ispred nas, logistička transformacija uzima velikog maha i nositelji te transformacije su upravo bespilotne letjelice, te jednim dijelom, osobito u skladišnim procesima, i kopnene bespilotne tehnologije.

Sve manje dimenzije bespilotnih letjelica, jednostavnost i lakoća manipulacije istima, kao i njihova cijena, predstavljaju sve privlačnije rješenje za upotrebu u raznim područjima civilnog života. Na sljedećoj slici 8. prikazana je shema upotrebe bespilotnih letjelica u različitim područjima civilnog života.



Slika 8. Upotreba bespilotnih letjelica u različitim područjima civilnog života¹, [17].

Kao što je vidljivo na prethodnoj slici 8. pet glavnih osobina određuju sustave bespilotnih letjelica, a to su:

1. **Skalabilnost:** Skalabilnost predstavlja osobinu koja sustave bespilotnih letjelica određuje kao perspektivne u smislu mogućnosti povećanja zarade, profita i dometa. Profit koji se može povećati ne mora biti izražen samo novčano, on može biti određen kao neka druga vrijednost ;
2. **Elastičnost:** Elastičnost predstavlja osobinu koja sustave bespilotnih letjelica određuje kao elastične u smislu pristupačnosti i dostupnosti. Naime, njihove male dimenzije, kao i odrednica lakog upravljanja omogućuju im pristup gotovo svuda i u svako vrijeme, tako da mogu biti na usluzi klijentu ili bilo kome drugom u pravo vrijeme i na pravom mjestu, te time na najbolji mogući način zadovoljiti jedan od osnovnih postulata logistike ;

¹ Prilagođeno od strane Autora prema navedenom izvoru

3. **Dosljednost:** Dosljednost predstavlja osobinu koja sustave bespilotnih letjelica određuje kao dosljedne i postojeane u smislu izvršavanja zadataka, te njihove trajnosti ;
4. **Tehnologija:** Tehnologija predstavlja osobinu koja sustave bespilotnih letjelica određuje kao tehnološki napredno i inovativno rješenje pomoću kojeg se ostvaruje „držanje koraka“ sa trendovima u različitim područjima, u našem slučaju riječ je o trendovima u logistici, te koje, s obzirom da se tehnologije konstantno razvijaju i napreduju, tek treba ostvariti svoje pune potencijale primjenjivosti;
5. **Nove mogućnosti:** Nove mogućnosti predstavljaju osobinu koja sustave bespilotnih letjelica određuje kao rješenja koja korisnicima omogućuju izvođenje različitih vrsta zadataka, poslova i sl. koji se do sada nisu izvršavali, ili su se izvršavali na puno teži način, te omogućuju još jednu osobinu koja nije glavna, ali koja je unatoč tome veoma važna, a to je dostupnost, [17].

Upotreba bespilotnih letjelica u logističkim procesima, kao uostalom i upotreba različitih drugih tehnologija u različitim područjima poslovanja i života, ima svoje prednosti i nedostatke.

Prednosti upotrebe bespilotnih letjelica su sljedeće:

- Smanjeni troškovi distribucije,
- Poslovanje bez smjena,
- Brži procesi dostave,
- Prodor u nedostupna područja,
- Smanjenje zagušenja i reduciranje emisija CO₂, te
- Asistencija u kontroli skladišnih procesa, [18].

Na sljedećoj slici 9. shematski su prikazane prednosti upotrebe bespilotnih letjelica u logističkim procesima.



Slika 9. Prednosti upotrebe sustava bespilotnih letjelica², [18].

Nedostaci tehnologije bespilotnih sustava su sljedeći:

- Radi se o tehnologiji koja producira visoke troškove u smislu razvoja i istraživanja ;
- Radi se o tehnologiji koja operira zračnim putevima, a rute potencijalnog kretanja još uvijek nisu definirane u smislu intenzivnog operiranja bespilotnih letjelica ;
- Radi se o tehnologiji koja podliježe određenim zakonskim regulativama koje su još uvijek u fazi razvoja i stalnog usavršavanja, te
- Radi se o tehnologijama čija nosivost je značajno ograničena u smislu prijevoza tereta velike mase i volumena, [18].

Na sljedećoj slici 10. shematski su prikazani nedostaci tehnologije bespilotnih sustava.

² Prilagođeno od strane Autora prema navedenom izvoru



Slika 10. Nedostaci upotrebe sustava bespilotnih letjelica³, [18].

Sa ciljem temeljitijeg prikaza koji se odnosi na mogućnosti primjene bespilotnih letjelica u logističkim procesima, te potencijalnog širokog utjecaja na akademsku, poslovnu i društvenu zajednicu, a iz kojih bi trebali ishoditi procesi transformacije logističke industrije Republike Hrvatske, ali i regije, kroz ovo poglavlje nastojao sam što bolje i preciznije, kroz već postojeću primjenu, prikazati potencijalni prostor za aplikaciju bespilotnih letjelica.

4.1. Primjena bespilotnih letjelica u procesima dostave

Dostavljanje pomoću dronova, odnosno tehnologija koja se u tu svrhu razvija, postoji ali u ovom trenutku još uvijek nije zaživjela, to jeste još uvijek nije spremna za svoju svakodnevnu implementaciju.

Mnoštvo je uspješnih i djelomično uspješnih primjera u kojima se izvršava dostava različitih pošiljki pomoću bespilotnih letjelica, odnosno dronova.

4.2. Dostava bespilotnom letjelicom na primjeru Ruande

Afrička država Ruanda postala je prva država koja je uspostavila mrežu isporuke bespilotnim letjelicama. Analizirajući Ruandu jasno je da se radi o državi sa veoma slabo

³ Prilagođeno od strane Autora prema navedenom izvoru

razvijenom putnom infrastrukturom, a samim tim i otežanim kretanjem ljudi i roba. Suočena sa tim problemom Ruanda se našla u situaciji u kojoj su se otežano odvijale isporuke krvi i prijeko potrebnih lijekova u udaljene klinike i teško pristupačna naseljena mjesta, te je u tu svrhu uspostavila mrežu isporuke bespilotnim letjelicama u svrhu održavanja života i boljeg funkcioniranja zdravstvenog sustava.

Na sljedećoj slici 11. prikazana je *zipline* bespilotna letjelica u toku ispuštanja tereta na predviđenoj destinaciji, [20].

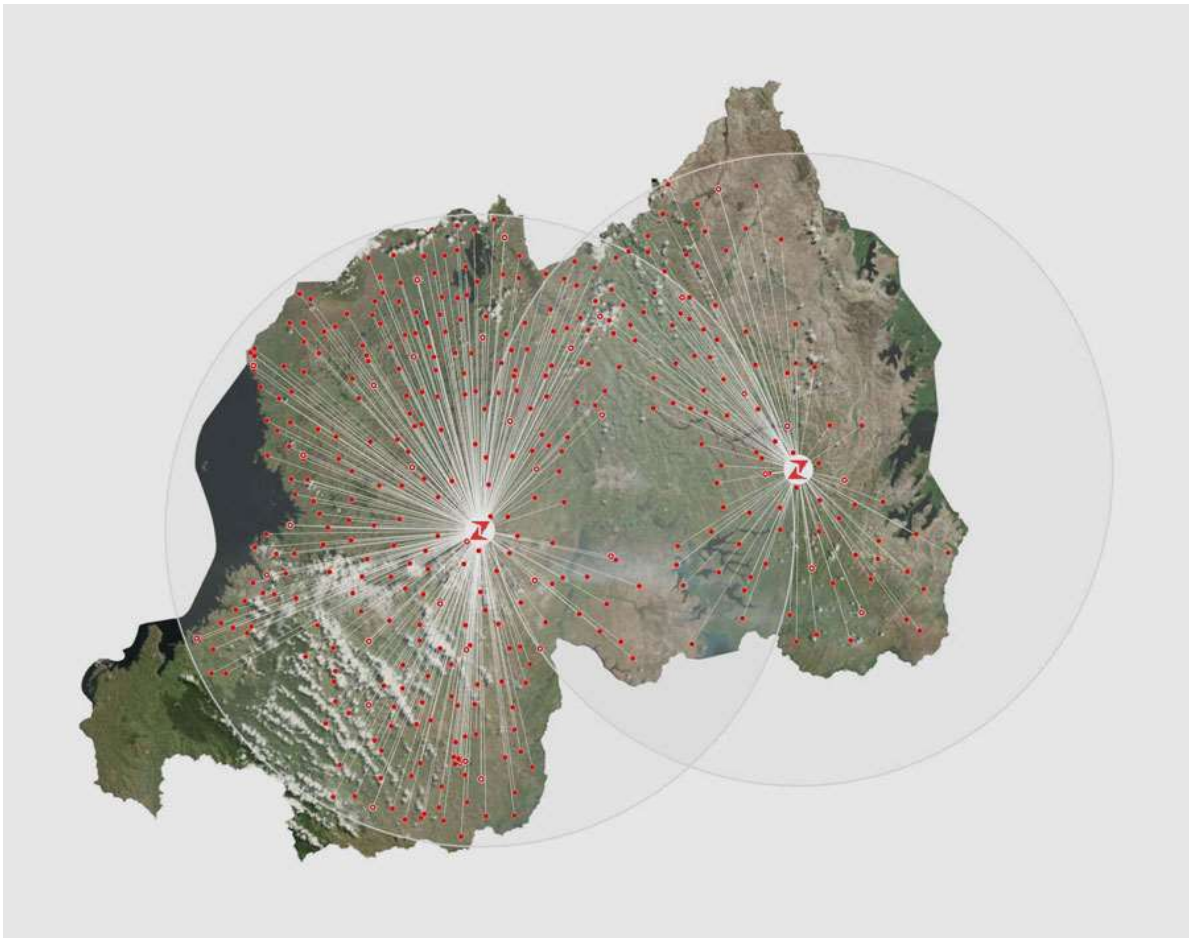


Slika 11. Zipline bespilotna letjelica u toku ispuštanja tereta na predviđenoj destinaciji, [19].

Zipline sustav bespilotnih letjelica funkcionira na način da se u spremnik „garažirane“ letjelice bez krila pohranjuje teret koji podliježe dostavi, potom se letjelica postavlja na katapultni terminal, nakon čega se na nju montiraju pripadajuća krila, te se na istoj izvršava sigurnosna provjera. Nakon što je učinjeno sve prethodno navedeno operator na terminalu lansira dron koji prema pripadajućim dodijeljenim koordinatama isporučuje teret koji nošen papirnim padobranom ostaje neoštećen i biva sigurno i efikasno dostavljen, te se vraća u bazu.

Sustav *zipline* u potpunosti je transformirao logističku industriju u Ruandi tako što je isporuku različitih prijeko potrebnih resursa omogućio i manje razvijenim zajednicama u do prije postojanja samog *zipline* sustava nezamislivom vremenskom periodu, [19].

Na slici 12. prikazana je lokacijska pokrivenost teritorije Ruande uslugama *zipline* sustava.



Slika 12. Lokacijska pokrivenost teritorije Ruande uslugama *zipline* sustava, [20].

Ovaj sustav bespilotnih letjelica uspješan je zato što su otklonjena tri od četiri nedostatka koja karakteriziraju sustave bespilotnih letjelica. Visoki troškovi istraživanja i razvoja eliminirani su pravovremenim i točnim ulaganjem u istraživanje i razvoj, nedefinirane rute kretanje eliminirane su njihovim preciznim definiranjem, dok je zahvaljujući odličnoj suradnji sa vladinim sektorom došlo do adekvatnih promjena zakonskih regulativa, [19].

4.3. Dostava bespilotnom letjelicom na primjenu Amazon Prime Air sustava dostave pošiljki

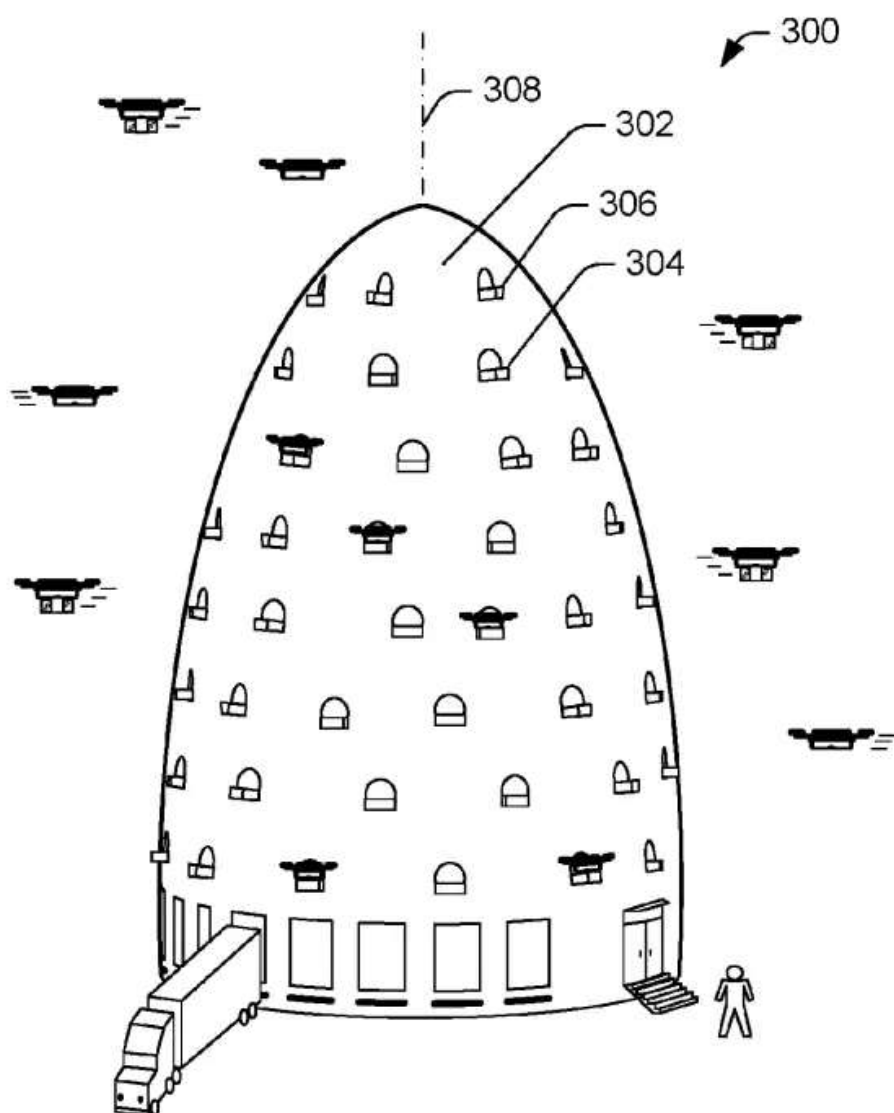
Gorostas elektronskog poslovanja i trgovine Amazon već duži vremenski period razvija i javnosti predstavlja planove vezane za puštanje u rad njihovog programa Amazon *Prime Air*.

Amazon *Prime Air* program podrazumijeva dostavu pošiljke u 30-minutnom roku autonomnim Amazonovim dronovima, navođenim putem GPS-a, sa mogućnošću leta na visini od 122 metra, brzinom od 50 km/h i uz maksimalnu nosivost od 2,26 kilograma.



Slika 13. Amazon Prime Air, [21].

U sklopu razvoja i istraživanja tehnologije dronova i njihovog iskorištavanja u svrhe dostave kompanija Amazon osmislila je i patentirala takozvanu „košnicu“. Riječ je naime o terminalu za dronove koji ujedno služi za prijem i otpremu bespilotnih letjelica u svrhu poslovanja cjelokupnog sistema dostave pošiljki, dok naziv „košnica“ proističe iz oblika terminala koji neodoljivo podsjeća na košnicu divljih pčela. Na slici 14. prikazan je Amazonov „košnica“ terminal, [21].



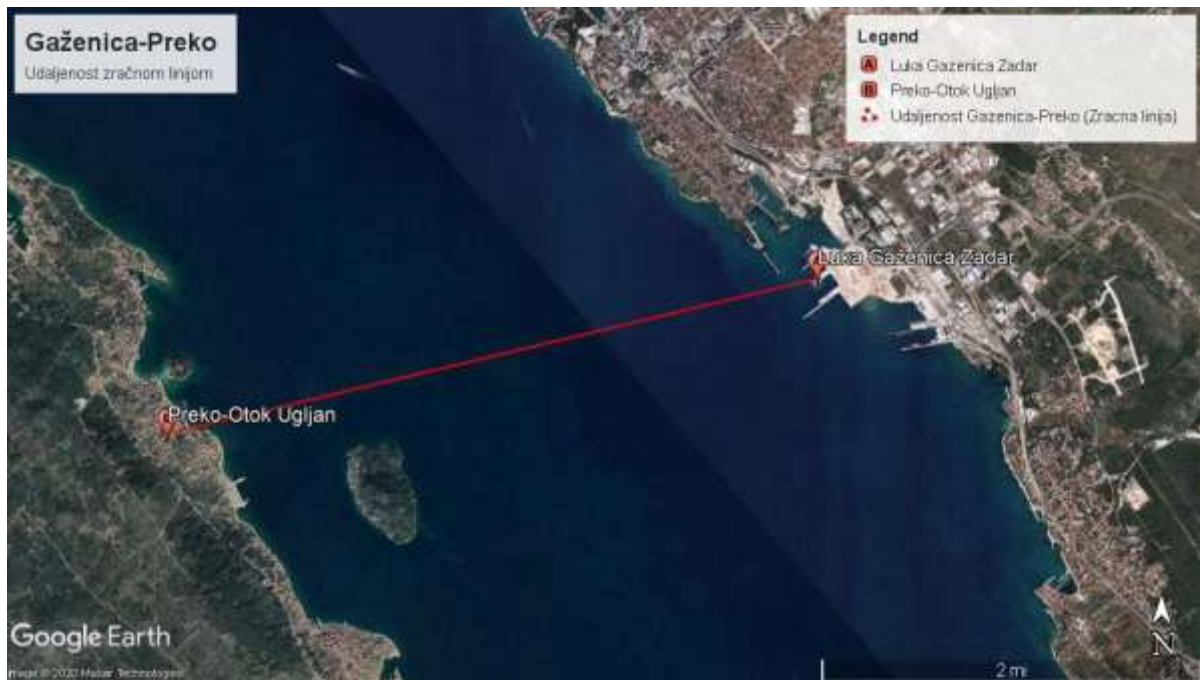
Slika 14. Amazonov "košnica" terminal, [22].

4.4. Dostava bespilotnom letjelicom na primjeru Hrvatske pošte

Hrvatska pošta je u siječnju 2020. u sklopu testiranja alternativnih načina dostave obavila svoju prvu pošiljku dronom.

Tijekom pilot-projekta dron je desetak puta uspješno dostavio pošiljke od zadarske luke Gaženice do Preka, a letio je i po buri. Dron koji se koristio u testiranju može prenijeti teret do 200 grama, a leti potpuno autonomno unaprijed programiranom rutom.

Na sljedećoj slici pod rednim brojem 15. prikazan je geografski prikaz udaljenosti između zadarske luke Gaženica i mjesta Preko na otoku Ugljanu.

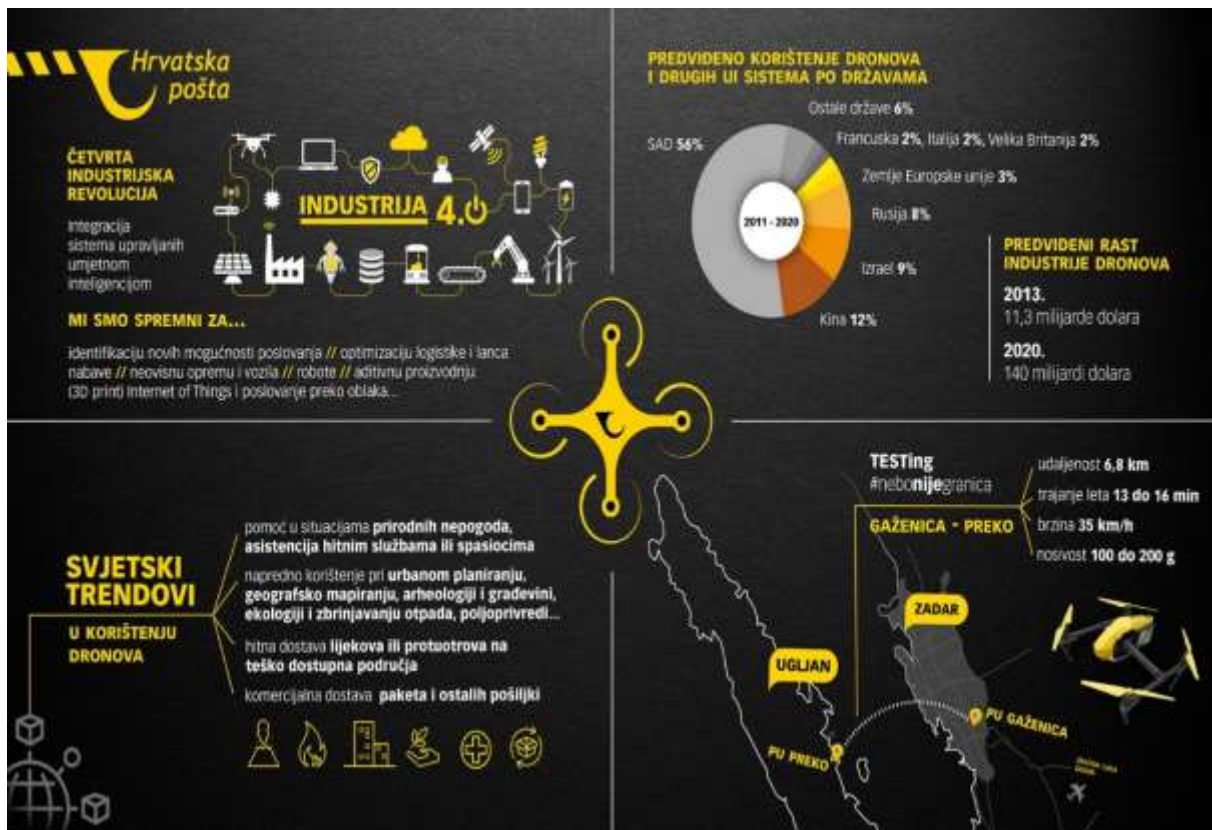


Slika 15. Udaljenost zračnom linijom između zadarske luke Gaženica i mjesta Preko na otoku Ugljanu-geografski prikaz⁴.

Namjere Hrvatske pošte u ovom trenutku se nameću kao veoma ozbiljne, te se čini da će poduzeće u narednom vremenskom periodu ulagati značajne resurse u razvoj dronova i njihovu implementaciju unutar postojećeg sustava dostave. Pilot projekt koji je proveden početkom ove godine uvelike ide u korist ovoj tvrdnji.

Kroz prilagođeni kolaž (slika 16.), prikazani su koncepti četvrte industrijske revolucije, kao i svjetski trendovi u korištenju dronova. Kolaž također prikazuje predviđeno korištenje dronova i drugih UI sustava po državama, prikazuje rast industrije dronova, te daje osvrt na let koji je u svrhu provođenja pilot projekta izveden od strane Hrvatske pošte, [23].

⁴ Autor uz korištenje Google Earth programskog rješenja



Slika 16. Projekt bespilotnih letjelica u službi Hrvatske pošte, [23].

U ovom trenutku Hrvatska pošta na raspolaganju ima tri vrste dronova sa različitim karakteristikama, a oni su prikazani na sljedećoj slici pod rednim brojem 17.



Slika 17. Dronovi kojima raspolaže Hrvatska pošta, [23].

Ako promatramo prethodnu sliku sa lijeva na desno prva vrsta drona kojim raspolaže Hrvatska pošta ima sljedeće karakteristike:

- Težina: 1,3 kilograma
- Domet: 6.000 metara
- Autonomija: 30 minuta
- Nosivost: 450 grama

Istim redoslijedom promatranja druga vrsta drona kojim raspolaže Hrvatska pošta ima sljedeće karakteristike:

- Težina: 20 kilograma
- Domet: 1.000 metara
- Autonomija: 12 minuta
- Nosivost: 12 kilograma

Treća vrsta drona kojim raspolaže Hrvatska pošta, uz isti redoslijed promatranja ima sljedeće karakteristike:

- Težina: 5 kilograma
- Domet: 4.000 metara
- Autonomija: 28 minuta
- Nosivost: 2,3 kilograma, [24].

5. Utjecaj uvođenja bespilotnih letjelica u poslovanje i trendovi korištenja

Iako u Republici Hrvatskoj, kao i u većini zemalja Europske Unije, svoju primjenu još uvijek nalaze uglavnom u rekreativnom domenu upotrebe. No, iako je situacija trenutačno takva, predviđa se ogroman rast upotrebe dronova, kako u rekreativne, tako i u poslovne svrhe, te se na to stavlja poseban naglasak.

Do transformacije, odnosno prelaska upotrebe dronova iz rekreativne sfere u poslovnu doveo je razvoj aplikacija koje istovremeno omogućavaju upravljanje dronom, ali i prikupljanje, analizu, te obradu podataka koje dron prikuplja. Razvoj takvih aplikacija uveo je upotrebu dronova u različite sektore, pa se oni danas koriste, ili se razmatra njihovo korištenje, u svrhe: nadzora izgradnje, nadzora već izgrađenih građevina, nadzora različitih postrojenja, nadzora i održavanja poljoprivrednih dobara, upravljanja zalihama robe i materijala, nadzora i upravljanja prometom, vršenja inspekcije na različitoj infrastrukturi, potrage i spašavanja, odgovora na katastrofu i slično.

Uporaba dronova u poslovanju današnjice i sutrašnjice različitim poduzećima i njihovom poslovanju omogućiti će pristup do sada nepristupačnim dijelovima zračnog prostora u kojima se može odvijati poslovanje (različite vrste transporta, dostave i sl.). Novi pristup poslovanju koji podrazumijeva upotrebu dronova već lagano uvodi promjene u poslovanje, a predviđa se da će kroz dogledno vrijeme doći do temeljnih promjena u segment poslovanja, transporta, pa čak i putovanja.

Na porast upotrebe dronova direktno će utjecati komercijalna potražnja, koja je neizbježan produkt povećanog broja stanovnika, kao što je i uvećanje samog broja poslovnih procesa. U tom svjetlu i kontekstu veoma je važno prepoznati, a potom i na različite načine podržati razvoj i upotrebu dronova u poslovnim procesima.

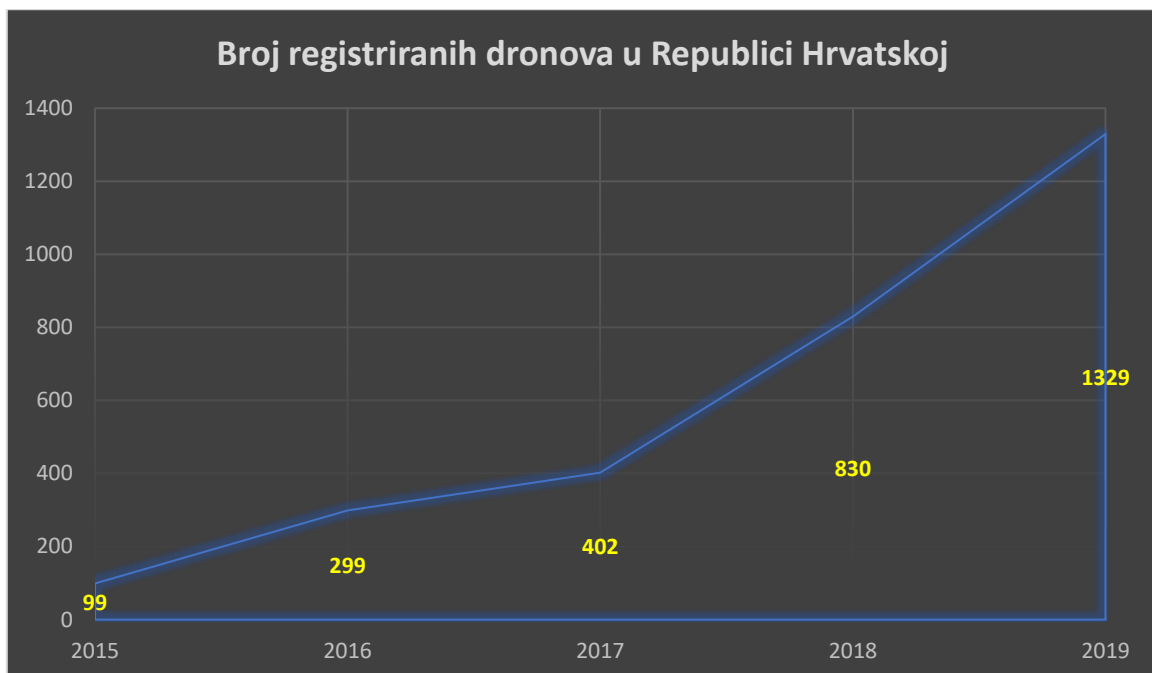
Globalno promatrano, već je ostvaren snažan rast u domenu istraživanja i razvoja dronova, kao i bespilotnih sistema generalno, te snažan rast njihove komercijalizacije, kao i njihovog uvođenja u primjenu.

Što se pak samog uvođenja u poslovanje i postizanja pune operativnosti tiče, kako trenutno stvari stoje izgleda da ćemo morati još malo pričekati prije no što nebo iznad nas bude ispunjeno dronovima koji će obavljati svoje poslovne funkcije. Ova tvrdnja svoje uporište pronalazi u činjenici da je Amazonov *Prime Air* program, unatoč velikim naporima rukovodstva

kompanije da se pokrene, još uvijek na čekanju. Naime, zakonske regulative propisane od strane *FAA* privremeno su onemogućile testiranje i potpuno pokretanje *Amazon Prime Air* programa, te isto premjestile na teritorije pod upravom Ujedinjenog Kraljevstva. Iz ove situacije proizlazi zaključak da će se zakonodavstva zemalja u oblasti vršenja operacija bespilotnim letjelicama morati radikalno mijenjati i prilagođavati upotrebi istih u svrhu njihove primjene unutar različitih poslovnih procesa, a što će neminovno dovesti do širokog napretka.

5.1. Upotreba dronova u Republici Hrvatskoj

Registracija dronova u Republici Hrvatskoj vrši se pri Hrvatskoj agenciji za civilno zrakoplovstvo od 2015. godine. U posljednjih pet godina bilježi se stalni rast zahtjeva za registraciju operatora sustava bespilotnih dronova, a što je vidljivo sa sljedećeg grafikona pod rednim brojem 1.



Grafikon 1. Broj registriranih dronova u Republici Hrvatskoj, [25].

U mjesecu lipnju protekle godine tako je u Republici Hrvatskoj bio registrirano 1329 operatora sustava bespilotnih dronova, dok je sam broj dronova nepoznat s obzirom na to da je moguće da jedan operator posjeduje više dronova ili pak da postoje operatori koji posjeduju jedan ili više dronova kojima ilegalno upravljaju, bez da su izvršili registraciju sebe kao operatora sustava bespilotnih dronova, [25].

Bilo kako bilo, iz godine u godinu sve je više operatora bespilotnih sustava dronova u Republici Hrvatskoj.

5.2. Komercijalna perspektiva

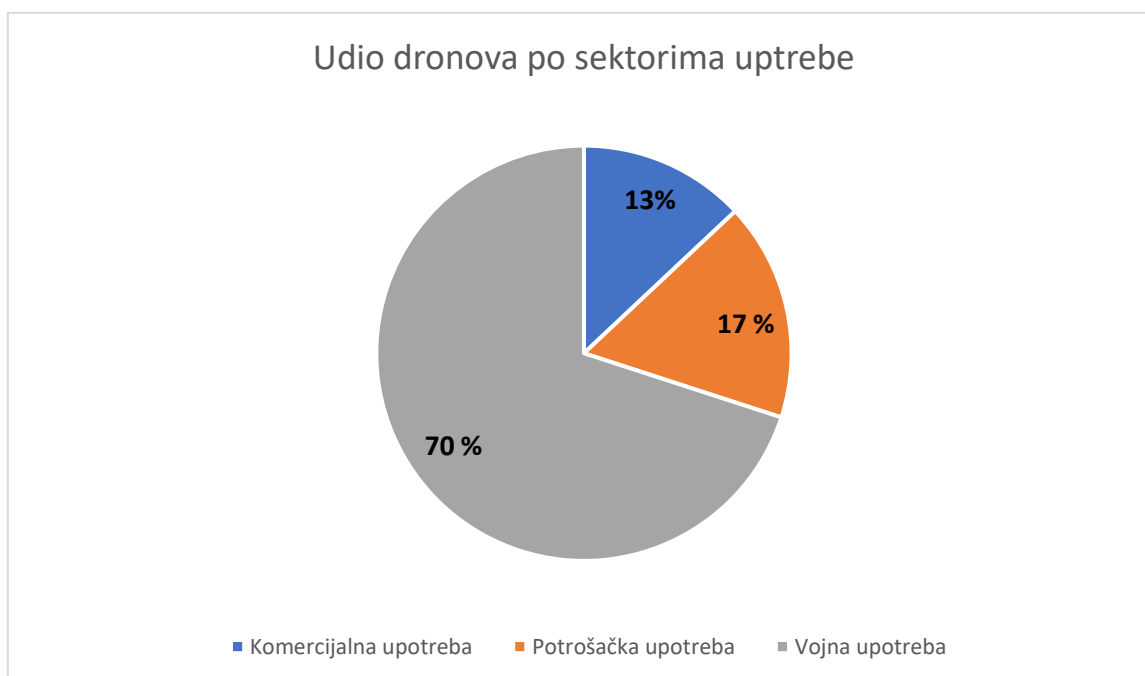
Različite studije i predviđanja pokazuju kako će svjetsko tržište dronova za civilne namjene, na kojem jasno dominiraju kineski proizvođači, u narednih deset godina biti utrostručeno na 14,3 milijardi dolara.

Razlog tog utrostručenja je najavljeno postupno otvaranje američkog zračnog prostora i pojačana upotreba u komercijalnim industrijama, ali i transformacija europskog tržišta i potpuno drugačiji pristup upotrebi dronova od strane zainteresiranih sudionika.

Udio dronova po sektorima upotrebe danas je sljedeći:

- 70 % dronova svoju upotrebu pronalazi u vojsci ;
- 17 % posto dronova svoju upotrebu pronalazi u rukama klasičnih potrošača, dok
- 13 % dronova svoju upotrebu pronalazi u komercijalnom sektoru, [22].

Takav odnos prikazan je na sljedećem grafikonu pod rednim brojem 2.



Grafikon 2. Udio dronova po sektorima upotrebe, [22].

5.3. Trendovi korištenja dronova

Bespilotne letjelice ili dronovi su jedan od rastućih trendova na svjetskom tržištu, te se smatra da će 2022. godinom samo Europa brojiti 25 % svjetskog tržišta dronova. Dronovi su danas postali dio svakodnevnice, jer su velike mogućnosti njihove primjene kako u vojne, tako i u civilne svrhe, što uključuje i upotrebu u sportske i rekreativne svrhe.

5.3.1. Upotreba u vojno-obrambene svrhe

Iako se bespilotne letjelice u vojno-obrambene svrhe koriste već desetljećima unazad, u posljednje vrijeme sve više se u iste svrhe koriste i male bespilotne letjelice poznatije pod nazivom dronovi.

Očekuje se da će upotreba dronova u vojno-obrambene svrhe značajno utjecati i na izradu proračuna, te da će stavke koje se odnose na razvoj, istraživanje i nabavku dronova uzeti proračunsko učešće sa znatno većim sumama nego što je to slučaj danas. Takvo proračunsko djelovanje ostavit će značajan prostor za proizvođače i programere dronova.

Takvi trendovi već su uzeli značajnog maha, pa se samo američka vojna potrošnja na bespilotne tehnologije povećala se sa 4.000.000.000 \$ godišnje na 9.000.000.000 \$ godišnje. Također se procjenjuje kako 95 zemalja širom svijeta posjeduje neki oblik vojne bespilotne tehnologije, dok je prije 10 godina isti posjedovalo samo 60 zemalja.

Republika Hrvatska trenutno posjeduje malu taktičku bespilotnu letjelicu Skylar. Skylar je letjelica starije proizvodnje iz 2007. godine izraelskog proizvođača Elebit, te se dijelovi za tu letjelicu više ne proizvode. Na sljedećoj slici pod rednim brojem 18. prikazana je taktička bespilotna letjelica Skylar u službi Hrvatske vojske, [26].



Slika 18. Taktička bespilotna letjelica Skylar u službi Hrvatske vojske, [26].

5.3.2. Odgovor na katastrofe

Razvoj kamera imao je, te još uvijek ima, veliki utjecaj na rastuću upotrebu dronova. Dronovi opremljeni termičkim kamerama danas omogućavaju interventnim ekipama da brzo pronalaze i uočavaju unesrećene osobe na mjestima i u uvjetima u kojima to do sada nije bilo moguće.

Land Rover je u suradnji sa Crvenim križem Švicarske dizajnirao (riječ je o prenamjени vozila Land Rover Discovery) vozilo posebne namjene koje na svom krovu nosi dron opremljen termičkom kamerom. Cilj ove suradnje je veći broj spašenih života kroz ubrzanje vremena odziva. Na slici 19. prikazan je prilagođeni Land Rover Discovery opremljen dronom sa termičkom kamerom, [27].



Slika 19. Prilagođeni Land Rover Discovery opremljen dronom sa termičkom kamerom, [27].

5.3.3. Konzervacija

Krivolov i klimatske promjene značajno utječu na zdravlje životinja, posebno ugroženih vrsta, širom svijeta. Procjenjuje se da tisuće vrsta životinja izumiru svake godine.

Kako bi pomogli u borbi protiv ovog trenda, konzervatori prihvaćaju inovativne metode zaštite i proučavanja naših globalnih ekosustava. U kombinaciji s geoprostornim slikama, dronovi se danas koriste za nadgledanje i praćenje životinja.

Tim Sveučilišta John Moores Liverpool, odsjek prirodnih znanosti, gradi autonomni sustav dronova koji može pratiti ugrožene vrste i prenijeti podatke o njihovom blagostanju natrag istraživačima, [27].

5.3.4. Zdravstvo

Suvremena medicina imala je snažan utjecaj na sprečavanje bolesti, povećanje životnog vijeka i povećanje općeg životnog standarda. Međutim, mnogim ruralnim regijama širom svijeta nedostaje pristup visokokvalitetnoj zdravstvenoj zaštiti. Iako se medicinski materijal može isporučiti tradicionalnim putem, određene okolnosti zahtijevaju brzi pristup lijekovima, krvi i medicinskoj tehnologiji - potrebe koje bi dronovi mogli ispuniti. Takav pristup danas je omogućen dronovima, a za što je najbolji primjer kompanija *Zipline* iz Ruande primjer čijeg djelovanja je obrađen u prethodnom poglavlju.

Na sljedećoj slici 20. prikazana je upotreba drona u zdravstvene svrhe.



Slika 20. Upotreba drona u zdravstvene svrhe, [27].

5.3.5. Upravljanje krizom

Osim reakcija u hitnim slučajevima, bespilotne letjelice pokazale su se korisnima u vrijeme prirodne katastrofe. Nakon uragana i zemljotresa, bespilotne letjelice su korištene za procjenu štete, lociranje žrtava i pružanje pomoći, dok u određenim okolnostima pomažu u sprečavanju katastrofa.

U 2017. godini dronovi su korišteni za pomoć u obnavljanju snage na područjima koja su oštećena uraganom Harvey, kao i pregledavanje šteta na poplavljenim područjima i kao pomoć u naporima potrage i spašavanja.

Za pomoć u nadzoru i suzbijanju šumskih požara postavljaju se nadzorni dronovi opremljeni termalnim kamerama za otkrivanje nenormalnih temperatura šuma. Na taj način timovi mogu prepoznati područja koja su najviše sklona šumskim požarima ili prepoznati požare samo nekoliko minuta nakon što započnu.

Potražnja za ovom vrstom tehnologije raste. Godine 2019. američko Ministarstvo obrane uputilo je službeni zahtjev za bespilotne letjelice koje se tijekom prirodne katastrofe mogu rasporediti za distribuciju hrane i vode u pogođena područja. Na slici 21. prikazana je upotreba drona u vrijeme krize/katastrofe, [27].



Slika 21. Upotreba drona u vrijeme krize/katastrofe, [27].

5.3.6. Kontrola epidemija i različitih oboljenja

Praćenje životinja istraživačima ujedno omogućava da kontroliraju širenje epidemija i različitih vrsta oboljenja. Najbolji primjer za to dolazi iz provincije Palawan na Filipinima, a gdje je tim istraživača sa Londonske škole higijene i tropske medicine koristio dronove s termičkim fotoaparatom za praćenje kretanja *macaque* vrste majmuna, a čije praćenje je omogućilo dalji uvid u moguće kretanje zarazne bolesti malarije i njen prelazak sa životinja na ljude. Microsoft također koristi dronove prilikom hvatanja komaraca sa ciljem njihovog testiranja na zarazne bolesti, [27].

Na sljedećoj slici pod rednim brojem 22. prikazana je mapa koja je produkt upotrebe dronova u provinciji Palawan na Filipinima.



Slika 22. Mapa nastala kao produkt upotrebe dronova u provinciji Palawan na Filipinima sa ciljem praćenja i sprječavanja širenja malarije. [27].

Još jedan slučaj korištenja dronova u svrhe kontroliranja prenošenja i sprječavanja tropskih bolesti zabilježen je na području na kojem se pojavila bolest pod nazivom *schistosomiasis*, a čiji glavni prijenosnici su puževi. Pomoću tehnologije dronova locirana su staništa puževa prijenosnika, te je time istraživačima i medicinarima omogućen uvid u rizična područja i ostavljen značajno širi prostor za djelovanje.

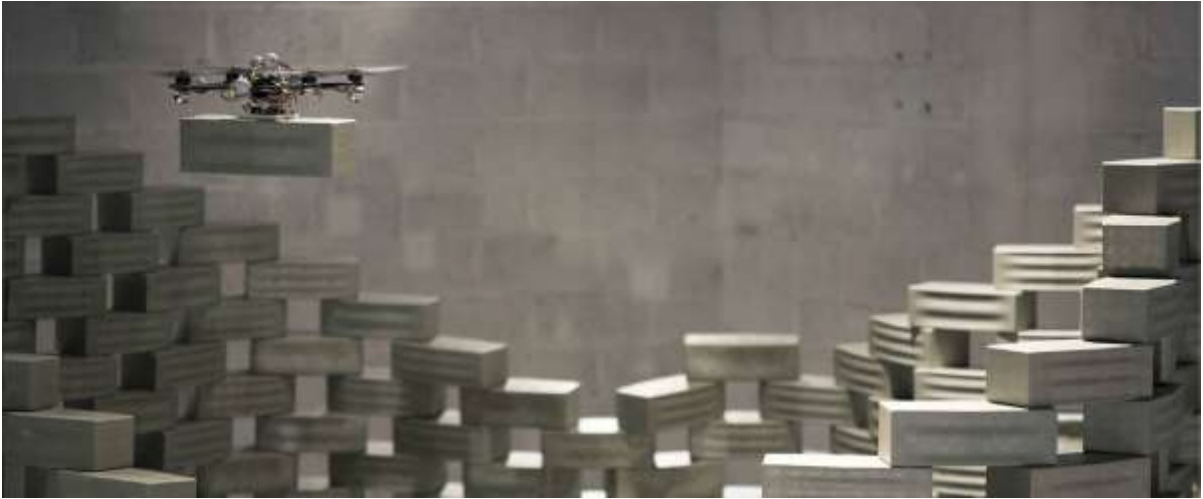
5.3.7. Infrastrukturni razvoj

Iako dronovi služe korisnoj svrsi u planiranju i upravljanju izgradnjom, oni također imaju potencijal da se koriste za razvoj fizičke infrastrukture.

ETH Zürich, istaknuto sveučilište u Švicarskoj, udružilo je snage s robotičarem Raffaellom D'Andreaom i arhitektonskom tvrtkom Gramazio Kohler Architects radi stvaranja strukture u potpunosti izgrađene od UAV-ova.

Programirajući bespilotne letjelice za podizanje i slaganje tisuća polimernih opeka, tim je uspio stvoriti geometrijsku strukturu visoku gotovo 10 metara. Gotov proizvod služi kao koncept za "vertikalno selo" koje bi koristilo sličnu strukturu, koju bi izgradili veći dronovi.

Na sljedećoj slici pod rednim brojem 23. prikazano je korištenje dronova u svrhe infrastrukturnog razvoja.



Slika 23. Korištenje dronova u svrhe infrastrukturnog razvoja, [27].

5.3.8. Osiguranje

Inspekcije osiguranja osnovno su područje na kojem osiguravajuća društva mogu koristiti dronove. Tradicionalno, inspektori i procjenitelji osiguranja imovine raspoređivali bi strukture za ručni pregled imovine, ali sada dronovi mogu pružiti detaljne procjene kamerama visoke rezolucije.

Iako oštećena ili neispravna imovina još uvijek zahtijeva pažnju fizičkog pregleda, bespilotne letjelice počinju i tamo širiti svoj utjecaj, [27].



Slika 24. Vršenje inspekcije dronovima u svrhu procjene oštećenja na imovini, [27].

5.3.9. Urbano planiranje

Kako se urbanizacija nastavlja, gradovi se moraju prilagoditi većem broju stanovnika i kroničnom zagušenju. Urbano planiranje postaje sve važnije za gradove, ali zahtijeva temeljito razumijevanje metropolitanskih ritmova i tokova. Pomoću bespilotnih letjelica urbanisti mogu bolje razumjeti svoje okruženje i provesti poboljšanja koja se temelje na podacima.

Neke inženjerske tvrtke koristile su bespilotne letjelice za skupljanje podataka u područjima koja gube stanovništvo. Mnogim općinama koje rade s ograničenim proračunima, bespilotne letjelice mogu pružiti relativno jeftin način prikupljanja neprocjenjivih urbanih podataka. Na primjer, bespilotne letjelice pomogle su urbanistima da odrede koja područja mogu imati koristi od zelenog prostora.

U Beninu je Benin Flying Lab koristio bespilotne letjelice za izradu zrakoplovne karte grada Dasse sa gustim podacima, a zatim je primijenio tehnologiju strojnog učenja za razvrstavanje različitih vrsta struktura i regija na karti, što je inače proces koji bi odnio značajnu količinu vremena i rada bez softvera, [27].

5.3.10. Telekomunikacije

Telekomunikacijski tornjevi često se pregledavaju kako bi se osigurala pouzdanost usluga. Nakon uragana Harvey u 2017., AT&T i Verizon lansirali su bespilotne letjelice u Houstonu, Texas, kako bi pregledali njihove kule. Radi se o postupku koji bi bio previše opasan i dugotrajan za ručno obavljanje. Ovi su bespilotni zrakoplovi bili u mogućnosti brzo procijeniti štetu kako bi pomogli vodičima za popravak u obnovi servisa. U mnogim slučajevima usluga se vraćala satima, a ne danima, što bi bez bespilotnih letjelica bilo teško izvodivo.



Slika 25. Dronovi u službi pregleda telekomunikacijskih tornjeva, [27].

5.3.11. Internet

S obzirom na to da se najveće svjetske tehnološke tvrtke natječu u zadobivanju našeg vremena i pažnje, potreba za globalnim pristupom Internetu postaje središnjica novih poslovnih modela.

Facebook je eksperimentirao sa bespilotnim letjelicom na solarnu energiju pod nazivom Aquila, što je zamišljeno kao pomaganje u pružanju pristupa Internetu ruralnim dijelovima svijeta. Dron Aquila predstavljen je kao glavna komponenta Facebookovog pokušaja da poveća pristup internetu diljem svijeta prije nego što je rad na njemu zaustavljen sredinom 2018., kada je div društvenih medija odlučio da će umjesto njega koristiti dronove treće strane.

Google je u početku kupio kompaniju koja proizvodi dronove na solarni pogon *Titan Aerospace* za pružanje Interneta pomoću bespilotnih tehnologija (slično Aquili), ali taj se pothvat pokazao izazovnim. Otada je okrenut dizajnu nalik na vremenske balone pod nazivom Project Loon koji ima za cilj osigurati pristup Internetu iz stratosfere.

SoftBank, u suradnji s proizvođačem dronova AeroVironment, ima vlastite planove za razvoj dronova koji će djelovati u stratosferi kako bi poslužili kao „kule s plutajućim stanicama“ kako bi pružili Internet uslugu kupcima, [27].

5.3.12. Ilegalne aktivnosti i borba protiv kriminala

Iako tehnologija dronova ima mnogo pozitivnih koristi, ona se koristi i za obavljanje ilegalnih aktivnosti. Posebno se dronovi koriste za prijevoz droga preko međunarodnih granica.

Veliki dronovi mogu se širiti gotovo 5,5 stopa i dizajnirani su za nošenje opreme poput teških holivudskih kamera. Uz vrijeme leta od 18-40 minuta (ovisno o težini korisnog tereta) i najvećim brzinama od oko 40 km / h, bespilotne letjelice mogu biti vrlo prikladne za prijevoz nelegalnog tereta.

Dronovi su također bili uključeni u bombaške napade, slučajeve voajerizma i krijumčarenje robe u američke zatvore. 2015. godine bespilotni avion uletio je u područje Bijele kuće.

S druge strane, bespilotne letjelice koriste se i za provođenje zakona i prevenciju kriminala. U 2019. godini je u Sjedinjenim Državama bilo oko 600 odjela za provođenje zakona koji su koristili bespilotne letjelice kao oružje za sprečavanje i reagiranje na kriminal, [27].

6. Zaključak

Bespilotne letjelice prvotno se koriste u vojne svrhe, svojim prisustvom smanjuju rizik za ljudskim žrtvama, unaprjeđuju mogućnost špijunaže i izvršavanje napada sa sigurne udaljenosti. Upotrebom u vojnim svrhama raste svijest ljudi za korištenjem i u druge svrhe svakodnevnog života. Tako s vremenom vidimo primjenu bespilotnih letjelica u poljoprivredi, zdravstvu, infrastrukturnom razvoju, osiguranju, telekomunikaciji.

Republika Hrvatska prati svjetski trend upotrebe bespilotnih letjelica te bilježi svake godine više zahtjeva za registracijom letjelica. Upotreba bespilotnih letjelica zaživljava i u poštanskoj grani, Hrvatske pošte trenutno raspolažu sa tri vrste letjelica i time se analizira zamjena motornog vozila iz voznog parka Hrvatske pošte.

Primjena bespilotnih letjelica ima svoje prednosti i nedostatke kao i svaka tehnologija. Važno je reći da se pomoću njih smanjuje troškovi u distribuciji i mogućnost dolaska na nepristupačna područja. Koristeći svakodnevno bespilotne letjelice pored dobrih strana prisutne su i one loše u vidu povrede ljudskih sloboda i privatnosti, kao i ograničenosti prijevoza tereta velikih masa i volumena.

Hrvatske zakonodavne vlasti svoje zakone usklađuju s pravom Europske unije. Cilj zakonskog okvira Republike Hrvatske je pružiti sigurnost, kako ljudi koji izvršavaju operacije bespilotnim letjelicama, tako i infrastrukture i opreme.

Na temelju ovog rada vidimo da će tehnologija bespilotnih letjelica polako zamijeniti i ljudski faktor u određenim poslovima i aktivnostima u kojima je do tada bio odgovoran samo čovjek. Upotreba bespilotnih letjelica će uvelike poboljšati životne uvjete, ali također i promijeniti svijet koji poznajemo.

Popis literature

- [1] Jurić Kaćunić, D., Librić, L., Car, M.: Primjena bespilotnih letjelica na prometnoj infrastruktornoj mreži, Građevinar, Vol. 68, No. 04., 2016.
- [2] National Museum of the United States Air Force: Kettering Aerial Torpedo “Bug“. Preuzeto sa: <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kettering-aerial-torpedo-bug/> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [3] National Aeronautics and Space Association: Aeronautics and Astronautics Chronology, 1915-1919. Preuzeto sa: <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/Timeline/1915-19.html> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [4] Portal National Museum of the United States Air Force. Preuzeto sa: <https://store.airforcemuseum.com/> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [5] Dragon Plate: USING DRAGONPLATE CARBON FIBER COMPOSITES TO BUILD UAVS AND DRONES Preuzeto sa: <https://dragonplate.com/using-dragonplate-carbon-fiber-composites-to-build-uavs-and-drones> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [6] Researchgate portal. Preuzeto sa: <https://www.researchgate.net/publication/326500018/figure/fig4/AS:650301661003776@1532055406061/Illustration-of-the-layered-structures-of-a-E-CFRP-b-T-CFRP-and-c-the.png> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [7] Iwm: A brief history of drones. Preuzeto sa: <https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [8] De Havilland museum: De Havilland dh82b queen bee. Preuzeto sa: <http://www.dehavillandmuseum.co.uk/aircraft/de-havilland-dh82b-queen-bee/> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [9] Hopkins, J.: Apl technical digest, 2013; volume 32: number 3 Preuzeto sa: <https://www.jhuapl.edu/TechDigest> [Pristupljeno: svibanj 2020.]

- [10] Gyrodynehelicopters portal. Preuzeto sa: https://www.gyrodynehelicopters.com/images/QH-50C_Classic_Side_Shot-FLYING-COLOR.jpg [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [11] Free3d portal. Preuzeto sa: <https://preview.free3d.com/img/2018/07/2206067810822522007/nkehfs92-900.jpg> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [12] Agroklub portal. Preuzeto sa: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/dron-prskanje-1-880x495.jpg> [Pristupljeno: svibanj 2020.]
- [13] Gartner: Almost 3 million personal and commercial drones will be shipped in 2017. Preuzeto sa: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-09-gartner-says-almost-3-million-personal-and-commercial-drones-will-be-shipped-in-2017> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [14] Wp portal. Preuzeto sa: <https://i0.wp.com/dronewars.net/wp-content/uploads/2013/10/reaper-crash.gif?resize=445%2C332&ssl=1> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [15] Narodne novine: Pravilnik o projektiranju, prihvaćanju, gradnji i održavanju zrakoplova na koje se ne primjenjuje Uredba (EZ). 77/2016. 104/2018.
- [16] Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova. Preuzeto sa: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_11_104_2040.html [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [17] Ku Leuven Kulab; Verbeke, J.: Multicopters-A practical View on Unmanned Aerial Vehicles, Hamburg HAW, 2014.
- [18] Stocklogistic: The use of drones in logistic. Preuzeto sa: <https://www.stocklogistic.com/en/the-use-of-drones-in-logistics/> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [19] Techcrunch: Drone delivery startup zipline launches uav medical program in Ghana. Preuzeto sa: <https://techcrunch.com/2019/04/24/drone-delivery-startup-zipline-launches-uav-medical-program-in-ghana/> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [20] Flyzipline portal. Preuzeto sa: <https://flyzipline.com/> [Pristupljeno: lipanj 2020.]

- [21] Amazon: Amazon Prime Air. Preuzeto sa: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [22] Toptal: Market reasearch analysts. Preuzeto sa: <https://www.toptal.com/finance/market-research-analysts/drone-market> [Pristupljeno: lipanj, 2020.]
- [23] Hrvatska pošta: Hrvatska pošta uspješno dostavila pošiljku dronom. Preuzeto sa: <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-uspjesno-dostavila-posiljku-dronom-8167-8168/8168> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [24] Hrvatska pošta testira dostavu dronom. Preuzeto sa: https://www.youtube.com/watch?time_continue=24&v=MICrMeQmb18&feature=emb_title [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [25] Tportal. Preuzeto sa: <https://www.tportal.hr/tehnolo/clanak/doznajte-koliko-ljudi-u-hrvatskoj-ima-dronove-i-sto-vam-sve-treba-da-biste-ih-legalno-koristili-foto-20190624> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [26] Military Factory: The Israeli Elbit Systems Skylark UAV series has taken hold in the inventories of several world powers. Preuzeto sa: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=1044 [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [27] Cbinsights: Drone impact society uav. Preuzeto sa: <https://www.cbinsights.com/research/drone-impact-society-uav/> [Pristupljeno: lipanj 2020.]
- [28] Ministry of Transport of New Zealand, Ministry of Business, Innovation and Employment of New Zealand: Drones - Benefits Study (High level findings), 2019. Preuzeto sa: <https://www.transport.govt.nz/assets/Import/Uploads/Air/Documents/03ee506069/04062019-Drone-Benefit-Study.pdf> [Pristupljeno: lipanj 2020.]

Popis kratica

AT&T (engl. American Telephone and Telegraph Inc.) američka telekomunikacijska kompanija

CFRP (carbon fiber reinforced polymer) polimer ojačan ugljičnim vlaknima

EZ Europska zajednica

FAA (Federal Administration Aviation) Federalna administracija za avijaciju

GPS (Global Positioning System) globalni pozicijski sustav

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) bespilotna letjelica

UI umjetna inteligencija

Popis slika

Slika 1. Bespilotna letjelica Kettering Bug, [4].....	3
Slika 2. Kompozitni materijal CFRP, [6].....	4
Slika 3. DH82B Queen Bee, [8].....	5
Slika 4. Dash QH-50, [10].....	6
Slika 5. 3D prikaz bespilotne letjelice RQ-2 Pioneer, [11].	7
Slika 6. Prskanje pesticida pomoću drona, [12].	8
Slika 7. Materijalna šteta uzrokovana ljudskom greškom, [14].	9
Slika 8. Upotreba bespilotnih letjelica u različitim područjima civilnog života, [17].	16
Slika 9. Prednosti upotrebe sustava bespilotnih letjelica, [18].	18
Slika 10. Nedostaci upotrebe sustava bespilotnih letjelica, [18].	19
Slika 11. Zipline bespilotna letjelica u toku ispuštanja tereta na predviđenoj destinaciji, [19].	20
Slika 12. Lokacijska pokrivenost teritorije Ruande uslugama zipline sustava, [20].	21
Slika 13. Amazon Prime Air, [21].	22
Slika 14. Amazonov "košnica" terminal, [22].	23
Slika 15. Udaljenost zračnom linijom između zadarske luke Gaženica i mjesta Preko na otoku Ugljanu-geografski prikaz.	24
Slika 16. Projekt bespilotnih letjelica u službi Hrvatske pošte, [23].	25
Slika 17. Dronovi kojima raspolaže Hrvatska pošta, [23].	25
Slika 18. Taktička bespilotna letjelica Skylar u službi Hrvatske vojske, [26].	31
Slika 19. Prilagođeni Land Rover Discovery opremljen dronom sa termičkom kamerom, [27].	32
Slika 20. Upotreba drona u zdravstvene svrhe, [27].	33
Slika 21. Upotreba drona u vrijeme krize/katastrofe, [27].	34
Slika 22. Mapa nastala kao produkt upotrebe dronova u provinciji Palawan na Filipinima sa ciljem praćenja i sprječavanja širenja malarije, [27].	35
Slika 23. Korištenje dronova u svrhe infrastrukturnog razvoja, [27].	36
Slika 24. Vršenje inspekcije dronovima u svrhu procjene oštećenja na imovini, [27].	36
Slika 25. Dronovi u službi pregleda telekomunikacijskih tornjeva, [27].	38

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz rasta proizvodnje bespilotnih letjelica u komercijalne svrhe, [13].	8
---	---

Popis grafikona

Grafikon 1. Broj registriranih dronova u Republici Hrvatskoj, [25].	28
Grafikon 2. Udio dronova po sektorima upotrebe, [22].	29



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada
pod naslovom Bespilotne letjelice u funkciji unaprijeđenja logističkih procesa

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

U Zagrebu, 24.6.2020

Student/ica: Ante Sušac

Ante Sušac

(potpis)