

Korištenje bespilotnih letjelica u logistici

Mijić, Toni

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:631044>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Toni Mijić

**Korištenje bespilotnih letjelica
u logistici**

ZAVRŠNI RAD

Varaždin, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Toni Mijić

Matični broj: 45246/16-R

Studij: Primjena informacijske tehnologije u poslovanju

Korištenje bespilotnih letjelica u logistici

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Izv.prof.dr. sc. Vladimir Kovšca

Varaždin, srpanj 2021.

Toni Mijić

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

*Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu
FOI-radovi*

Sažetak

Uz sve postojeće načine prijevoza robe ,danas nam se s pojavom novih tehnologija nameću različiti novi sustavi transporta u lancu opskrbe. Glavni cilj logistike je upravljanje prostorom i vremenom tako da je tok u opskrbnome lancu najefektivniji. Ovim radom će se objasniti koju novu vrijednost dobiva postojeća logistika ako u nju uvedemo transport dronovima tzv. „bespilotnim letjelicama“. Istraživat će se isplativost u ekonomskom smislu (cost/efficiency) i korist koju mogu donesti u prometnom smislu. Istraživanje će započeti tako da se pogleda postojeća primjena ove tehnologije u svijetu. Razlog izrade ovoga rada je orijentacija prema novim tehnologijama i prepoznavanje potencijala u tehnologijama koje idu u tome smjeru.

Ključne riječi: dronovi; transport; logistika; lanac opskrbe

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Struktura rada	2
1.2. Metode i tehnike rada	2
2. Logistika i lanac opskrbe	3
2.1. Primjer lanca opskrbe	5
2.2. Trošak logistike	6
3. Moderna tehnologija – bespilotne letjelice (UAV)	7
3.1. Dronovi.....	8
3.2. Općenita primjena tehnologije dronova	10
3.3. Primjena tehnologije dronova u logistici.....	12
3.3.1. Algoritmi dostave dronovima (shema dostave).....	14
3.3.2. Smanjenje logističkih troškova dostave	19
3.3.3. Pozitivne i negativne strane dostave dronom	20
4. Zaključak	22
Popis literature.....	23
Popis slika	25

1. Uvod

Može se navesti da već početkom 20. stoljeća vidimo nagli razvitak svjetske globalizacije kao posljedicu ekonomske slobode i razvitka moderne tehnologije. Globalizacija je jedna od glavnih karakteristika modernoga svijeta u kojemu živimo. Dokaz koji ide u prilog tome jest protok neizmjerne količine informacija i isto tako protok značajnih količina materijala, usluga ili ljudskih potencijala velikim brzinama. Ono što stoji iza svega toga su iznimno razvijene infrastrukture organizacijskih sustava. Neke od bitnijih stvari koje omogućavaju takav način funkcioniranja svijeta su: industrija masovne proizvodnje, transport visokim kapacitetom, masovna skladištenja itd.

Kako bi shvatili da se radi o samoodrživom ciklusu potrebno je navesti da se svaki od tih sustava oslanja na funkcionalnost i stabilnost jednog ili više postojećih organizacijskih sustava. Uz navedene argumente se može vidjeti da globalizacija nije dosegla svoj limit niti je moguće predvidjeti do koje granice je moguće ovaj već povezani svijet dovesti do još veće razine povezanosti. Navedeno će se potkrijepiti primjerom dostave pošiljke od jedne osobe do druge. Zbog postepenog tehnološkog razvoja prometnog sustava u povijesti došlo je do velikog skoka u načinu dostave. Zahvaljujući drugoj industrijskoj revoluciji otkrivena su nova prijevozna sredstva poput zrakoplova, vlakova ili teretnih brodova. Ova nova sredstva prijevoza su uvelike ubrzale brzinu dostave i kapacitet dostavnih dobara. Ljudi koji nekada nisu imali laki pristup određenim resursima, sada im je omogućen kroz sve nove načine prijevoza kojih prije nije bilo. No i nakon industrijske revolucije unaprijeđeni su postojeći načini transporta i to je rezultiralo još većim brzinama i kapacitetima dostave.

Logistika je jedna od najvažnijih djelatnosti koja podupire koncept globalizacije. Dio je svake organizacijske strukture bez obzira na veličinu organizacije. Logistički sustav sastoji se od sljedećih funkcija: narudžbe, skladištenje, upravljanje zalihama, pakiranje i transport. Tema ovoga rada će ući u neke od navedenih funkcionalnosti. Istraživat će se trenutna i buduća uloga bespilotnih letjelica unutar logistike kao djelatnosti, konkretnije u lancu opskrbe. Bespilotne letjelice (unmanned aerial vehicle UAV) danas imaju široku primjenu u različitim područjima i trenutno su „vruća“ tema u svim postojećim industrijama. Ova nova tehnologija samo potvrđuje argument o sveprisutnoj potrebi za daljnjom globalizacijom.

1.1. Struktura rada

Rad je podijeljen u četiri poglavlja. Uvod definira postavljena istraživačka pitanja i način na koja će se na njih u radu pokušati odgovoriti. Drugo poglavlje je nazvano „Logistika i lanac opskrbe“ jer se žele objasniti i raščlaniti osnovni pojmovi i elementi kako bi se s razumijevanjem interpretirao stručni dio. Drugo poglavlje je predložak za istraživanje i objašnjenje uzročno-posljedične veze s glavnim ciljem rada. Treće poglavlje „Moderna tehnologija – bespilotne letjelice (UAV)“ sadrži sve glavne razrade podataka i informacija vezanih za temu. U njemu se interpretiraju podaci te su opisane nove spoznaje o temi. Zadnje poglavlje akumulira sve podatke i spoznaje u zaključnu cjelinu.

1.2. Metode i tehnike rada

Glavne znanstvene metode koje su korištene u ovome radu su:

- Metoda analize
- Metoda deskripcije
- Metoda kompilacije
- Metoda komparacije
- Grafičko i statističko prikazivanje
- Metoda dokazivanja

Metoda analize je traženje veze, uzroka i posljedice te izvođenje zaključka pomoću rastavljanja cjelovitoga na sastavne elemente. Metoda deskripcije služi kao postupak jednostavnog opisivanja bez znanstvenog tumačenja i objašnjavanja. Metoda kompilacije je metoda pri kojoj se koriste tuđe spoznaje, tumačenja ili zaključci u svrhu donošenja novih zaključaka. Metoda komparacije se služila za uspoređivanje svih postojećih načina korištenja tehnologije o kojoj je tema rada. Grafičko i statističko prikazivanje se koristilo kao vizualno i numeričko objašnjenje u radu navedenih činjenica, a također je služilo kao podloga za metodu komparacije. Metoda dokazivanja je najvažnija metoda i u njoj su uključene sve korištene metode za donošenje novih spoznaja i zaključaka.

2. Logistika i lanac opskrbe

Kako bi se lakše napravila korelacija nove vrste transporta bespilotnih letjelica s logistikom, potrebno je sagledati i objasniti osnovne pojmove logistike te raščlaniti značenje opskrbnoga lanca. D.Waters (2007) logistiku i lanac opskrbe opisuje na sljedeći način. Logistika je funkcija odgovorna za sva kretanja materijala kroz lanac opskrbe. Lanac opskrbe niz je aktivnosti i organizacija koje materijale - opipljive i neopipljive – prihvaća u jednoj točki (dobavljači) i provodi do krajnje točke (korisnici). Možemo promatrati organizaciju kao primaoca inputa (sirovine, ljudi, oprema, informacije, novac), izvršitelja procesa (proizvodnja, posluživanje, transport, prodaja, obuka itd.) i stvaranje outputa (obrađeni proizvodi koji odlaze korisniku). Organizacija je i vlasnik materijala koji mogu biti opipljivi (sirovine, nedovršena proizvodnja) i neopipljivi (informacije, novac i znanje). (Donald Waters, 2007, str.2-3)

D.Taylor (2009) iz vojno-povijesnog aspekta definira logistiku na sljedeći način. Podrijetlo pojma logistika potječe od francuske riječi „logistique“ koja je izvedena od „loger“ što znači četvrtine (kao u četvornim postrojbama). Ušao je u engleski jezik u devetnaestom stoljeću. Logistička praksa u vojnom sektoru postoji otkad postoje organizirane oružane snage, a izraz opisuje vrlo staru praksu: opskrba, kretanje i održavanje oružanih snaga u mirnodopskim i borbenim uvjetima. Logistička razmatranja općenito su ugrađena u borbene planove u ranoj fazi, jer logistika određuje resurse koji se mogu isporučiti u pozadini vojnih operacija, te kojim tempom će te operacije biti izvršavane. Taylor (2009) također daje generalnu definiciju logističkog upravljanja. Logističko upravljanje je dio upravljanja lancem opskrbe koji planira, provodi i kontrolira učinkovit protok unaprijed i unatrag te skladištenje robe, usluga i srodnih informacija između mjesta podrijetla i točke potrošnje kako bi se zadovoljili zahtjevi kupaca. (G.Don Taylor, 2009, str. 1-3)

I.Sadler (2007) daje jako dobar opis lanca opskrbe i navodi neke od važnosti koje su bitne za funkcioniranje osnovnog lanca opskrbe. Lanac opskrbe može biti predstavljen kao grupe tvrtki koje zajedno dopremaju, proizvode i isporučuju robu ili usluge do krajnjih kupaca. Kako bi tvrtke preživjele, potrebno je proširiti viziju na procese drugih tvrtki. Drugim riječima moraju uzeti u obzir cijeli tok materijala, robe i informacija na različitim razinama sudionika lanca opskrbe kako bi što bolje ispunili potrebe krajnjega potrošača. Tvrtke bi također trebale razmotriti upravljanje tim tokovima i njihovu ulogu unutar koordinacije cijele opskrbeno mreže. Izazov je tvrtke stvoriti dobro partnerstvo i međusobno surađivati u dizajnu i isporuci proizvoda i usluga. Dobra partnerstva kao rezultat daju učinkovite usluge i na taj način pojedinačne tvrtke napreduju. (Ian Sadler, 2007, str. 6-7)

Opisao je od čega se sastoji lanac opskrbe : (Ian Sadler, 2007, str. 6-7)

- Centralna tvrtka koja oblikuje robu ili uslugu za skup potrošača
- Niz dobavljača sirovina i komponenti
- Distributeri koji isporučuju robu potrošačima
- Načini prijevoza koji premještaju proizvode unutar i izvan prostora skladištenja

Prema prezentaciji J.Mesarid,D.Dujak radi orijentacije u opskrbnom lancu koriste izraze:
(Mesarid,Dujak, str. 7)

UZVODNO – aktivnost ili tvrtka koji su pozicionirani u smjeru originalnog izvora sirovina u opskrbnom lancu u odnosu na neku drugu aktivnost ili tvrtku koja se promatra

NIZVODNO – aktivnost ili tvrtka koji su pozicionirani u smjeru konačnog potrošača u opskrbnom lancu u odnosu na neku drugu aktivnost ili tvrtku koja se promatra

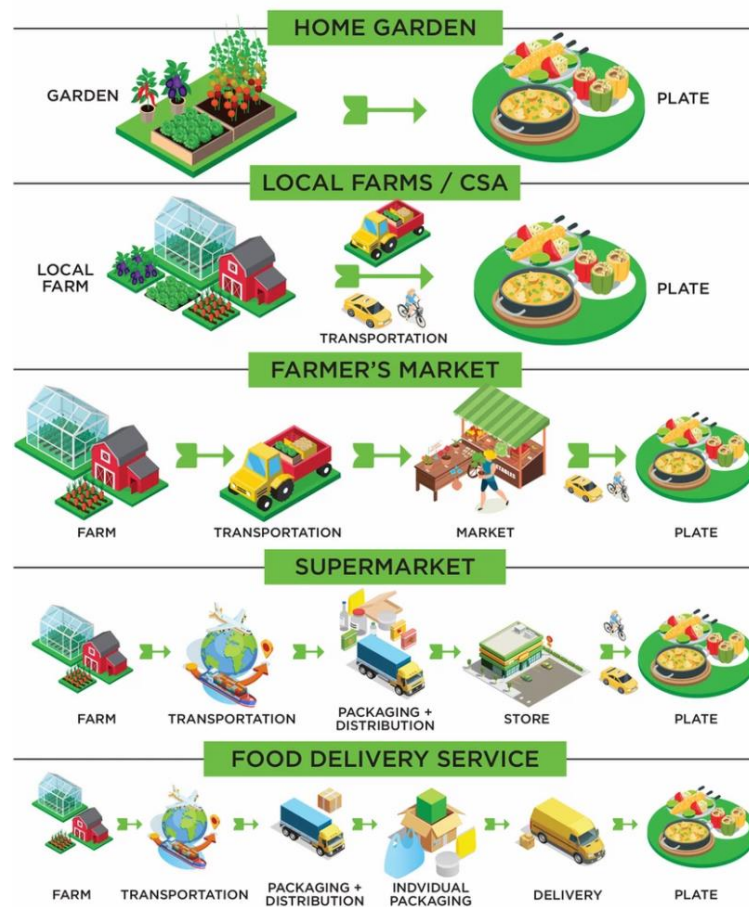
Vrste opskrbnih lanaca s obzirom na broj sudionika su podjeljeni na: (Mesarid,Dujak, str. 14)

Partnerstvo - nije opskrbni lanac – ovaj tip veze ne uključuje istovremeno da neka tvrtka ima i uzvodne i nizvodne odnose

- 1) Osnovni opskrbni lanac - tvrtka i njezin prvi dobavljača i kupac su povezani s jednim ili više uzvodnim i jednim ili više nizvodnim tokom (proizvoda, usluga, informacija ili financija)
- 2) Produženi opskrbni lanac – uključeni i dobavljačev dobavljač, i kupčev kupac i svi povezani s jednim ili više uzvodnim i jednim ili više nizvodnim tokom (proizvoda, usluga, informacija ili financija)
- 3) 3) ULTIMATIVNI (UKUPNI) OPSKRBNI LANAC - uključeni i dobavljačev dobavljač, i kupčev kupac i svi povezani s jednim ili više uzvodnim, i jednim ili više nizvodnim tokom (proizvoda, usluga, informacija ili financija)

2.1. Primjer lanca opskrbe

Na sljedećoj slici se vidi primjer lanca opskrbe u industriji hrane. Prikazano je postepeno po broju sudionika u lancu od osnovnog do produženog (ukupnog) lanca opskrbe. Na primjeru supermarketa se vide svi sudionici unutar lanca kako ih je definirao Sadler (2007). Prvi primjer na slici bi bilo partnerstvo i stoga nije opskrbeni lanac. Supermarket bi bio primjer produženog lanca opskrbe jer sadrži sve sudionike uključujući dobavljačevog dobavljača i kupčevog kupca.



Slika 1. Primjer lanca opskrbe u industriji hrane

(Izvor: <https://www.agroklub.com/korisnici/vstapic-1/zid/27666/>)

2.2. Trošak logistike

Općenita zadaća logistike je: osigurati tok pravog proizvoda u pravom stanju, na pravo mjesto i u pravo vrijeme uz minimalne troškove. Brandimarte, Zotteri (2007) potvrđuju navedenu tezu. (Brandimarte, Zotteri, 2007, str.4-7)

Teško je procijeniti točne troškove logistike i koriste se različiti modeli za izračun kako bi se smanjili troškovi određenog dijela logistike. Osnovna formula za izračun postotka omjera logističkih troškova se može definirati ovako: (Ukupni troškovi/Ukupan prihod) * 100. Na sljedećem primjeru može se vidjeti logistički trošak Sjedinjenih Američkih Država 2005. godine.

2005 U.S. Business Logistics System Cost		<u>\$ Billions</u>
Carrying Costs - \$1.763 Trillion All Business Inventory		
Interest		58
Taxes, Obsolescence, Depreciation, Insurance		245
Warehousing		90
	Subtotal	393
Transportation Costs		
Motor Carriers:		
Truck - Intercity		394
Truck - Local		189
	Subtotal	583
Other Carriers:		
Railroads		48
Water	I 29 D 5	34
Oil Pipelines		9
Air	I 15 D 25	40
Forwarders		22
	Subtotal	153
Shipper Related Costs		8
Logistics Administration		46
TOTAL LOGISTICS COST		<u>1183</u>

Slika 2. Prikaz logističkih troškova SAD-a 2005.godine (Izvor: G.Don.Taylor, 2009,str. 31)

Pomoću sljedećih podataka izračun bi izgledao ovako: iznos ukupnih troškova je 1.183 bilijuna dolara / BDP SAD-a 2005. godine iznosi 13.04 bilijuna dolara * 100 dobije se rezultat od otprilike 9 %. Što znači da su logistički troškovi SAD-a 2005. godine iznosili 9% njihovog ukupnog BDP-a. Prema navedenim podacima može se interpretirati da pola navedenih troškova ~50% spada u troškove transporta, a ostali dio troškova u troškove skladišta, administrativne troškove itd.. U daljnjem djelu ćemo razraditi osnovne pojmove te razmotriti na koji način će implementacija nove tehnologije kao što su bespilotne letjelice utjecati na logističke troškove.

3. Moderna tehnologija – bespilotne letjelice (UAV)

Prema Avtar, Watanabe(2020), sustavi bespilotnih letjelica (UAV) su se prvenstveno koristili u vojne svrhe, a kasnije za civilne primjene. Povijesni UAV sustavi bili su ograničene kontrole nad njihovom putanjom zbog nedostatka sofisticirane senzorske tehnologije. Kettering Bug i Sperry-Curtis zračni torpedo su dvije povijesne bespilotne letjelice u vojnoj i mornaričkoj primjeni 1917. godine. Godine 1937. niz bespilotnih letjelica poznat kao RP-1, RP2, RP3 i RP4 razvili su Walter Righter i Kenneth Case. (Avtar, Watanabe,2020,str.1-3)

U moderno doba, zbog dostupnosti razvijenijih GPS sustava i novih sofisticiranih kamera, bespilotne letjelice široko se koriste u mnogim aspektima života. Nova tehnologija poput UAV-a nekima pokušava pružiti rješenja za probleme društva i okoliša. Vozila bez posade odnosno bez pilota mogu biti daljinski navođene ili autonomnog pilotiranja. Tehnologija je pronašla široku primjenu u poljoprivredi, industriji, transportu, komunikaciji, nadzoru i aplikacijama za zaštitu okoliša. Široko se koristi za precizno praćenje zdravlja usjeva, prinos usjeva, i procjenu štete u poljoprivredi. Osim u poljoprivredi, također se koristi u arheološkim prospektima i održavanju kontrola prometa na javnim okupljanjima kako bi se smanjio rizik stampeda. U rekreativnom sektoru, UAV tehnologija se naširoko koristi u fotografiji i snimanju filmova. (Avtar, Watanabe,2020,str.1-3)

Fahlstorm, Gleason (2012) dijele bespilotne letjelice na dvije vrste, a to su autonomne bespilotne letjelice i bespilotne letjelice na daljinsko upravljanje. Autonomne letjelice imaju unaprijed definirane algoritme kretanja, a letjelice na daljinsko upravljanje se kontroliraju od strane više ili jedne osobe iz kontrolne stanice. (Fahlstorm, Gleason, 2012, str.7-10)

Bitno je napomenuti da vrste bespilotnih letjelica koje se koristi u vojne svrhe (letjelice na mlazni pogon) nemaju toliko izraženu komercijalnu uporabu unutar logistike. Najveća poznata primjena bespilotnih letjelica koja se trenutno koristi u komercijalne svrhe i u svrhe logistike je primjena dronova (letjelice koje koriste propelere i imaju mogućnost letenja horizontalno i okomito). Dalje u radu će se objasniti koji su razlozi većeg korištenja dronova u komercijalne svrhe i logističke svrhe. (Fahlstorm, Gleason, 2012, str.7-10)

3.1. Dronovi

Proteklih 15-30 godina bespilotne letjelice u javnom sektoru su postale jeftinije i široko dostupne. Istodobno je nekoliko drugih potrošačkih tehnologija brzo napredovalo. Konkretno, napredak tehnologije bespilotnih letjelica poklopio se s revolucijom digitalnih fotoaparata (prvi potrošački digitalni fotoaparat objavljen je 1994.). Konvergencija ove dvije nove tehnologije tijekom ranih 2000-ih i u ranim 2010-ima rezultirala je jeftinijim i pouzdanijim bespilotnim letjelicama s većim nosivostima koje su bile kvalitetnije, raznovrsnije, manje i lakše. Stoga su dronovi stekli korisničke baze u profesionalnim okruženjima, od poljoprivrede do prikupljanja podataka i slika, praćenja prirodnih resursa. (Tal,Altschuld, 2021, str.11)

Dronovi su danas dovoljno učestali da postoje trgovine koje ih skladište i, naravno, internetske trgovine koje prodaju različite vrste. Razlike mogu biti očite po cijeni i po proizvođaču, ali i po svrsi za koji posao moraju obavljati. Postoje oni koji se moraju sastavljati, a nekima je potrebno samo napuniti baterije. Dijelimo ih na nekoliko vrsta dronova (Asadi, 2016, str.10)

- RTF (Ready to fly) – skoro spremni za let, to znači da se s njima može više manje letjeti odmah nakon kupnje. Moraju se napuniti baterije i možda staviti lopatice rotora. Potrebno je povezati dron s bežičnom tehnologijom. RTF dronovi su dobar izbor za početnike. Međutim mogu biti malo skuplji jer su usmjereni na različite primjene. (Asadi, 2016, str.10)

BNF (Bind-n-Fly) – Ovi dronovi se prodaju kao kompletni quadcopteri, ali ne uključuju upravljački sklop. To je ključna razlika između RTF i BNF drona. Mora se kupiti zasebni ručni kontroler, ali postoji mogućnost da ako već imate stari kontrolor da je i dalje kompatibilan s BNF dronom. (Asadi, 2016, str.10)

ARF (Almost Ready to Fly) – Na ovoj vrsti drona se mora poraditi prije njegovog korištenja. To može značiti samo sastavljanje, ali isto kao i kod BNF-a postoji šansa da se ne dobije kontrolor uz njega. Ovaj dron je namijenjen već iskusnim korisnicima. (Asadi, 2016, str.10)

Dron se sastoji od sljedećih dijelova: (Asadi, 2016, str.12)

1. Baterija – Trajanje baterije ovisi o kvaliteti drona, početnički dron leti do 10minuta, a skuplji dronovi imaju kapacitet i do 30 minuta. U prosjeku 20 minuta

2. Plastični pokrivač - Tijelo drona je pokriveno s plastičnom „ljuskom“ i šarene je boje kako bi se omogućila lakša identifikacija položaja drona. Na njemu mogu biti i LED žaruljice

3. Tijelo – Jezgra drona i svi fizički dijelovi se nalaze unutar tijela, tijelo služi i kao težište drona

4. Rotori – Oni su oblikovani poput krila zrakoplova. Njihov oblik utječe na protok zraka koji prolazi kroz krila i to proizvodi uzgon.

5. Oprema za slijetanje – Spušta dron na tlo i osigurava slijetanje bez kolizije rotora ili tijela s tlom

6. GPS antena – Služi za određivanje i identificiranje položaja drona

7. Ruke drona – Na ruke se spajaju rotori i moraju biti čvrste i lake građe (Asadi, 2016, str.12)

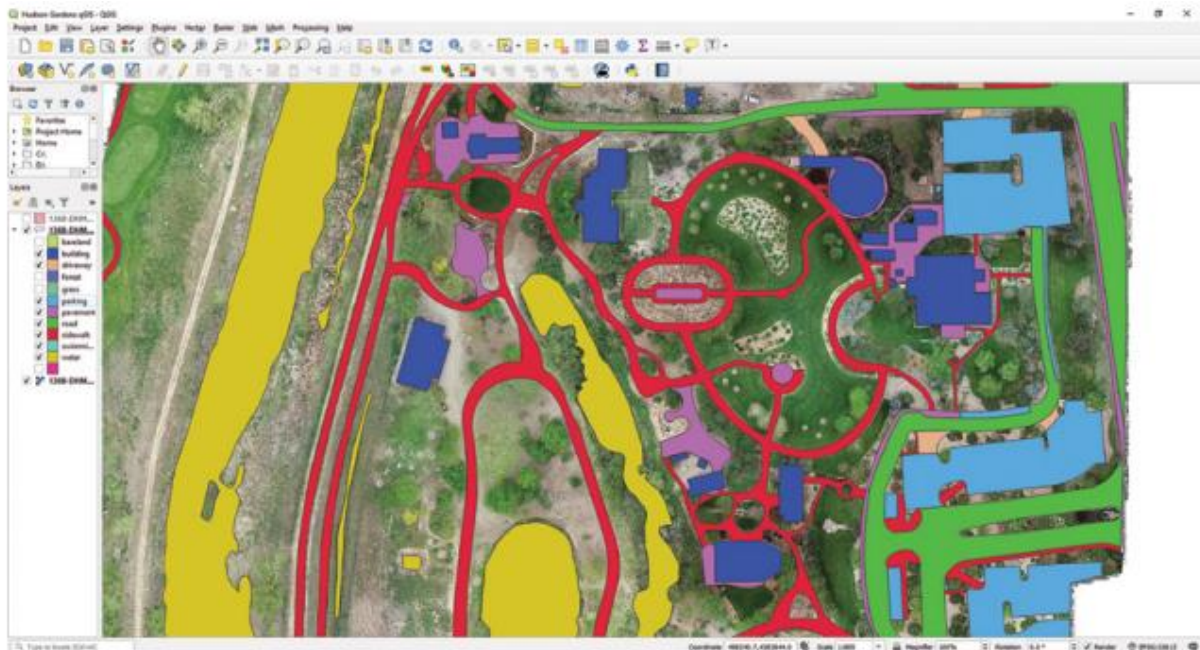


Slika 3. Prikaz sastavnih dijelova drona (Izvor:Asadi, 2016, str.12)

3.2. Općenita primjena tehnologije dronova

Kako je industrija bespilotnih letjelica napredovala, tako su se razvijale i aplikacije za korištenje dronova. U Središnjoj Americi, davno izgubljeni drevni gradovi otkriveni su pod stoljetnim rastom kišnih šuma pomoću bespilotnih letjelica opremljenim sensorima LiDAR. U Koloradu, bespilotne letjelice prikupljaju 3D topografske podatke za stvaranje modela stijena za analizu geološke opasnosti i prevenciju duž međudržavnih autocesta. U Utahu se bespilotnim letjelicama mapiraju skijaška područja u svrhu sveobuhvatnog planiranja. (Tal,Altschuld, 2021, str.13-17)

U cijelom svijetu istraživači okoliša koriste bespilotne letjelice za identifikaciju i analizu ekoloških trendova, klimatske promjene i zaštitu ugroženih staništa životinja. U području građevine bespilotne letjelice lete po gradilištima kako bi razmotrile i bilježile napredak te automatski provjeravale točnost izgrađenih uvjeta prema dosljednosti u odnosu na digitalne građevinske crteže. (Tal,Altschuld, 2021, str.13-17)



Slika 4. Prikaz obrađenih podataka slike snimljene dronom pomoću aplikacije Ecopia (aplikacija za crtanje 3d vektorskih mapa)

(Izvor: Tal,Altschuld, 2021, str. 13-17)

Aplikacija Ecopia koristi AI tehnologiju za pretvaranje slika zemlje visoke rezolucije u HD vektorske karte. Ecopia može generirati rubnike, ceste, površine za sadnju, staze i druge podatke o mjestu s relativnom točnošću do 7 cm. (Tal,Altschuld, 2021, str.13-17)

Također se za primjenu koriste dronovi opremljeni opremom za detekciju plina i daljinski pregled cjevovoda na curenje. Primjena seže od pregleda krovova, do procjene prirodnih katastrofa u stvarnom vremenu, do policijskog nadzora i automatizirane straže za kućnu sigurnost. (Tal,Altschuld, 2021, str.13-17)

Sve ove primjene usredotočene su na korištenje dronova tako da se postave senzori za prikupljanje podataka (LiDAR, kamere, senzori za otkrivanje plina itd.). To često rezultira jeftinijom, bržom i sigurnijom alternativom tradicionalnim metodama.U nekim slučajevima poput analize geoopasnosti u uskim kanjonima ili prikupljanje podataka o klimi udaljene lokacije, dronovi pružaju platformu za prikupljanje podataka tamo gdje inače ne bi bilo moguće.U oba navedena slučaja taj način primjene prisiljava ljude unutar industrije da ponovno razmisle o najboljem načinu za rješavanje problema. (Tal,Altschuld, 2021, str.13-17)

To je sve samo početak korištenja dronova na naveden način. Uber, Airbus, Altair Aerial i druge tvrtke povećavaju broj dronova u vlasništvu kako bi ih koristili kao zračne taksije. Uber je već odabrao gradove Dallas, Los Angeles i Melbourne kao pilot gradove za njihov projekt Uber Air, s probnim letovima koji su počeli od 2020. godine. Iako će za sada biti pilotirani, to otvara put autonomnim putničkim letovima, to je novi trend kojemu regulatorne agencije i javnost počinju pridodavati posebnu pažnju u posljednje vrijeme. Treba napomenuti na sve veću upotrebu dronova za dostavu paketa i parcela. Amazon je među prvima na čelu ovoga načina dostave, no nije jedini, jer Googleov projekt Wing također napreduje i odobren im je certifikat FAA za početak isporuke paketa 2019. godine. Slično zračnim taksijima, to ima veliki utjecaj na način kojim gledamo zračni prostor. Pravne,etičke i regulatorne implikacije ovih trendova neprestano se razvijaju. (Tal,Altschuld, 2021, str.13-17)

3.3. Primjena tehnologije dronova u logistici

Kako bi odgovorili na izazove suvremenog društva, organizacija logističkih procesa zahtjeva sinergijske učinke optimizacije fizičkih procesa i primjene inovativnih tehnologija. Naglasak se temelji na stalnoj optimizaciji procesa s ciljem bržih, kvalitetnijih i isplativijih usluga do krajnjeg korisnika. Procesi kao skladištenje zaliha unutar skladišta se mogu poboljšati primjenom UAV-a. Dostava bespilotnim letjelicama jedna je od najobećavajućijih primjena za učinkovitu dostavu paketa.

Krajem 2016. godine Amazon je razvio Prime Air – sustav dostave osmišljen za isporuku paketa korisnicima unutar 30 minuta ili manje pomoću bespilotnih letjelica (dronova). Da bi se kvalificirali za 30-minutnu dostavu UAV-a, narudžba mora biti manja od 2,26 kg i dovoljno malog pakiranja koje može stati u kutiju dostave. Primateelj također mora biti unutar radijusa od 16 km do aktivnog Amazonovog centra za slanje pošiljki. U Ujedinjenom Kraljevstvu, Amazonu je dopušteno koristiti samo bespilotne letjelice koje lete ispod 120 metara visine tijekom dana pri slabom vjetru i dobroj vidljivosti. Kada je Amazon prvi puta prezentirao svoj UAV za dostavu, nazvan Prime Air Drone, predstavljen je dron s osam rotora. Težio je 25kg i mogao je nositi do 2,26 kg pri brzinama od 80km/h. Međutim najnoviji dronovi koje je dizajnirao Amazon manji su i nemaju fiksna krila. Zapravo se doimaju vrlo različito od izvornih dronova koji su bili masivniji i s fiksnim krilima. 2017. godine Amazon je dobio patent za otpremnu naljepnicu koja uključuje ugrađeni padobran, kako bi se omogućila dostava paketa UAV-a ili drugih letjelica. Padobran još nije u proširenoj uporabi, ali ovaj potez najavljuje širenje uporabe UAV-a za komercijalne svrhe. (Škrinjar, Jakara, Skorput, 2019, str.4-5)



Slika 5. Amazon Prime Air – Dron za dostavu paketa

(Izvor: Škrinjar, Jakara, Skorput, 2019, str.5)

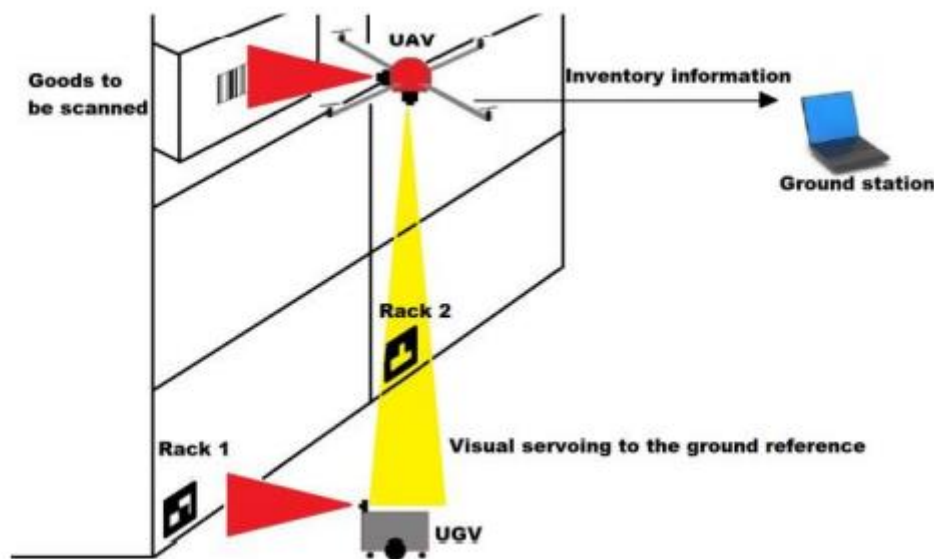
Francuska direkcija za civilno zrakoplovstvo (DGAC) odobrila je logističku tvrtku DPD group za obavljanje redovne komercijalne usluge dostave bespilotnim letjelicama. Prema priopćenju objavljenom 15.prosinca 2016. na web stranici DPD-a: „Prvi put u cijelom svijetu redovna komercijalna ruta omogućuje dostavu paketa dronom. Jednom tjedno dron DPD grupe putuje između Saint-Maximin-La-Sainte-Beaume i Pourrieres, na jugu Francuske (regija Provansa). Ruta omogućuje isporuku artikala u odsječeni inkubator tvrtki, uključujući desetak start-upova specijaliziranih za tehnologiju. Njihove pakete sada dostavljaju tvrtkom Chronopost i DPD Francuska od početke točke u Saint-Maximinu.“ DPD već neko vrijeme testira isporuke bespilotnim letjelicama i koristi model gdje bespilotna letjelica odlaže i prikuplja pakete na terminalu za dostavu koji štiti pristup dronu tijekom faza slijetanja i polijetanja. (Škrinjar,Jakara,Skorput, 2019, str.4-5)

U partnerstvu s francuskom start-up tvrtkom Atechsys, DPD je na ovom projektu radio dvije godine (Parcel Delivery 2.0), u okviru kojeg je izvedeno 500 probnih letova. Usluga dostave UAV-om razvijena je kako bi zadovoljila potrebe, poput opskrbe izoliranih područja, hitne dostave itd. Radijus bespilotne letjelice DPD je 25 km i njen kapacitet nosivosti je 1,5kg tereta s maksimalnom brzinom 30km/h. Sastoji se od šest električnih rotora i opremljen je snimačem leta i kamerom za streaming uživo. Također ima ugrađen GPS sustav tako da može pratiti svoju rutu na vrijeme. Postoji i ugrađena sigurnosna mjera koja se aktivira u slučaju odstupanja od normalnih kretnji. (Škrinjar,Jakara,Skorput, 2019, str.4-5)

Primjena unutar skladišta za inventuru skladišta

Glavna svrha je učiniti proces popisivanja stavki potpuno autonomnim. Koristili bi se u kombinaciji bespilotna letjelica (UAV) i bespilotni robot (UGV). UGV se koristi kao platforma za nošenje UAV-a. UGV se smatra referencom na tlu, a UAV referencom u zraku. UAV se koristi kao mobilni skener koji leti okomito za skeniranje bar kodova pomoću ugrađenog frontalnog skenera. UGV kreće među redovima polica s UAV-om. Na svakom stalku za skeniranje, UGV se zaustavlja, a bespilotna letjelica polijeće kako bi uzletjela okomito skenirajući robu u tome istome stalku. Jednom kad je bespilotna letjelica na vrhu, UGV se pomiče na sljedeći stalak, a budući da bespilotna letjelica uzima UGV kao referentnu vrijednost za tlo, automatski će je slijediti, što rezultira postavljanjem bespilotne letjelice na vrh drugog stalka i skeniranjem počinje odozgo prema dolje. Postupak se ponavlja sve dok polica ne bude potpuno skenirana. UAV se tada spušta na UGV i puni baterije dok se UGV premješta u sljedeći red polica. (Škrinjar,Jakara,Skorput, 2019, str. 6-7)

Na slici 6. vidimo vizualnu prezentaciju kako bi izgledao opisani način obavljanja skladišne inventure. (Škrinjar, Jakara, Skorput, 2019, str. 6-7)



Slika 6. Prikaz koncepta obavljanja skladišne inventure
(Izvor Škrinjar, Jakara, Skorput, 2019, str. 7)

Treba se vratiti na definiciju lanca opskrbe i klasificirati gdje se točno nalazi ovaj način isporuke unutar procesa lanca opskrbe. Kako je navedeno, svaki dron u Amazon Prime Air ima maksimalan kapacitet rada do 30minuta i određeni uvjeti moraju biti ispunjeni prije nego što se odobri mogućnost takve dostave. Iz toga se može zaključiti da se radi o „last-mile“ isporuci pošiljke odnosno zadnja faza isporuke pošiljke krajnjem korisniku. Vidjeli smo faze osnovnog lanca opskrbe na primjeru industrije hrane i može se zaključiti da ovaj način „last-mile“ dostave kako smo ga definirali, pripada u sljedeće faze; pakiranje, distribucija i dostava. Spomenuta je i svrha bespilotne letjelice koja čak zalazi i u fazu skladištenja u lancu opskrbe. Pakiranje je bitan dio jer dronovi zahtijevaju određene dimenzije i težinu koja je kompatibilna s njima. Distribucija i dostava su autonomni i postoji više shematskih prikaza dostave koji će detaljnije biti objašnjeni dalje u radu. Tradicionalan način dostave last-mile zahtjeva osobu i prijevozno sredstvo kako bi se obavila isporuka. Na ovaj novi način dostave, izbacuju se navedena dva faktora unutar lanca opskrbe. Odmah se može vidjeti velika ušteda iz aspekta novca, a također i iz aspekta potrošenog materijala. Dalje ćemo vidjeti detalje o kolikoj se uštedi radi.

3.3.1. Algoritmi dostave dronovima (shema dostave)

Dronovi koriste najkraće moguće putanje, a paketi se mogu isporučiti na vremenski optimalan način s manje utjecaja na okoliš za razliku od tradicionalnog načina kamionskim

sustavima dostave. Kamion mora prolaziti sva mjesta korisnika i koristiti namjenske fiksne ceste. Tehnologije percepcije udaljenosti i izbjegavanja prepreka ugrađene su u sustave bespilotnih letjelica kako bi pružile što bolju sigurnost tijekom leta. Ovi sustavi sigurnosti iako su već na visokom stupnju razvoja stalno se ažuriraju i nastoji se ispraviti novonastale greške radi bolje praktičnosti uporabe. (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.1)

Sofisticirani problem osmišljavanja algoritma isporuke s više varijabli želi se istražiti na način da se analiziraju različiti pristupi kako bi se utvrdila optimalna odluka o isporuci koristeći optimalnu raspoloživu rutu. Glavni ciljevi su :

- učinkovito korištenje resursa
- donošenje odluka o raspoređivanju novih resursa ili preraspodjelu trenutnih resursa testiranjem različitih scenarija
- posljedično povećati zadovoljstvo korisnika isporukom narudžbi na vremenski optimalan način te smanjiti troškove dostave na minimum
- sigurnije korištenje zračnog prometa koristeći optimalno usmjeravanje i optimalno korištenje resursa (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.2-3)

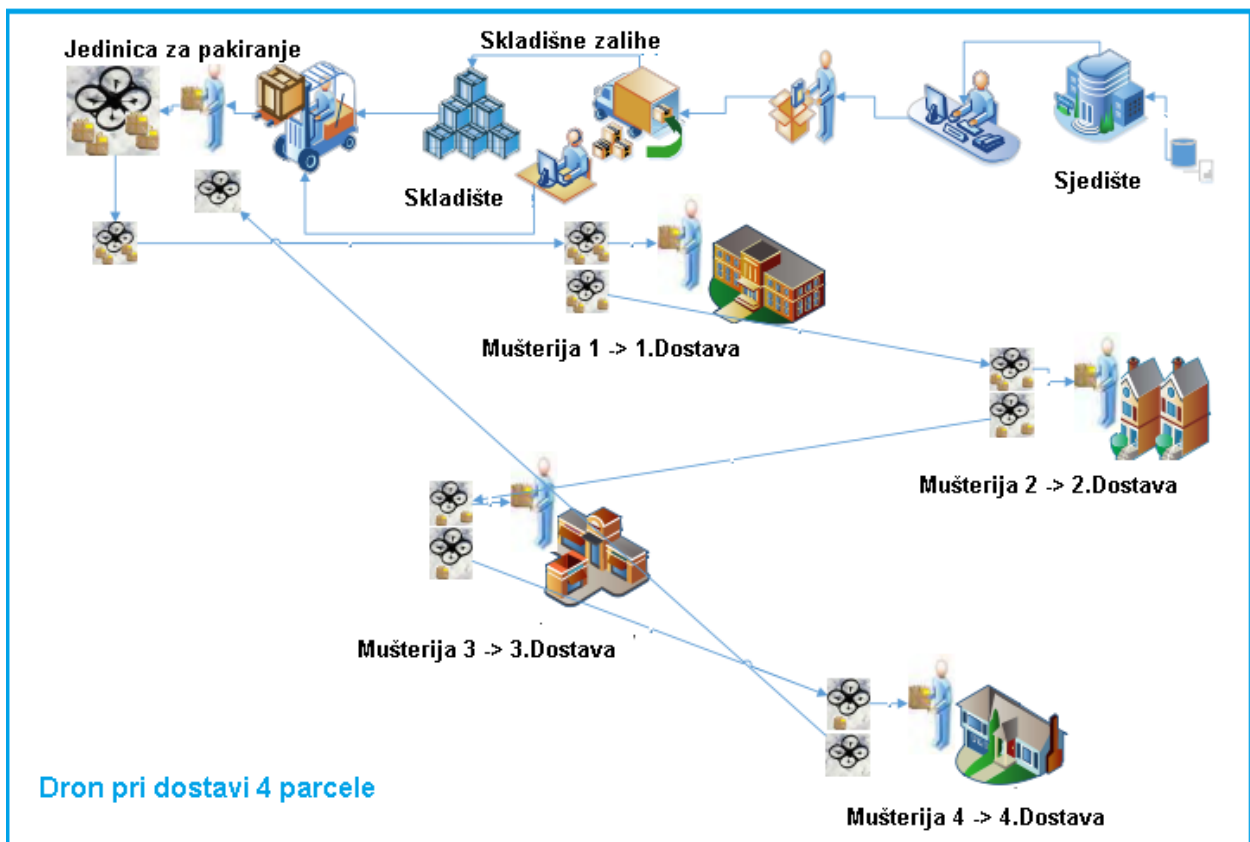
U tom smislu,kroz analizu otkrivamo kako:

- a) upravljati složenim višedimenzionalnim/više varijabilnim problemom isporuke
- b) optimizirati logističke operacije pomoću bespilotnih letjelica
- c) testirati/razgovarati o nekoliko shema i metoda isporuke
- d) pronaći optimalne vizualne odluke o isporuci
- e) smanjiti utjecaj onečišćenja okoliša
- f) obavijestiti zrakoplovne vlasti o donesenim odlukama
- g) usmjeravati tvrtke koje proizvode bespilotne letjelice prema potrebama industrije
- h) voditi puteve isporuke
- i) uz pomoć donositelja odluka planirati model/simuliranje sustava i odluka

Prema dokumentaciji Kuru, Ansell, Khan, Yetgin (2019) definiraju sljedeće shematske prikaze dostave dronovima. (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.2-3)

„Delivery scheme with no HWs“ – Dostavna shema bez definirane autoceste (HighWay) za dronove (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.4)

Schema bez definiranih striktnih logističkih puteva uz mogućnost dostave od korisnika do korisnika. Slika 7.



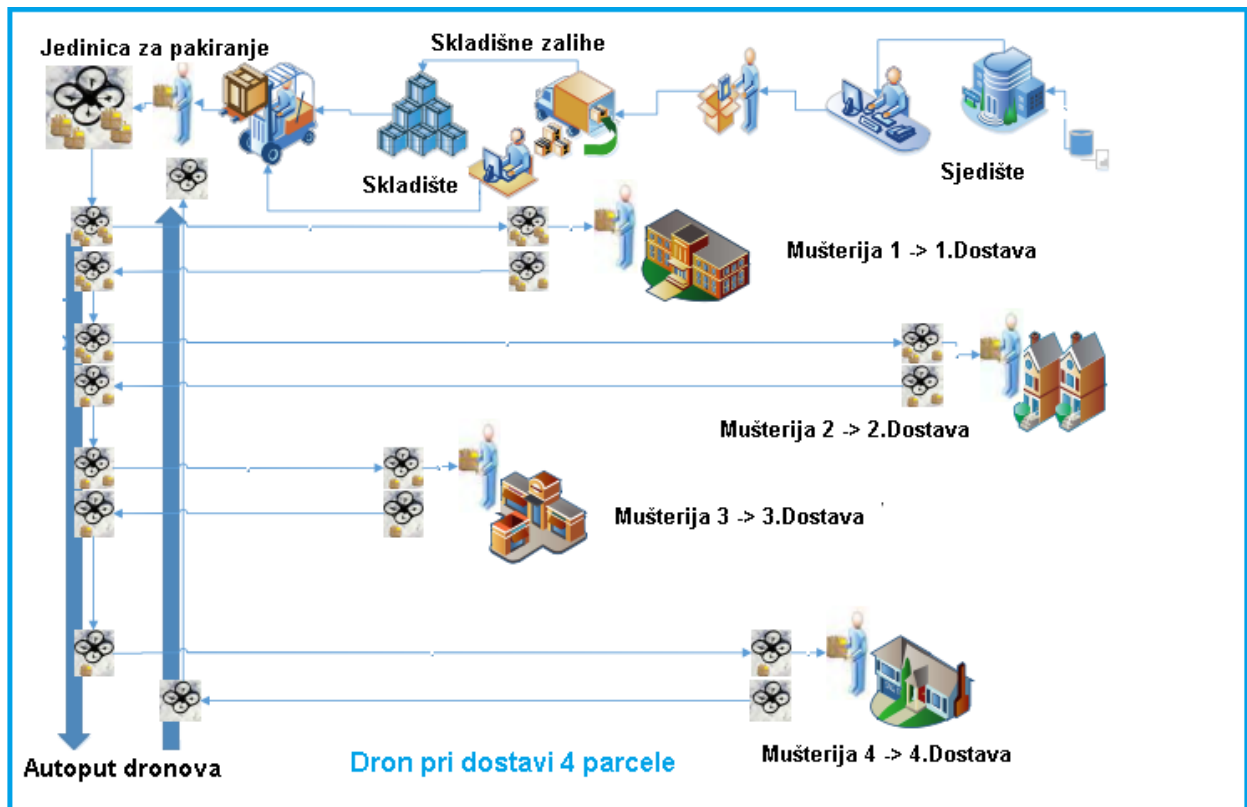
Slika 7. Shema dostave bez autoceste

(Izvor: Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.4)

Negativna strana ove sheme je to što može doći do kaosa bez autoceste kada se poveća broj bespilotnih letjelica u opticaju. (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.4)

- „Delivery scheme with HWs“ – Dostavna shema s definiranom autocestom za dronove (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.5)

Prate se predefinirane autoceste kako je prikazano na slici 8. Dostava između mušterije ovdje nije moguća.



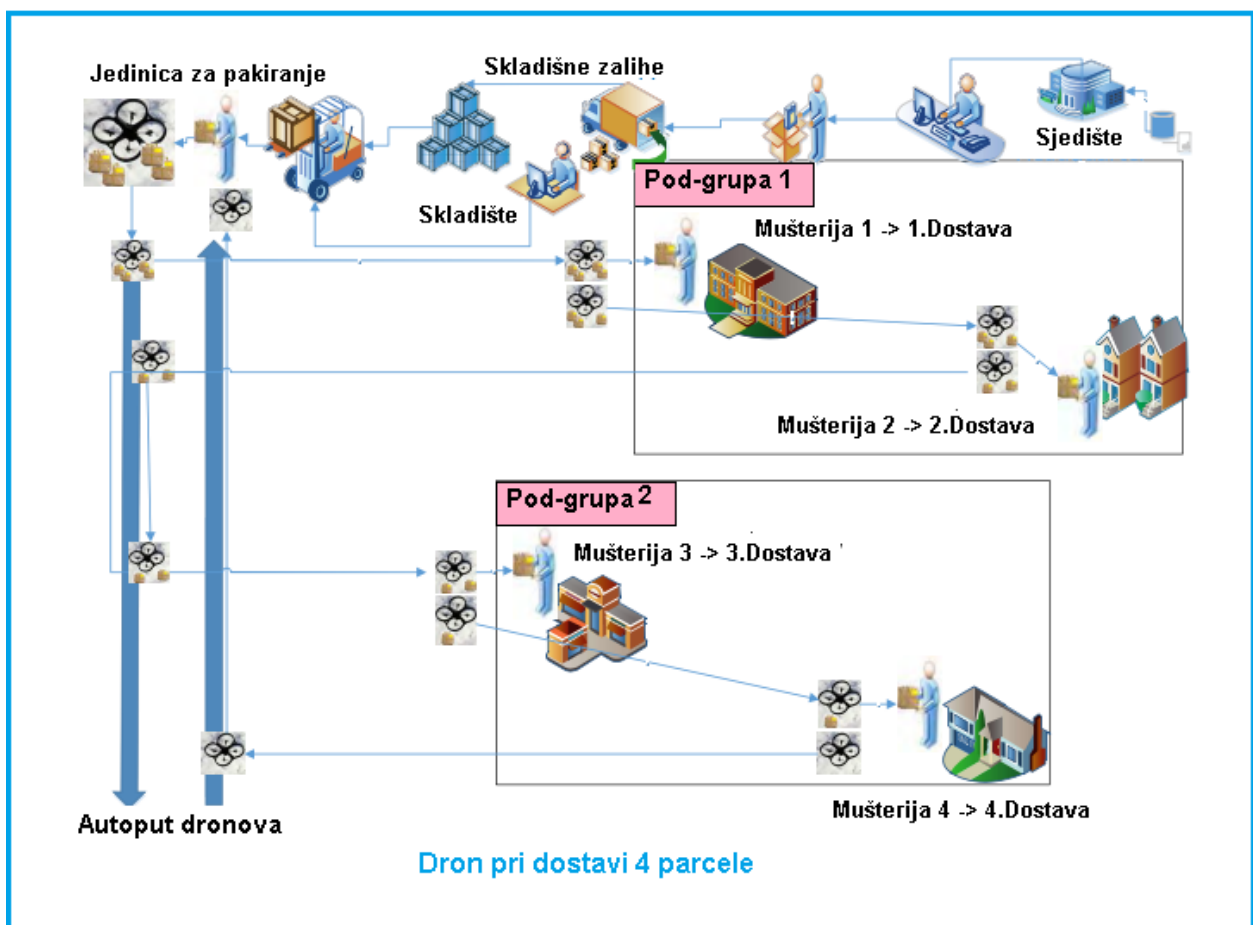
Slika 8. Shema dostave s autocestom

(Izvor: Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.5)

Negativna strana ove sheme gdje se strogo koristi autocesta može smanjiti broj klijenata opsluženih u misiji unutar manjih povrata ulaganja, što zahtijeva više naleta za isporuku narudžbi i smanjuje ukupnu učinkovitost sustava dostave. (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.5)

- „Hybrid delivery scheme“ – Hibridna dostavna shema kombinirana s autocestom i bez autoceste (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.5)

Ova shema je nastala radi ublažavanja nedostataka ovih dviju spomenutih shema. Kupci su grupirani u podskupine u smislu udaljenosti između priključnih točaka kupaca autocesta i/ili njihove izravne međusobne udaljenosti. Između ovih podskupina koriste se autoceste. (Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.5)



Slika 9. Hibridna shema dostave
(Izvor: Kuru,Ansell,Khan,Yething, str.5)

3.3.2. Smanjenje logističkih troškova dostave

Prema Amazonu, isporuka bespilotnih letjelica pokriti će 86 % vlastitih proizvoda koji se prodaju na njihovoj platformi i smanjio bi se trošak dostave/transporta (last-mile) do 80 %. Trošak dostava 30-minutnih usluga pomoću UAV-a bi iznosio samo 1 američki dolar/USD. Pretpostavimo li da bi jedna bespilotna letjelica mogla isporučiti najviše osam pošiljki dnevno, trebalo bi sat i pol vremena isporuke i vremena održavanja s dvanaest sati radnog vremena tijekom dana. Također se daje dodatna pretpostavka da će se cijena bespilotne letjelice smanjiti tijekom razdoblja po prosječnoj godišnjoj stopi rasta od 5 %. Analiza troškova isporuke Amazon Prime Aira prikazana je na slici 9. (Jung, Kim, 2017, str. 9)

Table 9. Cost benefits occurred by operating Amazon Prime Air service[26-27]

		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Without Amazon Prime Air	Net Shipping Cost as of Cost of Goods Sold(%)	7.8	8.8	10.1	11.7	13.7	15.9
	Net Shipping Cost(\$M)	6,400	8,025	10,025	12,375	15,075	18,125
With Amazon Prime Air (\$500 valued UAV)	Amazon Prime Air Operating Cost(\$M)	44.3	51.2	65.6	79.5	100.4	110.4
	UAV Shipment as of Total Shipment(%)	17	34	52	69	86	92
	Number of UAV Shipment(M Unit)	248	504	768	1,040	1,312	1,574
	Total Amazon Shipment(M Unit)	1,459	1,482	1,477	1,507	1,526	1,538
	Net Shipping Cost as of Cost of Goods Sold(%)	6.5	5.9	4.9	3.7	2.0	1.4
	Net Shipping Cost(\$M)	5,356	5,348	4,878	3,916	2,211	1,560
	Net Shipping Cost Per Unit(\$/Shipment)	3.7	3.6	3.3	2.6	1.4	1.0
Saving Cost(\$M)	1,044	2,677	5,147	8,459	12,864	16,565	

Slika 10. Projekcija troškova isporuke Amazon Prime Aira

(Izvor: Jung, Kim, 2017, str. 10)

Očigledna je ušteda ukupnih neto troškova već nakon prve godine poslovanja s Amazon Prime Air tehnologijom. Ušteda u 2016. godini bi iznosila 1,044 milijuna dolara, dok bi ušteda u 2021. godini iznosila 16,565 milijuna dolara. Neto trošak po jedinici dostave kako je već spomenuto u 2021. godini bi iznosio 1 američki dolar/USD.

3.3.3. Pozitivne i negativne strane dostave dronom

Na temelju svega objašnjenoga u ovome radu potrebno je donijeti zaključak pozitivnih učinaka i negativnih učinaka ove nove tehnologije u logistici.

Pozitivne strane : (Izvor: <https://grinddrone.com/info/pros-cons-delivery-drones>)

1. Dostava proizvoda – sama priroda dostave bez interakcije s drugom osobom.
2. Masovna ušteda novca – prema izračunu amazona vidjelo se da bi logistički troškovi transporta bili smanjeni do čak 80 %, a trošak po jedinici bi pao na 1 američki dolar/USD.
3. Poboljšava upravljanje vremenom – dronovi za isporuku omogućuju tvrtki da se usredotoči na druge važne postupke isporuke. To je zato što dron isporučuje brže zbog svog točnog programa za lociranje. Dronovi za isporuku imaju manju marginu pogreške pri lociranju točno ciljanog područja
4. Štedi energiju – dronovi za isporuku pomažu radnicima da uštede trud pri isporuci robe. Mehanički uređaj povećava aktivnost radne snage za obavljanje više zadataka. Rizik od iscrpljivanja je minimiziran jer postoje uređaji koji mogu zamijeniti ljudske aktivnosti.
5. Ušteda vremena – dron za isporuku daje dodatnu radnu snagu u tvrtki. Nosi predmete i prenosi ih na druga mjesta putem automatiziranog sustava. Radnici će imati više vremena za prisustvovanje drugim važnim operacijama dostave na radnom mjestu.
6. Promicanje sigurnosti – dronovi sprječavaju nesreće jer fizički isporučuju robu potrošačima. Ljudsko dostavno osoblje često je izloženo opasnom okruženju. Prilikom korištenja bespilotnih letjelica dostavno osoblje više neće morati riskirati svoje živote zbog nesreća.
7. Točnost – dronovi za dostavu učinkovitiji su pri isporuci proizvoda pravom primatelju. Oni imaju veću stopu točnosti isporuke materijala pravom primatelju nego čovjek. Incidenti pogrešnih primatelja mogu se značajno smanjiti.

Negativne strane: (Izvor: <https://grinddrone.com/info/pros-cons-delivery-drones>)

1. Skupi uređaji – dronovi za isporuku su i dalje skupi jer su se tek predstavili na tržištu, ali svakoga trenutka cijena ponude pada. Samo nekoliko velikih tvrtki koristi bespilotne letjelice za poboljšanje svojih logističkih operacija na visokoj razini. Prosječna cijena bespilotnih letjelica se kreće od 50 američkih dolara za male dronove do 1000 američkih za velike i kvalitetnije dronove.
2. Defekti baterije – dronovi mogu lako isprazniti bateriju u samo nekoliko minuta ako dođe do defekta baterije. Ako isporuka ne uspije, može izazvati pritužbe potrošača na tržištu i dovelo bi do novih troškova u transportu.
3. Zahtijevaju dobru tehničku podršku – rukovanje bespilotnom letjelicom nije lak zadatak zbog same kompleksnosti od koje je izrađen. Za uspješno upravljanje letjelicom potrebno je veliko znanje i trud. Operateri moraju detaljno poznavati priručnik uređaja i naučiti postupke.
4. Neispravan dron – postoje bespilotne letjelice koje pokazuju neispravne sustave mjesecima nakon kupnje uređaja. To je uzrokovano tvorničkom greškom koju osoblje za održavanje ne može u početku prepoznati.
5. Kršenje privatnosti – dronovi za dostavu koriste kamere dok isporučuju materijale na ciljna tržišta i lokacije. Kamere neprestano snimaju stvarnu lokaciju, imovinu i osobu bez njihovog pristanka dok primaju isporuku. Korumpirani korisnici dronova mogu iskoristiti snimljene podatke svojih potrošača.
6. Lako se krađu – dronovi se neovisno vežu u atmosferu. Svatko može oduzeti dron dok mu je isključeno napajanje. Nakon što ih ukradu, tvrtke više neće imati ovlasti i kontrolu nad svojom imovinom.

4. Zaključak

Svrha logistike je što bolje ispuniti svoju glavnu zadaću, a to je dopremanje pravih proizvoda na pravo mjesto u pravo vrijeme uz minimalne troškove. Pitanje je dali nova tehnologija bespilotnih letjelica ima potencijala bolje ispunjavati zadaću nego što se ona trenutno ispunjava. Prema svemu proučenome odgovor je apsolutno da. Uzmemo li u obzir pozitivne i negativne strane, procjenu troškova i postojeću primjenu u računicu, svi argumenti idu u korist ove nove tehnologije. Kompanija Amazon je među prvima počela koristiti „čari“ ove tehnologije sa svojim modelom Amazon Prime Air i prema njihovim kalkulacijama primjena tehnologije bespilotnih letjelica će biti sve učestalija. Ako se ovim tempom nastavi kretanje već započete „lavine“ trenda korištenja dronova, lanac opskrbe će uvelike profitirati.

Korištenje bespilotne letjelice prvenstveno rezultira optimizacijom logističkih procesa, s ciljem smanjenja troškova zaliha, značajno skraćivanja procesa, smanjenja korištenja ljudskih resursa itd. Može se zaključiti da uporaba bespilotnih letjelica, osim učinaka optimizacije, također utječe na povećanje sigurnosti radnika, povećanje kvalitete obavljenog posla, smanjenje pogrešaka i drugo. Danas je primjena bespilotnih letjelica u logističkim procesima poput isporuke i skladišnog poslovanja tek započela, što znači da se u budućnosti može očekivati široka primjena i implementacija stručnih sustava u procese opskrbnoga lanca.

S tim saznanjem može se zaključiti da je ova tehnologija koliko god se činila razvijena i dalje u ranoj fazi primjene. Potrebno je kritički sagledati koji su sljedeći koraci u pravome smjeru uz stvaranje prilika za što manje greški. Pozitivne greške su uvijek korisne i treba ih mudro iskoristiti metodom „trial-error“ odnosno metodom probnih grešaka. Pokušaj i pogreška temeljna je metoda rješavanja svih problema karakterizirana ponavljanjem i različitim pokušajima da se dođe do uspjeha, a predstavlja veliku važnost u primjeni na ovu tehnologiju. Potrebno je napomenuti da se pravna regulativa stalno mijenja vezano uz ovu novu tehnologiju i samim time se okviri razvijanja i smjer kretanja mijenjaju. Svakako je vrijedno priznati da ova tehnologija impresionira svojim potencijalom i na neki način uz sve ostale tehnološke napretke stvara sliku moderne industrijske revolucije.

Popis literature

Asadi, Aaron – *Drones The Complete Manual – The essential book for drone enthusiasts* – 2016

Avtar, Ram, Teiji Watanabe - *Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture and Environment* – 2020

Brandimarte, Paolo, Giulio Zotteri – *Introduction to Distribution Logistics* – 2007

Fahlstrom, Paul Gerin, Thomas James Gleason - *INTRODUCTION TO UAV SYSTEMS fourth edition* – 2012

Jung, Sunghun, Hyunsu Kim - *Analysis of Amazon Prime Air UAV Delivery Service* – 2017 dostupno 10.09.2021. na https://www.researchgate.net/publication/317389269_Analysis_of_Amazon_Prime_Air_UAV_Delivery_Service

Kuru, Kaya, Darren Ansell, Wasiq Khan, Halil Yetgin - *Analysis and Optimization of Unmanned Aerial Vehicle Swarms in Logistics: An Intelligent Delivery Platform* - dostupno 08.09.2021. na <https://ieeexplore.ieee.org/document/8611082>

Mesarid, Josip, Davor Dujak - *Upravljanje opskrbnim lancem* - dostupno 05.09.2021. na http://www.efos.unios.hr/upravljanje-opskrbnim-lancem/wp-content/uploads/sites/275/2013/04/2_SCM_OPSKRBNI-LANCI.pdf

Pros and cons of delivery drones – dostupno 10.09.2021. na <https://grindrone.com/info/pros-cons-delivery-drones>

Sadler, Ian – *Logistics and Supply Chain Integration* – 2007

Škrinjar, Jasmina Pašagić, Martina Jakara, Pero Skorput - *Application of Unmanned Aerial Vehicles in Logistic Processes* - Siječanj 2019 – dostupno 08.09.2021. na https://www.researchgate.net/publication/325092310_Application_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_in_Logistic_Processes

Tal, Daniel, Jon Altschuld - *Drone Technology in Architecture, Engineering, and Construction* – 2021

Taylor, G.Don – *Introduction to Logistics Engineering* – 2009

Waters, Donald – *Global logistics (New Directions in Supply Chain Management)*– Fifth edition (2007)

Popis slika

Slika 1. Primjer lanca opskrbe u industriji hrane	5
Slika 2. Prikaz logističkih troškova SAD-a 2005.godine.....	6
Slika 3. Prikaz sastavnih dijelova drona.....	9
Slika 4. Prikaz obrađenih podataka slike snimljene dronom pomoću aplikacije Ecopia10	
Slika 5. Amazon Prime Air – Dron za dostavu paketa	12
Slika 6. Prikaz koncepta obavljanja skladišne inventure.....	14
Slika 7. Shema dostave bez autoceste.....	16
Slika 8. Shema dostave s autocestom.....	17
Slika 9. Hibridna shema dostave	18
Slika 10. Projekcija troškova isporuke Amazon Prime Aira.....	19