

"Last-mile" dostava

Brnečić, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:310851>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-24**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

LEA BRNEČIĆ

“LAST-MILE” DOSTAVA

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

“LAST-MILE” DOSTAVA

“LAST-MILE” DELIVERY

DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Pomorska i prometna politika

Mentor/Komentor: dr. sc. Dražen Žgaljić, dr. sc. Mladen Jardas

Student: Lea Brnečić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074363

Rijeka, rujan 2022.

Studentica: Lea Brnečić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074363

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom “LAST-MILE” DOSTAVA izradila samostalno pod mentorstvom dr. sc. Dražena Žgaljića te komentorstvom dr. sc. Mladena Jardaša.

U radu sam primijenila metodologiju izrade znanstvenog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasna sam s trajnom pohranom diplomskog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:

a) rad u otvorenom pristupu

b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH

c) pristup korisnicima matične ustanove

d) rad nije dostupan

Studentica

Brnečić

Lea Brnečić

Studentica: Lea Brnečić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074363

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student/studentica - autor

Brnečić
(potpis)

SAŽETAK

S porastom e-trgovine i isporuke paketa na zahtjev u gradskim središtima dolazi do sve većih problema u kvalitetnoj isporuci na kućnu adresu krajnjeg korisnika. Rast broja dostavnih vozila u središtima gradovima utječe na sve veću zagušenost prometa, zagađenje i negativan utjecaj na zdravlje ljudi, pa time i na kvalitetu života i rada u urbanim područjima. U tom kontekstu "last-mile" dostava zauzima sve veći značaj, a suvremeni razvojni trendovi u inovacijama "last-mile" dostave dovode do transformacija u dostavi na posljednjem kilometru, ali i promjena u prometnoj politici koja mora obuhvatiti i inovacije u prometnim sredstvima uključenim u "last-mile" dostavu, poput dronova, autonomnih vozila i dr. U radu se dosadašnja teorijska saznanja o problemima razvoja gradova, dostavnih aktivnosti i "last-mile" dostavi kompiliraju s praktičnim primjerima koncepata "last-mile" dostave i razvojnim trendovima "last-mile" dostave u budućnosti, ocjenjuje značaj "last-mile" dostave u urbanoj logistici te ističe važnost implementacije novih koncepata "last-mile" dostave za poboljšanje kvalitete isporuke za sve dionike opskrbnog lanca.

Ključne riječi: gradovi; urbanizacija; urbana logistika; "last-mile" dostava; zelena dostava.

SUMMARY

With the growth of e-commerce and on-demand package delivery in urban centers, there are increasing problems in quality delivery to the end user's home address. The growth in the number of delivery vehicles in city centers has an increasing impact on traffic congestion, pollution and a negative impact on people's health, as well as on the quality of life and work in urban areas. In this context, "last-mile" delivery takes on increasing importance and contemporary development trends in "last-mile" delivery innovations lead to transformations in delivery on the last kilometer, but also changes in transport policy, which must include innovations in the means of transport involved in "last-mile" delivery, such as drones, autonomous vehicles, etc. About "last-mile" delivery compiles with practical examples of "last-mile" delivery concepts and development trends

of "last-mile" delivery in the future, evaluates the importance of "last-mile" delivery in urban logistics and highlights the importance of implementing new "last-mile" concepts mile" delivery to improve delivery quality for all supply chain stakeholders.

Keywords: "last-mile" delivery; delivery on request; drones; autonomous vehicles; urban logistics

SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| SAŽETAK | I |
| SUMMARY | II |
| SADRŽAJ | IV |
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. PROBLEM I PREDMET ISTRAŽIVANJA | 1 |
| 1.2. RADNA HIPOTEZA | 1 |
| 1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA | 2 |
| 1.4. ZNANSTVENE METODE | 2 |
| 1.5. STRUKTURA RADA | 3 |
| 2. OPĆENITO O RAZVOJU GRADOVA I URBANIZACIJI | 4 |
| 2.1. VRSTE GRADOVA | 4 |
| 2.2. PROBLEMI RAZVOJA GRADOVA | 6 |
| 2.3. ULOGA NOVIH TEHNOLOGIJA U RAZVOJU PAMETNIH GRADOVA | 7 |
| 3. DOSTAVNE AKTIVNOSTI UNUTAR GRADSKIH SREDIŠTA | 9 |
| 3.1. KONSOLIDACIJSKI CENTRI | 9 |
| 3.2. EKOLOŠKI PRIHVATLJIVA VOZILA | 10 |
| 3.3. IZAZOVI DOSTAVE U GRADSKA SREDIŠTA | 12 |
| 4. “LAST-MILE” DOSTAVA KAO SASTAVNI DIO URBANE LOGISTIKE | 13 |
| 4.1. TEMELJNE ZNAČAJKE URBANE LOGISTIKE | 13 |
| 4.2. “LAST-MILE” DOSTAVA UNUTAR SUSTAVA URBANE LOGISTIKE | 16 |
| 4.2.1. Pojam i značajke “last-mile” dostave | 16 |
| 4.2.2. Tržište “last-mile” dostave | 19 |
| 4.2.3. Odnos “last-mile” dostave i drugih podsustava urbane logistike | 21 |
| 4.3. KONCEPTI “LAST-MILE” DOSTAVE | 23 |
| 4.3.1. Dostava vozilima | 23 |
| 4.3.2. Dostavni bicikli | 26 |
| 4.3.3. Samoposluživanje | 28 |
| 4.3.4. Primjeri dobre prakse, tzv. zelene dostave | 34 |
| 4.4. RAZVOJ “LAST-MILE” DOSTAVE U BUDUĆNOSTI | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5. KONCEPT AUTONOMNIH DOSTAVNIH VOZILA..... | 41 |
| 4.6. DRONOVI..... | 51 |
| 4.7. LETEĆA SKLADIŠTA | 56 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 58 |
| LITERATURA..... | 60 |
| POPIS TABLICA, GRAFIKONA, SHEMA I SLIKA..... | 65 |

1. UVOD

1.1. PROBLEM I PREDMET ISTRAŽIVANJA

Dinamičan rast e-trgovine, posebice izražen u vrijeme pandemije Covid-19, stvara sve veće probleme u urbanim područjima širom svijeta. Rastuće količine paketa koje na zahtjev kupaca treba isporučiti na njihovu kućnu adresu povećavaju broj dostavnih cestovnih vozila koji ulaze u središta gradova i tako utječu na sve veću zagušenost prometa, zagađenje i negativan utjecaj na zdravlje ljudi. U svrhu rješenja nastalih problema, posljednjih godina je sve veća pažnja usmjerena ka inoviranju novih koncepata “last-mile” dostave, poput dostave dronovima, autonomnim vozilima i dr.

Problem istraživanja ovog rada odnosi se na dostavu paketa u urbanim područjima i održivost dostave u posljednjoj milji.

Problem istraživanja navodi na **predmet istraživanja**: istražiti probleme razvoja gradova i izazove u gradskim središtima s posebnim fokusom na “last-mile” dostavu kao sastavni dio urbane logistike, njene temeljne značajke, koncepte tradicionalne “last-mile” dostave te mogućnosti primjene novih koncepata “last-mile” dostave kojima bi se ublažili i/ili potpuno otklonili problemi izazvani velikim rastom dostave paketa cestovnim vozilima u urbana područja.

Problem i predmet istraživanja odnose se sljedeći **objekt istraživanja**: “last-mile” dostavu.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Radna hipoteza je sljedeća: rast online prodaje i povećanje količine isporuke paketa u gradskim središtima uzrokuju probleme funkcioniranja prometa i kvalitete “last-mile dostave” te potiču razvoj novih logističkih rješenja u “last-mile” dostavi, stvarajući uvjete za poboljšanje kvalitete života stanovništva u gradovima.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha i ciljevi istraživanja u ovom diplomskom radu očituju se u sljedećem: istražiti i oblikovati teorijske odrednice o problemima razvoja gradova i uloge tehnologije u razvoju pametnih gradova, ukazati na dostavne aktivnosti unutar gradskih središta, pojasniti temeljne značajke urbane logistike i “last-mile” dostave, povezati teorijska saznanja s praktičnim primjerima konceptata “last-mile” dostave i razvojnim trendovima “last-mile” dostave u budućnosti, ocijeniti značaj “last-mile” dostave u urbanoj logistici te istaknuti važnost implementacije novih konceptata “last-mile” dostave za poboljšanje kvalitete isporuke za sve dionike opskrbnog lanca.

Svrha i ciljevi istraživanja navode na potrebu davanja odgovora na sljedeća pitanja:

- Koja su temeljna obilježja gradova i urbanizacije?
- Koje se dostavne aktivnosti primjenjive unutar gradskih središta?
- Koje su značajke urbane logistike?
- Koje su teorijske odrednice “last-mile dostave”?
- Kakav je odnos “last-mile” dostave s drugim podsustavima urbane logistike?
- Koji se koncepti “last-mile” dostave najčešće koriste?
- Kako riješiti probleme u “last-mile” dostavi koji sve više dolaze do izražaja povećanjem količine isporuke paketa u urbanim područjima?
- Koja su razvojna obilježja “last-mile” dostave u budućnosti?

1.4. ZNANSTVENE METODE

Istraživanje, oblikovanje i prezentacija rezultata provedenog istraživanja omogućeno je korištenjem odgovarajuće kombinacije sljedećih znanstvenih metoda: povijesna metoda, metoda deskripcije, metoda klasifikacije, metoda dokazivanja i opovrgavanja, metoda kompilacije, metoda indukcije i dedukcije, metoda analize i sinteze, te metoda komparacije.

1.5. STRUKTURA RADA

Diplomski rad se sastoji od pet međusobno tematski povezanih poglavlja.

Uvodom, kao prvim poglavljem, predstavljeni su problem i predmet istraživanja, određena je radna hipoteza, prikazani su svrha i ciljevi istraživanja, korištene znanstvene metode te strukturu rada.

U drugom poglavljju, s naslovom **Općenito o razvoju gradova i urbanizaciji**, daje se uvid u vrste gradova, probleme koji prate razvoj gradova te uloga novih tehnologija u razvoju pametnih gradova.

Treće poglavlje ima naslov **Dostavne aktivnosti unutar gradskih središta**. U njemu se predstavljaju konsolidacijski centri, ističu značajke ekološki prihvatljivih vozila te iznose izazovi dostave u gradskim središtima.

U četvrtom poglavljju, s naslovom **“Last-mile” dostava kao sastavni dio urbane logistike**, daje uvid u temeljne značajke urbane logistike. Također se obrađuje “last-mile” dostava unutar sustava urbane logistike, isticanjem pojma i značajki “last-mile” dostave, analiziranjem tržišta “last-mile” dostave te stavljanjem u odnos “last-mile” dostave i drugih podsustava urbane logistike. Navode se, nadalje **koncepti “last-mile” dostave**: dostava vozilima, dostava biciklima i samoposluživanje, uz primjere tzv. zelene dostave, odnosno upotreba električnih dostavnih vozila i električnih dostavnih bicikala u “last-mile” dostavi u praksi logističkih operatera, poput Dachsera, DHL-a, Hrvatske pošte d.d. i dr., kao i organizacija mikroskladišta i “last-mile” dostave u velikim europskim gradovima. Posebno prikazani su koncepti “last-mile” dostave koji su trenutno u početnoj ili eksperimentalnom fazi, a koji bi mogli značajno promijeniti dosadašnji koncept “last-mile” dostave.

Zaključak je posljednje poglavlje u kojem je dan kratak pregled zaključaka po pojedinim poglavljima.

2. OPĆENITO O RAZVOJU GRADOVA I URBANIZACIJI

Urbanizacija označava trend rasta migracije stanovništva iz ruralnih u urbana područja općenito, a posebice u mega gradove s 10 milijuna stanovnika i više. Ubrzani rast broja stanovnika u gradovima dovodi do niza problema u razvoju gradova, među kojima su i prometni problemi. Primjenom novih tehnologija moguće je djelovati u smjeru smanjenja izazova s kojima se gradovi susreću pod utjecajem društvenih, gospodarskih, političkih i drugih čimbenika.

2.1. VRSTE GRADOVA

Izraz urbanizacija često je krivo upotrijebljen u smislu izgradnje gradova ili čak izrade urbanističkih planova. Urbanizacija, međutim, označava kvalitativni i kvantitativni prelazak ruralnih u urbane aglomeracije, te kvantitativnu i kvalitativnu promjenu stanovništva iz ruralnog u urbano. To je, dakle, proces širenja gradskog načina života, a obuhvaća teritorijalno širenje gradova, postanak novih gradova, pretvaranje seoskih naselja u gradska i uopće širenje gradskog načina zauzimanja i korištenja zemljišta. Istovremeno označava i proces napuštanja sela i preseljenja seoskog stanovništva u gradove, pretvaranje seoskog stanovništva u gradsko te napuštanje primarnog, tj. poljoprivrednog sektora djelatnosti i prelazak u sekundarni i tercijarni sektor, uz sve prateće promjene u društvenoj strukturi koje se javljaju u vezi s tim procesom.¹

Procesom urbanizacije dolazi i do sve većih gradova, odnosno do sve većeg broja stanovnika koncentriranih na malom području gradova. Gradovi se definiraju kao veće, kompaktno izgrađeno naselje, koje je organizirano u više ili manje povezanu, diferenciranu društvenu zajednicu – gradsku općinu, koju čine građani tog grada.² Pojam grada nije strogo definiran brojem stanovnika, on može varirati u velikom rasponu od dvoznamenkastog broja do više milijuna stanovnika. Pri definiciji grada uzimaju se u obzir različita obilježja i kombinacija tih obilježja, ovisno o državi i svrsi određivanja statusa grada. To su, primjerice, zatvorenost ili kompaktnost naselja (npr. gustoća zgrada po

¹ Marinović-Uzelac, A.: *Prostorno planiranje*, Svijet, Zagreb, 2001., str. 58.

² *Natuknica Grad*, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021., <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=22952> (20.05.2022.)

jedinici površine), udio stanovništva zaposlenog u sekundarnim (industrija, građevinarstvo) i tercijarnim (usluge) djelatnostima, broj stanovnika, gustoća naseljenosti (broj stanovnika po jedinici površine), tip zgrada (višekatnice, neboderi i dr.), socijalna struktura stanovništva (veći udio jednočlanih kućanstava), povijesno i pravno mjerilo, centralitet naselja i dr.³

U razvrstavanju gradova uzimaju se različiti kriteriji. To može biti način postanka grada, unutarnja organizacija, odnos prema okolini i dr. U Republici Hrvatskoj se gradovi razlikuju s obzirom na svoje povijesno podrijetlo, organizaciju i politički položaj, društvenu strukturu. Administrativno, grad je određen kao jedinica lokalne samouprave koja tvori prirodnu, urbanu, gospodarsku i društvenu cjelinu.⁴ Zakonom o lokalnoj i područnoj (regionalnoj) samoupravi grad je jedinica lokalne samouprave u kojoj je sjedište županije te svako mjesto koje ima više od 10.000 stanovnika, a predstavlja urbanu, povijesnu, prirodnu, gospodarsku i društvenu cjelinu.⁵

S obzirom na udio zaposlenosti i intenzitet funkcionalne usmjerenosti mogu se izdvojiti: industrijski gradovi, turistički gradovi, prometni gradovi, upravni, zdravstveni i dr.

Urbanizacija u pojedinim regijama svijeta poprima drastične razmjere rezultirajući izrazitim rastom broja stanovnika u gradovima i oblikujući urbana područja koje karakterizira velika gustoća stanovništva. Urbana područja mogu obuhvatiti velegradove, gradove, gradiće ili konurbacije, ali se nikada ne protežu na ruralna područja. Od urbanih područja razlikuju se metropolitanska područja, koja obuhvaćaju sama urbana područja, ali i satelitske gradove zajedno s ruralnim prostorom koji se nalazi između njih i koji je s njima socioekonomski povezan.

³ Ibidem.

⁴ Ibidem.

⁵ *Zakon o lokalnoj i područnoj (regionalnoj) samoupravi*, Narodne novine Republike Hrvatske, Zagreb, 33/01, 60/01, 129/05., 109/07, 125/08, 36/09, 36/09, 150/11, 144/12, 19/13, 137/15, 123/17, 98/19, 144/20., čl. 5.

2.2. PROBLEMI RAZVOJA GRADOVA

Gradovi se mogu shvatiti kao dinamične ekonomske i društvene strukture koje zauzimaju neposredan utjecaj na svoju okolinu. Primjerice, regije sudjeluju u snabdijevanju gradova, dok tvornice smještene u gradovima proizvode potrebne proizvode za cijelu regiju. Osim proizvodnje dobara, gradovi su i mjesta stvaralaštva, novih ideja, obrazovanja, kulture i znanosti, stvaranja životnih i radnih uvjeta i dr. Proces urbanizacije u 20. stoljeću doveo je do ubrzanog širenja gradova. Dok ih je početkom 20. stoljeća na globalnoj razini bilo 11 milijuna, 1975. godini bilo ih je 190, a na početku 21. stoljeća 200.⁶ U 2021. godini oko 56,61 % stanovništva na globalnoj razini živjelo je u urbanim područjima, a očekuje se njihov rast na 68 % do 2050. godine.⁷ Najveći gradovi na svijetu s više od 20 milijuna stanovnika su Tokio, Delhi, Seul, Šangaj, New York, Sao Paulo, Meksiko, Kairo, Mumbai, Peking i Daka. Najveći grad po broju stanovnika je Tokio s više od 37 milijuna stanovnika.

Gradovi su vrlo osjetljivi ekološki sustavi, i u pravilu za njihovo održavanje potreban je uvoz hrane, energije, vode i dr. Zbog toga je stihijski rast gradova predstavlja vrlo osjetljiv ekološki, gospodarski i društveni problem, posebice izražen u siromašnim i nerazvijenim zemljama svijeta.⁸ Problemi s kojima se gradovi suočavaju proizlaze iz prenapučenosti gradova, sve većeg broja motornih vozila što dovodi do prometne zagušenosti, niske razine kvalitete zraka, komunalne infrastrukture koja ne prati rast stanovništva, socijalnih problema povezanih s niskom kvalitetom stanovanja, urbanog siromaštva i nejednakosti, getoizacije, visoke razine nesigurnosti i stope kriminala i dr.

Potrebno je, također, istaknuti kako gradovi nisu izolirani od globalnih trendova. Pojava urbanizacije kao globalnog megatrenda isprepleten je egzistencijalnim izazovima s kojima se svijest suočava u posljednjih 50 godina, uključujući klimatske promjene, rastuću nejednakost, i pojavu virusa koji bilježe razmjere epidemija i pandemija, kao što je najnovija pandemija Covid-19 koja je pokrenula najgoru javnozdravstvenu krizu u 21.

⁶ Črnjar, M., Črnjar, K.: *Menadžment održivog razvoja – ekonomija – ekologija – zaštita okoliš*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu u Opatiji, Sveučilište u Rijeci, Glosa, Rijeka, 2009., p. 23.

⁷ World Cities Report 2022, Envisaging the Future of Cities, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2022., p. XVII, https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf (17.06.2022.)

⁸ Črnjar, M., Črnjar, K.: op. cit., p. 23.

stoljeću i najgoru ekonomsku recesiju od Velike depresije.⁹ Ti izazovi, zasigurno će imati refleksije na budućnost gradova.

2.3. ULOGA NOVIH TEHNOLOGIJA U RAZVOJU PAMETNIH GRADOVA

Informacijsko-komunikacijska tehnologija posljednjih godina bilježi ubrzani razvoj. Povećanjem brzine Interneta i izgradnjom mrežnih sustava novih generacija stvorene su pretpostavke za izgradnju inteligentnih sustava koji omogućuju međusobno povezivanje većeg broja uređaja te njihovo daljinsko upravljanje te time uštedu energije i povećanje energetske učinkovitosti u gradovima.¹⁰ Koncept pametnih gradova vidi se kao jedan od mogućih odgovor na izazove povezane s kvalitetom života u gradovima koja se sve više narušava pod ubrzanim rastom broja stanovništva u gradovima. Pametni grad se definira kao (održivi) grad koji koristi pametne uslužne sustave kako bi optimizirao resurse i korištenje dobara te povećao kvalitetu života svojih stanovnika odnosno korisnika.¹¹

Koncept pametnih gradova prati razvoj tehnologije. Ishodište koncepta pametnog grada povezuje se uz gradove znanosti, tehnopolise u prvoj polovici 20. stoljeća, odnosno u tehnosredištima u drugoj polovici 20. stoljeća. Primjer razvoja pametnog kraja može se vidjeti iz Silicijske doline, prvog tehnosredišta nastalog zahvaljujući razvoju Stanford industrijskog parka kojeg je krajem prve polovice 20. stoljeća bio pokrenulo Sveučilište Stanford Frederick Terman u neposrednoj blizini. Stanford industrijski park privlačio je kompanije koje su se bavile visokom tehnologijom. Osim što je potaknula gospodarski razvoj tog područja, visoka tehnologija je ponudila i specifičan model urbanizma, tzv. tehnosredišta. To su gradovi, predgrađa, pa i ruralna područja u čijem postojanju dominira visoka tehnologija u obliku istraživanja, razvoja i proizvodnje ili neke kombinacije tih triju čimbenika.¹² Prednosti takvog koncepta grada ubrzo se prepoznaju te vlade, sveučilišta i privatni sektor širom svijeta koristi takvu tipologiju kako bi se osigurale pretpostavke za

⁹ World Cities Report 2022, op. cit., p. XVIII.

¹⁰ Bašić, S., Vezilić Strmo, N., Sladoljev, M.: *Pametni gradovi i zgrade*, Građevinar, vol. 71, no. 10, 2019., p. 949.

¹¹ Ibidem, p. 953.

¹² Ibidem, p. 950.

inovacije. Problemi koji se u gradovima pojavljuju uslijede rasta i širenja, navode na potrebu njihove transformacije. Upravo tehnološki razvoj pridonosi transformaciji gradova u održive gradove kroz koncept pametnih gradova. Automatizacija sustava u zgradama, automatizacija sustava grijanja, hlađenja i ventilacije zgrada sadržan u konceptu pametne zgrade sastavni je segment pametnih gradova. Tome treba dodati i automatiziranu prometnu signalizaciju, automatizaciju uštede pitke vode, automatizaciju rasvjete i dr.

Pionirom pametnog grada smatra se Los Angeles u kojem je 1974. godine korištena najsvremenija računalna tehnologija u svrhu procesuiranja velikih količina podataka o stanovanju, prometu, kriminalu i siromaštvu, a što je poslužilo kako bi se donosile odluke vezane za razvojne ili urbanističke strategije razvoja grada.¹³ Taj je primjer slijedio Singapur te je 1980. godine započela inicijativa tehnološkog unaprjeđenja grada izgradnjom otvorene računalne mreže – ONE (tzv. *Open network for Everyone*), dovršene 1997. godine. Koncept pametnog grada u početku je bio povezan uz modernizaciju gradske infrastrukture kroz integraciju informacijsko-komunikacijske tehnologije. Na početku 21. stoljeća može se reći da je većina gradova u raznim fazama pripreme, realizacije ili primjene projekata za koje se može reći da su pojedini segmenti koncepta pametnoga grada.¹⁴

Vidljivo je, dakle, da tehnologija i inovacije u tehnologiji ima ključnu ulogu u razvoju pametnih gradova.

¹³ Ibidem, p. 953.

¹⁴ Ibidem.

3. DOSTAVNE AKTIVNOSTI UNUTAR GRADSKIH SREDIŠTA

Dostava unutar gradskih središta ima važnu ulogu u njihovom razvoju. No, gradska središta čine osjetljivo tkivo što navodi na potrebu racionalizacije transportnih aktivnosti kako bi se smanjili prometni pritisci na središte grada. Pri tome važnu ulogu ima dostava primjenom konsolidacijskih centara i ekološki prihvatljiva vozila.

3.1. KONSOLIDACIJSKI CENTRI

Konsolidacija ima za cilj smanjenje transportnih troškova u okviru pojedinačnog lanca. U tu svrhu koriste se konsolidacijski centri. To su objekti koji se smještaju u neposrednoj blizini središta grada ili nekog drugog prodajnog centra u okviru kojeg se pošiljke konsolidiraju i iz kojega se manji broj konsolidiranih pošiljaka isporučuje u ciljna područja.¹⁵ Dostava se obavlja tako što se roba konsolidira i vozilima namijenjenim dostavi u gradskom području napunjenim u konsolidacijskom centru distribuira do korisnika. Time se smanjuje broj putovanja vozila.

Konsolidacijski robni tokovi centara primjenjuju se kako bi se ostvarilo više ciljeva, no jedan od najvažnijih ciljeva je smanjenje broja vozila u središtima gradova, čime se doprinosi smanjenju prometnoj zagušenja i prekida prometa u središtima gradova, i povezano s tim smanjenje zagađenja zraka u gradskim područjima koje opslužuju konsolidacijski centri. Među najvažnijim ciljevima konsolidacijskih centara identificirani su sljedeći:¹⁶

- smanjenja zagušenja smanjenjem broja potrebnih dostavnih vozila,
- poboljšanje kvalitete zraka,
- smanjenje međusobnog ometanja vozila u području iskrcaja i isporuke,
- smanjenje konflikata između dostavnih vozila i drugih sudionika u prometu, uključujući i pješake,
- poboljšanje pružanja usluga klijentima,
- mogućnost uvođenja dodatnih usluga,

¹⁵ Kolarić, G., Skorić, L.: *Metode distribucije u gradska središta*, Tehnički glasnik, vol. 8, no. 4, 2014., p. 406., <https://hrcak.srce.hr/file/194399> (21.04.2022.)

¹⁶ Ibidem, p. 406-407.

- zadovoljenje potražnje prodavača koji zahtijevaju veće prodajne jedinice,
- maksimiziranje prodaje kroz omogućavanje trgovcima da povećaju svoje prodajne površine,
- smanjenje troškova u trgovinama, kako u smislu prijevoza tako i u smislu osoblja,
- maksimalna dostupnost zaliha i asortimana proizvoda,
- motiviranje osoblja i osiguranje potrebnih uvjeta da se oni fokusiraju na kupce,
- sprječavanje ili smanjenje krađe robe.

Konsolidacijski centri, dakle, doprinose rješenju problema vezanih uz smanjenje prometa i onečišćenje okoliša, pri čemu mogu biti korisna u svrhu smanjenja broja teških teretnih vozila koja ulaze u pojedine dijelove grada. Osim toga, upotreba konsolidacijskih centara rezultira i ekonomski koristima. Omogućuju povećanje količine prevezene robe koja dolazi u gradska središta, uz istovremeno smanjenje jediničnih troškova "last-mile" dostave, zatim smanjenje broja isporuka koje je potrebno izvršiti za jednu lokaciju kao i vremena koje vozači provode na mjestima isporuke i vremena potrebnog za dolazak do mjesta isporuke.¹⁷

Korisnost upotrebe konsolidacijskih centara je evidentna, no pri njihovoj upotrebi treba uzeti u obzir i potencijalne troškove, kao što su operativni i kapitalni troškovi, dodatna faza rukovanja u lancu dostave i dr.

3.2. EKOLOŠKI PRIHVATLJIVA VOZILA

Većina europskih gradova suočena je s problemima buke i onečišćenja zraka uzrokovanih cestovnim motornim vozilima. Povećane aktivnosti u središtima gradova uslijed rasta broja dostava dodatno potiču probleme s kojima se gradovi suočavaju. Problemi koje prati gradski teretni promet sve su izraženiji i sve su manje prihvatljivi.

Na kvalitetu života u gradovima u znatnoj mjeri utječe cestovni prijevoz. Ispuštanjem štetnih plinova izravno utječe na zdravlje ljudi u gradovima, a problem predstavlja i buka izazvana cestovnim prometom. Senzibilitet u pogledu buke u gradovima

¹⁷ Ibidem, p. 407.

je u porastu, a u slučaju buke koja prati teretni promet ne samo da je uzrokuje aktivna vožnja, već je uzrokovana i utovarom i istovarom robe iz teretnih kamiona.¹⁸ Uz navedene probleme, cestovni prijevoz pratiti i rast cijene goriva. Sve to ukazuje na potrebu primjene dostupnih alternativnih rješenja kao što su ekološki prihvatljiva vozila, koja omogućuju smanjenje troškova prijevoza i negativnih učinaka na okoliš.

Novе tehnologije omogućuju poboljšanja performansi ekoloških vozila pa je očito da će njihova primjena biti sve veća u budućnosti. Električna vozila ne emitiraju štetne materije, a pri upotrebi su znatno tiša od tradicionalnih vozila s unutrašnjim sagorijevanjem. No, potrebno je uzeti u obzir i probleme koji se pri njihovoj upotrebi javljaju, a koji se odnose na njihov ograničen domet i potrebu za punjenjem koju je nužno integrirati u plan obilaska krajnjih korisnika. Kao argumenti protiv upotrebe ekološki prihvatljivih vozila navode se sljedeći:¹⁹

- vozila s alternativnim pogonskim sustavima često su preskupa,
- prednosti korištenja ekoloških vozila prijevozničkim tvrtkama nisu primarna,
- pouzdanost često nije dokaziva.

Ipak, pojedini projekti primjene ekološki prihvatljivih vozila u gradskim središtima pokazali su da emitiraju puno manje topline od konvencionalnih vozila unutar iste kilometraže, pa se njihovom upotrebom može ublažiti učinak urbanog toplinskog otoka, kako bi se smanjila potrošnja energije klima uređaja, pogodujući lokalnoj i globalnoj klimi. Emisija topline električnih vozila je tek oko 20 % emisije topline konvencionalnih vozila.²⁰ Smanjenju onečišćenja pridonose i ne ispuštanjem CO₂ i smanjenjem buke.

¹⁸ Ibidem, p. 407.

¹⁹ Lewis, A., Fell, M., Palmer, D.: *Freight Consolidation Centre Study*, Department for Transport, London, 2010., prema: Kolarić, G., Skorić, L.: op. cit., p. 406-407.

²⁰ Li, C. et al.: *Hidden Benefits of Electric Vehicles for Addressing Climate Change*, Scientific Reports, vol. 5, no. 9213, 2015., p. 1., <https://www.nature.com/articles/srep09213.pdf> (17.05.2022.)

3.3. IZAZOVI DOSTAVE U GRADSKA SREDIŠTA

Kako je prethodno navedeno dostava u gradska središta značajan je izvor prometne zagušenosti i onečišćenja zraka. Procjenjuje se da gospodarska vozila u prometu čine oko 20 % ukupno prijeđenih kilometara vozila u gradu, a njihov relativni doprinos onečišćenju zraka je i veći, oko 25 % ukupne emisije stakleničkih plinova, zbog starenja voznog parka.²¹ To ukazuje na veliku važnost dostave u gradovima. Međutim, krajnja faza dostave, odnosno “last-mile” dostava pokazuje nisku razinu učinkovitosti. Procjenjuje se da su troškovi “last-mile” dostave oko 40 % ukupnih logističkih troškova.²² Niska učinkovitost dostave pojašnjava se da se prijevoznici moraju kretati i raditi u vrlo složenom urbanom okruženju koje nije prilagođeno njihovom poslovanju. Male brzine kretanja u urbanom području, ograničenja veličine vozila i vremenska ograničenja prijevoznih ruta uzrokuju visoku potrošnju resursa u dostavi u gradskim središtima. Učinkovitost opskrbnog lanca pogoršavaju i ograničenja pristupa i vremenski okviru koje nameću lokalne vlasti i krajnji korisnici. Udaljenost od distribucijskih centara do korisnika je povećana posljednjih godina zbog premještanja bučnih i teških dostavnih aktivnosti u naselja izvan gradskih središta. Prema istraživanju provedenom u Parizu, udaljenost koju vozač treba prijeći od distribucijskog centra do prvog klijenta na dostavnoj ruti povećala se za 10 km u posljednjih 30 godina.²³ Jedan od glavnih izazova je i smanjenje broja neuspjelih isporuka pri prvom pokušaju do kojih dolazi kada prijevoznik dođe do kuće kupca, a nema nikoga tko bi preuzeo paket. Ta se stopa kreće oko 20 % u europskim gradovima, te prisiljava vozača da ponovi isporuku bez naplate dodatne naknade kupcu.

Problemi su dodatno potaknuti rastom online trgovine koji utječe na dinamičan rast obujma dostave. Takav dinamičan rast sustav dostave ne može učinkovito pratiti. Pogodnosti online kupnje doprinose fragmentiranosti potražnje, odnosno manji broj pošiljaka češće se naručuje što utječe na povećanje prometa teretnih vozila. Osim toga, e-kupci su sve zahtjevniji, posebno u pogledu rokova dostave (isporuka na kućnu adresu u istom danu ili 24 sata).

Vidljivo je, dakle, da je dostava u gradska središta suočena s velikim brojem izazova, što navodi na potrebu promjena u sustavu dostave.

²¹ Bachofner, M. et al.: *City logistics: Challenges and opportunities for technology providers*, Journal of Urban Mobility, vol. 2, no. 100020, 2022., p. 1, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667091722000085> (19.05.2022.)

²² Ibidem, p. 1.

²³ Ibidem, p. 2.

4. “LAST-MILE” DOSTAVA KAO SASTAVNI DIO URBANE LOGISTIKE

Rast online prodaje i isporuka na zahtjev kupca ukazuje na sve veću važnost analiziranja i isticanja temeljnih značajki “last-mile” dostave u okviru prometne politike gradova i urbane logistike. Aktualiziranje problematike dostave na posljednjoj milji dovodi do novih saznanja o važnosti “last-mile” dostave i njenom odnosu s drugim podsustavima urbane logistike.

4.1. TEMELJNE ZNAČAJKE URBANE LOGISTIKE

Logistika kao pojam ima više značenja, te se upotrebljava u različitim područjima ljudskog djelovanja. I u samom podrijetlu pojma logistika mogu se uočiti različita značenja, na što ukazuje trostruko podrijetlo, u osnovi grčke riječi “lego” (zamisliv) i “logik” (proračunat, logički misleći) te francuske riječi “loger” (kratkotrajno zbrinjavanje gosta ili vojnika i njegovo smještanje u stambenu prostoriju).²⁴ U novijom povijesti pojam logistika svoju je upotrebu našao u vojnom području, te je označavao sve aktivnosti vezane uz potporu vojnim snagama. Uz to se veže pojam logistike izveden iz francuske riječi “loger”, a vojnom logistikom je obuhvaćen prijevoz, konak i opskrba vojnih trupa te prijevoz, skladištenje i održavanje vojnih dobara.²⁵ Potrebno je, međutim, istaknuti da u tom značenju pojam logistike seže dalje u povijest, te se veže uz bizantskog cara Leontosa iz X. stoljeća, a upotrebljavao se i u XVII. i XVIII. stoljeću u Francuskoj u okviru vojnih aktivnosti kao i tijekom drugog svjetskog rata. Iz vojnog područja širi se i na druge sfere ljudskog djelovanja. U 20. stoljeću se afirmira i razvija u civilnim i gospodarskim sektorima. Na početku 21. stoljeća učinkovita logistika povezuje poslovne subjekte s domaćim i međunarodnim tržištima, te utječe na učinkovitost globalnih vrijednosnih lanaca proizvodnje i konkurentnost gospodarstva zemlje unutar tih vrijednosnih lanaca.²⁶ Logistiku se u ekonomskom smislu promatra kao najvažniji aspekt rasta međunarodne

²⁴ Segetlija, Z.: *Uvod u poslovnu logistiku*, Ekonomski fakultet Sveučilišta “Josipa Jurja Strossmayera” u Osijeku, Osijek, 2002., p. 9.

²⁵ Ibidem, p. 9.

²⁶ The World Bank: *Performance and Prospects of Global Logistics: Keynote speech at the CaiNiao Global Smart Logistics Conference*, <https://www.worldbank.org/en/news/speech/2017/05/22/performance-and-prospects-of-global-logistics> (4.06.2022.)

trgovine. Definira se kao strateško upravljanje transportom i skladištenjem resursa, komponenti, dovršenog inventara i povezanih tokova informacija kroz tvrtke i marketinške kanale, čime se državama omogućuje trgovina industrijskim, poljoprivrednim i raznim drugim potrošačkim proizvodima na globalnom tržištu.²⁷ Općenito, logistika obuhvaća sve aktivnosti u postavljanju, osiguranju raspoloživosti i praćenju svih resursa, koje su potpora ili pretpostavka odvijanju svih tijekova unutar promatranog sustava.²⁸ Logistika se promatra kao proces potpore temeljnim procesima u okviru određenog sustava. Urbano područje je, također, jedan od takvih sustava. U skladu s tim, urbanom logistikom su obuhvaćene sve aktivnosti koje čine potporu temeljnim procesima koji se odvijaju unutar urbanog područja.²⁹

Definicija urbane logistike ovisna je o aspektu njenog promatranja i istraživanja. U novije vrijeme pogledi na urbanu logistiku stavljaju je u kontekst utjecaja na okoliš i održivi razvoj. Definira se kao proces optimizacije transportnih i logističkih aktivnosti unutar urbanih područja, uzimajući u obzir utjecaj na okoliš, zagušenje prometa, potrošnju energije te ostale negativne utjecaje.³⁰ S aspekta njezinog obuhvata, urbana logistika je veoma široko područje koje uključuje interakciju između poduzeća, te između poduzeća i klijenata, a uključuje veoma veliki broj dionika i gospodarskih subjekata. Sasvim je jasno da moderni gradovi ne mogu funkcionirati bez urbane logistike, kojom je omogućena dostava pošte i paketa, opskrba trgovaca na malo, prikupljanje i odvoz otpada, prijevoz građevinskog materijala i strojeva te povezivanje vrijednosnih lanaca.

Značaj koji urbana logistika ima na početku 21. stoljeća vidljiva je i iz činjenice da je jedna od ključnih tema unutar paketa urbane mobilnosti Europske komisije. Europska unija je jedna od najurbaniziranijih regija svijeta, s više od 75,2 % stanovništva u urbanim područjima u 2021. godini s tendencijom rasta.³¹ U tako visoko urbaniziranom društvu rastući su i problemi opskrbe, povećanog gradskog teretnog prometa, uključujući visoke emisije i zagađenje uzrokovani zagušenjem prometa, što dovodi i do visokih troškova koje

²⁷ Yaythilaka, R. et al.: *Gross domestic product and logistics performance index drive the world trade: A study based on all continents*, Plos One, vol. 17, no. 3, 2022., p. 1, file:///C:/Users/X/Downloads/journal.pone.0264474.pdf (4.06.2022.)

²⁸ Mutadžija, M.: *Nova paradigma urbane logistike*, Suvremena trgovina, vol. 46, no. 2, p. 49, <https://issuu.com/st-1-2015-online/docs/suvremena-trgovina-2-2021> (4.06.2022.)

²⁹ Ibidem, p. 49.

³⁰ Ibidem, p. 50.

³¹ European Union Urban Population 1960-2022, <https://www.macrotrends.net/countries/EUU/european-union/urban-population> (1.06.2022.)

europsko gospodarstvo opterećuju s oko 100 mlrd. eura godišnje. Vozila za urbanu logistiku čine tek oko 15 % ukupnog prometa, ali doprinose s oko 25 % u ukupnoj emisiji CO₂ te između 30 i 50 % čestica i dušikovih oksida (NO_x) u zraku gradova. Osim toga vozila urbane logistike sudjeluju neproporcionalno u sudarima s fatalnim posljedicama. Istraživanje provedeno u Londonu pokazalo je da su teška teretna vozila, kao samo jedna komponenta urbane logistike koja sudjeluju s oko 4 % londonskog prometa, uključena u 53 % smrtnih slučajeva biciklista, pri čemu je 78 puta veća vjerojatnost da će biciklisti poginuti u nesreći koja uključuje teška vozila u odnosu na automobil.³²

Urbana logistika je ključna u funkcioniranju grada i sastavni je dio urbanog prometa, što ukazuje na potrebu njenog učinkovitog upravljanja. Tome u prilog ide i činjenica da urbana područja funkcioniraju kako bi zadovoljili potrebe svojih građana, sadašnjih i budućih generacija. Stoga je cilj svakog urbanog područja postizanje održivosti. Kako bi se to osiguralo nužno je poboljšanje svih ključnih aspekata, pa i urbane logistike.

Urbana logistika povezuje ključne sastavnice urbanih područja kako bi u međusobnoj povezanosti djelovali kao cjelina, a neke od tih sastavnica su: mobilnost, energija, zdravlje, industrija, obrazovanje, stanovanje, gospodarstvo i dr.³³ Učinkovito upravljanje urbanim područjima treba rezultirati kvalitetom stanovanja, života i rada ljudi na određenom području, što između ostalog podrazumijeva osiguranje nesmetane mobilnosti s jednog na drugi dio urbanog područja, pristup zdravstvenim uslugama, pristup obrazovanju i dr. Osim toga, nužno je osiguranje komunalne infrastrukture, smanjenje zagađenja ispuštanjem stakleničkih plinova u atmosferu, bukom i dr. Ključna potpora osiguranju tih aktivnosti je, upravo, urbana logistika. U tom kontekstu, urbanu logistiku se promatra kao suma svih pojedinačnih aktivnosti koje se odvijaju unutar pojedinih sastavnica grada, pa se identificiraju i različite vrste logistike koje služe kao potpora aktivnosti unutar određene sastavnice, primjerice, transportna logistika, medicinska logistika, obrazovna logistika i dr.³⁴ Te pojedinačne logistike potrebno je optimizirati unutar urbane logistike i međusobno povezati sve sastavnice grada u cjelinu kao bi se oblikovao učinkovit sustav.

³² Sustainable Urban Logistics, A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-carbon economy, Interreg Europe, European Union, European Regional Development Fund, 2020., p. 4, https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/inline/Sustainable_urban_logistics.pdf (4.06.2022.)

³³ Mutadžija, M.: op. cit., str. 51.

³⁴ Ibidem, str. 51.

Urbana logistika se, dakle, može promatrati i kroz sustavni pristup u kojem se naglasak stavlja na međusobnu ovisnost svih podsustava unutar sustava urbane logistike. Upravo tako funkcionira i urbano područje, kroz međuovisnost njegovih sastavnica. Dostava “last-mile” je, također, jedna od sastavnica funkcioniranja urbanog područja, koja pridonosi smanjenju prometa velikih teretnih vozila u urbanim središtima i održivoj urbanoj logistici.

4.2. “LAST-MILE” DOSTAVA UNUTAR SUSTAVA URBANE LOGISTIKE

Logistika tereta u gradovima jedna je od ključnih sastavnica za funkcioniranje urbanog područja. Posebice je to došlo do izražaja tijekom pandemije Covid-19 bolesti koja je utjecala na povećanje online trgovine i dostave na kućni prag. U 2020. godini dostave korisnicima povećane su u Europskoj uniji za 25 % zbog pandemije, što je utjecalo i na povećanje “last-mile” dostave.³⁵ Prisutan trend sve većeg individualiziranja proizvodnje i trgovine, uz dinamičan rast isporuka manjih pošiljaka i potreba kupaca koji postaju sve zahtjevniji, daje sve veći značaj “last-mile” dostavi u urbanim područjima, čime se aktualizira ovaj segment urbane logistike.

4.2.1. Pojam i značajke “last-mile” dostave

Izraz “last-mile” vuče korijen iz telekomunikacijske industrije, a odnosi se na završni dio telekomunikacijske mreže. U suvremenom poimanju, pojam “last-mile” vezuje se uz posljednji segment procesa dostave, koji je često najskuplji, najmanje učinkovit segment opskrbnog lanca i s ekološkim problemima koji zahtijevaju hitnu intervenciju. “Last-mile” dostava je posljednja etapa u usluzi dostave između poslovnog subjekta i potrošača pri čemu se pošiljka isporučuje primatelju, bilo na kućnu adresu primatelja ili na sabirnom mjestu.³⁶ Rane definicije “last-mile” dostave uglavnom su bile usko povezane uz proširenje

³⁵ Komunikacija komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija, Novi okvir EU-a za gradsku mobilnost, COM(2021) 811 final, Strasbourg, 2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0811&from=EN> (9.06.2022.)

³⁶ Roel, G., Eddy Van de, V., Thierry, V.: *Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context*, City Distribution and Urban Freight Transport, 2011., doi:10.4337/9780857932754.00009 (9.06.2022.)

lanca opskrbe izravno do krajnjeg potrošača, odnosno usluge dostave potrošačima na kućnu adresu.³⁷ Također je u upotrebi i nekoliko sinonima, primjerice, “last-mile” opskrbni lanac, posljednja milja, zadnja milja, kućna dostava, distribucija poslovnog subjekta izravno potrošaču i dr.

Unatoč razlikama u definiranju “last-mile” dostave, definicije konvergiraju oko zajedničkog razumijevanja da je riječ o posljednjem dijelu procesa isporuke. No, postojeće definicije nisu uzimale u obzir složenost koja proizlazi iz e-trgovine, te se uočavaju propusti u definiranju podrijetla, isključivanje procesa ispunjavanja narudžbi u trgovini i/ili nespacificirana odredišta (ili krajnje točke), uključujući obuhvat sabirnog mjesta dostave kao opcije prijema pošiljke. Početna točka “last-mile” je narudžba potrošača kojom se aktivira proces narudžbe, a nakon toga proizvodi se jednostavno dodjeljujući potrošačima koji su ih naručili. Odredišnu točku diktira potrošač, a podrazumijeva mjesto isporuke narudžbe. Odabir odredišne točke može biti kuća odnosno ured naručitelja, poštanski sandučić ili neka druga unaprijed određena točka dostave. U tom kontekstu “last-mile” logistika je posljednji dio usluge dostave paketa od poslovnog subjekta do potrošača, a odvija se od točke na kojoj je aktivirana narudžba potrošača (mjesto skladištenja, npr. centar za isporuku, mjesto proizvođača ili maloprodajna trgovina) do željene odredišne točke krajnjeg primatelja.³⁸ Tijekom vremena je došlo do nadopune postojećih definicija u skladu s trendovima e-trgovine i tehnološkim inovacijama koje su omogućile dostavu komunikacijskih i medijskih usluga, te isporuku proizvoda, hrane, i drugih potrepština kupcima u gusto naseljenim urbanim područjima. Pojam “last-mile” dostave može se shvatiti kao krovni pojam široke lepeze različitih usluga otpreme, te nije ograničen samo na primopredaju paketa. Ono što je bitno kod definiranja “last-mile” dostave je da se ona odnosi se na kratku geografsku udaljenost koja se mora prijeći kako bi se korisnicima pružila usluga dostave.

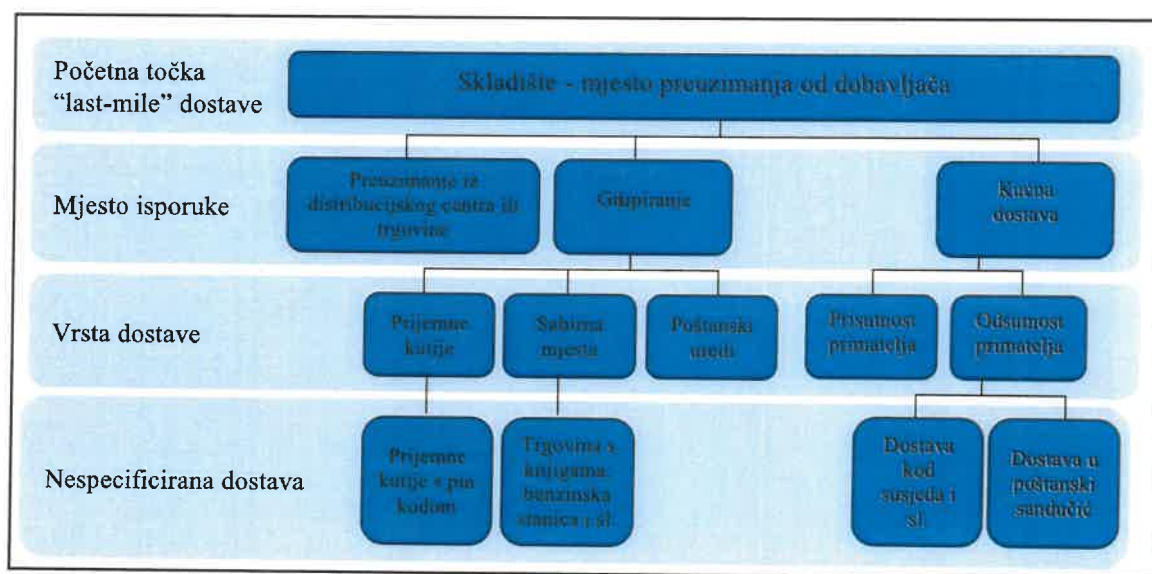
“Last-mile” dostava u fokusu je trgovaca koji svoje proizvode nude putem e-trgovine. Kupci zahtijevaju brzu dostavu proizvoda online, a trgovci koji uz male ili nikakve troškove za kupca mogu zadovoljiti njihove potrebe ostvaruju konkurentsku

³⁷ Lim, S.F.W.T., Srari, J.S., Jin, X.: *Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Forthcoming, no. 1, 2017., p. 4, doi:10.1108/IJPDLM-02-2017-0081 (9.06.2022.)

³⁸ Ibidem, p. 5.

prednost. Amazon, najveća svjetska online trgovina, primjerice, za distribuciju proizvoda i usluga koje kupci naručuju online, koristi usluge trećih osoba za isporuke paketa svojim klijentima preko “last-mile” dostave, ali je i u procesu izgradnje vlastite distribucijske mreže koja bi udovoljila zahtjevima rastuće potražnje, i time smanjila troškove dostave i postigla veću konkurentnost.³⁹ S ciljem smanjenja troškova “last-mile” dostave, maloprodajne trgovine nastoje svoje distribucijske centre postaviti što bliže urbanim zonama.

Široko prihvaćeno shvaćanje je da se termin odnosi na sve one logističke aktivnosti koje su povezane s distribucijom pošiljaka, primjerice, paketa s robom naručenih putem Interneta privatnim kupcima na kućnu adresu u urbanim područjima.⁴⁰ Prema tom shvaćanju, “last-mile” dostava počinje kada pošiljka dođe na početnu točku unutar urbanog područja, odnosno, kada dođe u centralno skladište nakon transporta na dugoj relaciji, a završava kada pošiljka uspješno stigne do željene odredišne točke krajnjeg kupca (shema 1).



Shema 1. Proces “last-mile dostave”

Izvor: Gevaers, R., Vanelslande, T.: *Characteristics and typology of last mile logistics from an innovation perspective in a n urban context*, u: *City distribution and urban freight transport, multiple perspectives*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2011., p. 56. (56-71), <https://www.researchgate.net> (7.06.2022.)

³⁹ Amazon is spending big to take on UPS and FedEx, CNBC, <https://www.cnbc.com/2021/04/30/amazon-is-spending-big-to-take-on-ups-and-fedex.html> (9.06.2022.)

⁴⁰ Boysen, N., Fedtke, S., Schwerdfeger, S.: Last-mile delivery concepts: *OR Spectrum*, vol. 43, 2021., p. 3., <https://link.springer.com/article/10.1007/s00291-020-00607-8#Tab1> (7.06.2022.)

Na temelju prethodnih definicija i sheme 1, u procesu “last-mile” dostave identificiraju se tri osnovne procesne faze: skladištenje, transport i primopredaja. Uzimajući u obzir navedene faze, specifični koncept “last-mile” dostave može se precizno definirati lancem procesnih faza skladištenja i transporta, gdje svaki lanac počinje u skladištu i završava elementom primopredaje. Najrašireniji koncept dostave, primjerice, gdje dostavljač dostavnim kombijem vozi na ruti ka domu kupaca koji osobno preuzimaju svoje praćene pošiljke na kućnom pragu, mogu se prikazati sljedećim lancem: skladište – transport.– dostavljač – kućni prag.⁴¹

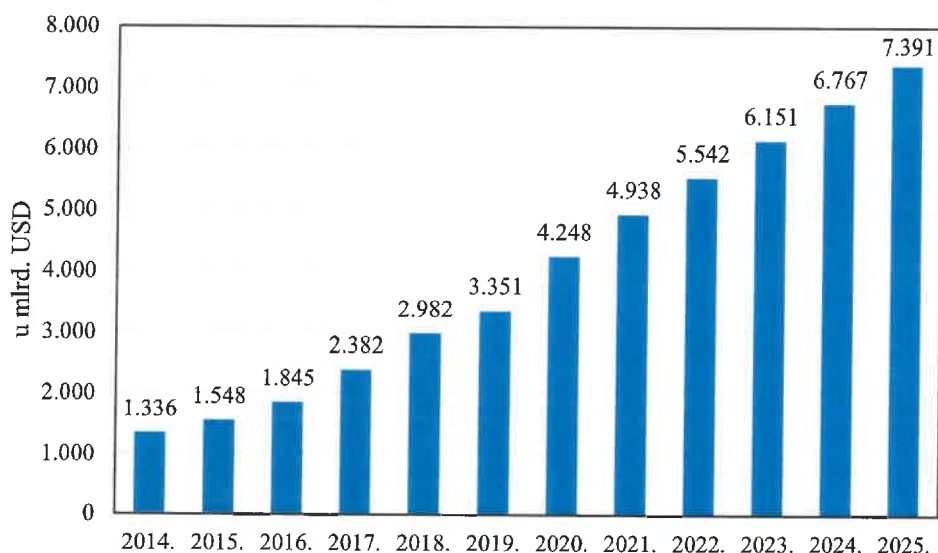
Osim prednosti koja se u prvom redu očituje u dostavi naručenog proizvoda kupcu na kućna vrata, “last-mile” dostava ima određene nedostatke. Ti nedostaci se u prvom redu očituju u doprinosu zagušenja prometa u gradskim zonama, povećanje onečišćenja gradskih zona bukom, ispuštanjem stakleničkih plinova i dr. Zbog toga se sve veći naponi usmjeravaju ka zamjeni tradicionalnih načina dostave, primjerice dostave dostavnim kombijima alternativnim načinom dostave kao što su dronovi, roboti za dostavu i dr.

4.2.2. Tržište “last-mile” dostave

Tržište “last-mile” dostave pokazuje dinamičan rast. Urbanizacija i e-trgovina, dva su ključna globalna trenda koja utječu na sve veći rast potražnje za uslugama “last-mile” dostave. E-trgovina je u stalnom porastu, te se sve više komercijalne robe naručuje putem Interneta. U 2014. godini vrijednost e-trgovine iznosila je 1.336 mlrd. USD, a u 2021. godini 4.938 mlrd. USD.⁴² Pandemija Covid-19 bolesti i mjere zabrane kretanja stanovništva kako bi se spriječilo širenje bolesti dodatno su potaknuli rast e-trgovine i potražnje za uslugom “last-mile” dostave, te je u 2020. godini e-trgovine porasla u odnosu na 2019. godinu za 897 mil. USD ili za 26,8 %, dok je u 2021. godini uočeno usporavanje tog rasta. Prema procjenama, međutim, e-trgovina bi u 2025. godini trebala biti za oko 50 % veća u odnosu na 2021. godinu (grafikon 1).

⁴¹ Ibidem, p. 3.

⁴² Chevalier, S.: *Global retail e-commerce sales 2014-2025*, Statista, <https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/> (17.06.2022.)



Grafikon 1. Kretanje e-trgovine u maloprodaji na globalnoj razini 2014.-2020. i procjena za 2021.-2025. godinu

Izvor: Chevalier, S.: *Global retail e-commerce sales 2014-2025*, Statista,

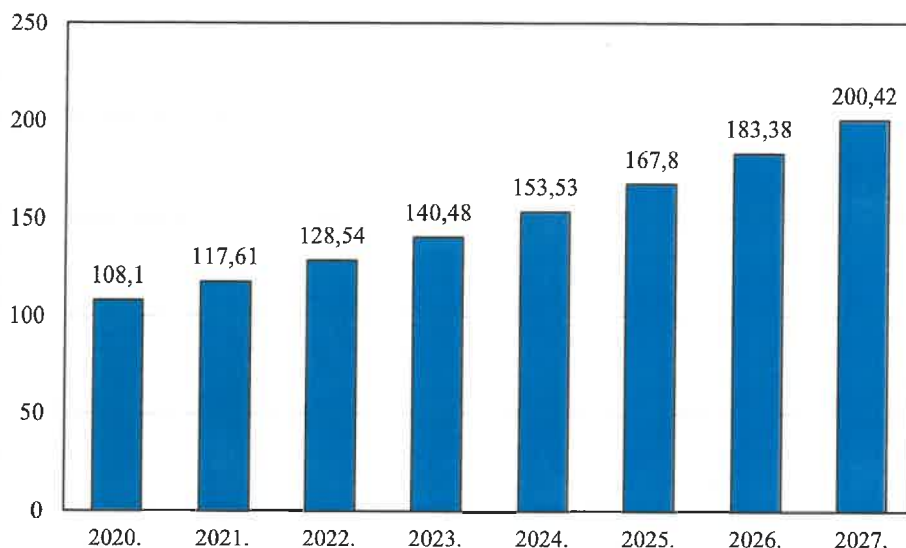
<https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/> (17.06.2022.)

Porast geografske koncentracije i sve veći broj online narudžbi po osobi dovodi, dakle, do stalnog povećanja količine paketa kojima je potrebno rukovati. U Njemačkoj je, primjerice u 2021. godini obrađeno 3,9 mlrd. paketa, što je u usporedbi s 2011. godinom povećanje za 95 %, a predviđa se da će do 2024. godine biti potrebno obraditi 5,1 mlrd. pošiljaka (paketa, ekspresnih i kurirskih pošiljaka) u usporedbi s 2,47 mlrd. u 2011. godini.⁴³

Globalno tržište “last-mile” dostave u 2021. godini doseglo je vrijednost od 117,61 mlrd. USD, što je u odnosu na 2020. godinu rast od 8,8 %, a očekuje se da će do 2027. godine dosegnuti vrijednost od 200,42 mlrd. USD⁴⁴, odnosno rast od 85,4 % u odnosu na 2020. godinu (grafikon 2).

⁴³ Janson, M.: *Parcel shipments reach new record*, Statista, <https://de.statista.com/infografik/9992/in-deutschland-von-den-paket-und-kurierdiensten-befoerderten-sendungen/> (17.06.2022.)

⁴⁴ Placek, M.: *Last mile delivery market size worldwide 2020-2027*, Statista, <https://www.statista.com/statistics/1286612/last-mile-delivery-market-size-worldwide/> (17.06.2022.)



Grafikon 2. Vrijednost tržišta “last mile” dostave na globalnoj razini 2020.-2021. i procjena za 2022.-2027. godinu

Izvor: Placek, M.: *Last mile delivery market size worldwide 2020-2027*, Statista, <https://www.statista.com/statistics/1286612/last-mile-delivery-market-size-worldwide/> (17.06.2022.)

Iz navedenog je vidljivo da urbanizacija i e-trgovina oblikuju trendove na tržištu “last-mile” dostave. S rastom e-trgovine u budućnosti rasti će i potražnja za uslugom “last-mile” dostave.

4.2.3. Odnos “last-mile” dostave i drugih podsustava urbane logistike

Urbana područja su suočena s rastom zagušenosti prometa, dijelom potenciran rastom isporuke robe naručene putem Interneta. “Last-mile” dostava postala je ključni izvor diferencijacije tržišta, motivirajući trgovce na malo na ulaganje u inovacije u isporuci robe potrošačima, kao što je kupnja-online-preuzimanje u trgovini, rješenja za autonomnu dostavu, ormariće i besplatnu dostavu uz minimalnu razinu kupnje. S druge strane, potrošačima “last-mile” dostava nudi praktičnost i fleksibilnost. Iz tih razloga usluge dostave istog dana i na zahtjev dobivaju sve veći značaj kod kupovine namirnica, unaprijed pripremljenih obroka ili kupovine maloprodajne robe. Kako bi zadovoljili potrebe kupaca, dostavljači paketa povećavaju ulaganja u urbane i automatizirane distribucijske centre.⁴⁵ U tom kontekstu “last-mile” dostava, kao posljednja karika u lancu dostave proizvoda od

⁴⁵ Lim, S.F.W.T., Srari, J.S., Jin, X.: op. cit., p. 1.

proizvođača, odnosno trgovca do kupca, u interakciji je s drugim podsustavima urbane logistike.

“Last-mile” je najkritičniji proces u logistici e-trgovine s obzirom da uključuje dovršetak dostave artikla kupcu. Istovremeno, “last-mile” zahtijeva i najveće troškove u logističkom poslovanju, jer je pod utjecajem različitih varijabli, od kojih su mnoge neovisne o trgovcima, kao što su lokacija kupca u odnosu na skladište ili distribucijski centar, broj isporuka u tranzitu, gužve u gradskom prometu, ograničenja koja nameću gradska pravila i dostupnost kupaca. Potrošači zahtijevaju veću pouzdanost i učinkovitost te isporuku isti dan i praćenje pošiljke.

“Last-mile” dostava je sastavni dio usluge teretnog prijevoza. Kao dio cestovnog prometa, “last-mile” dostava ima značajan negativan utjecaj na održivost urbanog razvoja, prepoznat kao fragmentirani i najmanje učinkovit dio lanca opskrbe robom. “Last-mile” dostavu karakterizira velika ovisnost o lokalnim uvjetima i infrastrukturnim ograničenjima (npr. prostori za istovar) i trendovima za povećanje potražnje za uslugama, složenosti i neučinkovitosti.⁴⁶

U slučaju da je isporuka isti dan, nužno je da je predmet fizički na maloj udaljenosti od potrošača. To dovodi do porasta potražnje za urbanim skladištima na lokacijama koje će omogućiti brzu dostavu robe kupcima. Prednosti gradskih skladišta su i što trgovcima omogućuju bliži pristup tržištu rada. Mikroskladišta u gradovima omogućuju bržu dostavu robe kupcima, bolje upravljanje zalihama te smanjenje vremena isporuke. Istovremeno smanjuju stopu raspoloživih poslovnih prostora povećavajući popunjenost poslovnih prostora u gradovima. “Last-mile” dostavu paketa karakterizira visoki stupanj usitnjenosti toka paketa, korištenje manjih vozila i niska razina iskorištenosti kapaciteta vozila. Te značajke smanjuju učinkovitost “last-mile” dostave. Potrebno je, također istaknuti da se “last-mile” dostava suočava s ograničenom prometnom infrastrukturom u usporedbi s visokom potražnjom za prijevozom. Ograničavajući čimbenik učinkovitosti “last-mile” dostave je i velika gustoća naseljenosti urbanih područja i povezano, visoka razina zabrinutosti za okoliš.

⁴⁶ Bosona, T.: *Urban Freight Last Mile Logistics – Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review*, Sustainability, vol. 12, no. 12, 2020., p. 3, doi:10.3390/su12218769 (14.05.2022.)

Ubrzani rast e-trgovine poremetio je globalni lanac opskrbe i transformirao transportne mreže. Izazovi uključuju veliku potražnju u segmentu mješovite robe i odjeće gdje dostava u roku od jednog dana ili manje postaje standard. Godinu 2021. obilježio je globalni nedostatak transportnih kapaciteta i ograničen broj dostavljača. Pružatelji logističkih usluga nastoje dostavu izvršiti izvan razdoblja najvećeg prometa u gradovima, kako bi smanjili zagušenost prometa i emisije stakleničkih plinova. Upravljanje gradskim teretnim prijevozom uključuje brigu za okoliša, poboljšanje kvalitete zraka, sigurnost na cestama te, u konačnosti, održivost gradskih područja. U gradovima koji prikupljaju tzv. zelene poreze, u planiranje “last-mile” dostave potrebno je uključiti izračune za nove i postojeće operacije koje opslužuju više kupaca putem isporuke. Nužna je i suradnja urbanista s pružateljima logističkih usluga kako bi razvili integrirane koncepte kojima se usklađuje ponuda s ostalim elementima urbanog života. U urbanom planiranju potrebno je više pozornosti dati logistici.

4.3. KONCEPTI “LAST-MILE” DOSTAVE

U primjeni su različiti koncepti “last-mile” dostave, koji se uspješno primjenjuju u svakodnevnom poslovanju. Tradicionalni i trenutno najvažniji koncept je dostava kombijem od trgovca ili skladišta do kućnog praga kupca. U svrhu rasterećenja urbanog područja od prekomjernog dostavnog prometa, primjenjuje se i koncepti temeljeni na decentraliziranim mikroskladištima i teretnim biciklima, posebice u najužim gradskim središtima. U upotrebi su i sabirna mjesta na kojima se uspostavlja samoposluživanje za korisnike, kako bi davatelji dostavnih usluga smanjili obveze svojih zaposlenika vezane uz praćenu dostavu na kućnu adresu. U ovom dijelu rada daje se uvid u navedene koncepte “last-mile” dostave.

4.3.1. Dostava vozilima

Koncept dostave koji se primjenjuje u cijelom svijetu za obradu velike većine pošiljaka temelji se na dostavnim vozilima (najčešće kombijima) koji polaze iz konsolidacijskog centra, a svaki od njih vozi dostavljač. Dostavljač dolaskom na određeno mjesto ili u njegovoj neposrednoj blizini, zaustavlja vozilo uz cestu, prilazi kući kupca i

izravno mu predaje paket putem praćene kućne dostave. Ovaj koncept opisuje se na sljedeći način: skladište – kombi – čovjek – kuća. Na slici 1 dan je prikaz: a) skladišta i sortirnice paketa, b) sortiranja paketa i 3) vozila dostavne službe.



a)

b)

c)

Slika 1. a) skladište i sortirnica paketa, b) sortiranje paketa i 3) vozilo dostavne službe

Izvor: Boysen, N., Fedtke, S., Schwerdfeger, S.: Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective, *OR Spectrum*, vol. 43, 2021., str. 7, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00291-020-00607-8> (20.04.2022.)

Proces “last-mile” dostave dostavnim vozilima može se opisati na sljedeći način. Pošiljke naručene putem Interneta namijenjene urbanom području stižu u konsolidacijsko skladište (slika 1a), obično iz drugih skladišta ili čvorišta. Nakon što kamion pristane na mjesto istovara u skladištu, otvaraju se prikolice, a pošiljke se sukcesivno istovaruju na pokretnu traku. U svrhu smanjenja fizičkog napora radnika prilikom istovara, skladišta mogu imati teleskopske transportere koji se mogu produžiti duž prikolice. Transporteri povezuju središnji sustav sortiranja, koji je često transporter u obliku petlje sastavljen od nagibnih ladica (slika 1b). Primatelji pošiljaka se automatski prepoznaju, npr. OCR softverom ili skeniranjem barkoda, te se svaka pošiljka stavlja u zasebnu ladicu koje, potom, kruže kroz terminal. Kada pošiljka prođe žlijeb namijenjen posebnom području pošiljke, ladica se nagnje i pošiljka klizi prema sabirnoj točki. Na tom mjestu dostavljač, koji opslužuje određeno područje, može utovariti sve prikupljene pakete u svoj kamion (slika 1c) smješten pored sabirnog mjesta. Većina kurira paketa razvrstavaju i pohranjuju sve pošiljke prema ruti dostave kombija, tako da vozač može preuzimati jednu pošiljku za drugom s polica kombija bez dodatnog napora pretraživanja. U primjeni su i softverska rješenja koja služe kao podrška dostavljačima pri optimaliziranju plana putovanja i utovara

paketa u vozilo. Optimalizacija planova uključuje odlučivanje o smjeru i rasporedu vozila na lokaciji potražnje koju treba opslužiti, kao i na lokaciji utovara.⁴⁷

Nakon što je kombi utovaren, usmjerava se iz skladišta te posjećuje određena odredišta utovarenih paketa. Problemi prisutni u urbanim područjima odnose se na nedostatak parkirnih mjesta uz cestovni rub, čime se povećava rizik vozača od kazni za prekršaje parkiranja ili dugotrajnih šetnji i neuspjelih prvih isporuka, pa se paketi isporučuju alternativnim primateljima u susjedstvu koji se nalaze na svojim adresama ili se paketi vraćaju u skladište radi preuzimanja od strane kupaca ili kasnijeg pokušaja isporuke.⁴⁸ Neki kuriri, također, nude kupcima mogućnost predaje povrata proizvoda dostavljačima, tako se i operacije preuzimanja trebaju integrirati u obilasku dostave.

Velika logistička poduzeća često "last-mile" dostavu prepuštaju malim poduzetnicima koji obavljaju ovaj dio logistike prijevoza. Kako ne bi svakodnevno ispočetka planirali svoje rute obilaska kupaca čije pakete otpremaju, dostavljači često dijele područje koje opslužuje skladište na manja područja koja opslužuju za neko određeno vrijeme. Usluga se na svakom području pruža prema obrascu dostave koji se ponavlja, primjerice, jednom dnevno, obilazak jednog kombija i dr. Time se ujedno smanjuju troškovi koji nastaju u "last-mile" dostavi.

Imajući na umu ekološke probleme koji nastaju u "last-mile" dostavi motornim vozilima, u primjeni su alternativna rješenja, poput ekoloških vozila, koja omogućuju smanjenje troškova prijevoza i negativne učinke na okoliš. Činjenica je, međutim, da ekološka i urbana politika utječu i na poslovanje logističkih službi, što zahtijeva ne samo ispunjavanje očekivanja kupaca već i prilagodbu logističkih operacija zahtjevima tržišta te uzimanje u obzir zahtjeve zaštite okoliša i razvoj upravljanja opskrbnim lancima u urbanom području. Koncepti organizacije grada i općeg upravljanja veliki naglasak stavljaju na sprječavanje ekoloških rizika, kao što su prekomjerna zagušenja i velika emisija CO₂, smanjenje štetne buke i prenapučenost. Neupitna je činjenica postojanja opasnosti za zdravlje i život stanovnika gradova, posebice u velikim aglomeracijama, koje proizlaze iz velikog onečišćenja zraka i vode kao posljedice rada različiti djelatnosti i

⁴⁷ Allen, J. et al.: *The scope for pavement porters: addressing the challenges of last-mile parcel delivery in London*, Transportation Research Record: Journal of The Transportation Research Board, no. 2672, 2018., p. 1, doi:10.1177/0361198118794535 (18.06.2022.)

⁴⁸ Boysen, N., Fedtke, S., Schwerdfeger, S.: op. cit., p. 8.

poduzeća, pa i logističkih poduzeća. Stoga izazov za logistička poduzeća u “last-mile” dostavi predstavlja pomiriti probleme vezane uz dostavu i politiku gradskih vlasti koja ograničavaju pristup središnjim točkama grada zbog onečišćenja okoliša, buke i smoga uzrokovanim prekomjernim prometom. Stoga se korištenje vozila na električni pogon ili hibridnih vozila u “last-mile” dostavi vide kao moguće rješenje.

4.3.2. Dostavni bicikli

Koncept “last-mile” dostave dostavnim biciklima svoje mjesto posebice nalazi u najužim gradskim centrima gdje su gustoća naseljenosti i promet najveći pa se nastoje pronaći alternativni načini isporuke koji bi zamijenili tradicionalna dostavna vozila.

Teretni bicikli na isključivo ručni ili električni pogon (slika 2) ili kombinacijom obaju dobro su etablirana dostavna vozila, a njihova uspješna primjena u svakodnevnim poslovima odražava se na njihovu primjenu u sve većem broja europskih gradova, Antwerpen (Belgija), Beč (Austrija) (slika 2), Pariz (Francuska) i dr. Glavna im je prednost što mogu osigurati dostavu do kupaca koji žive u područjima s ograničenim pristupom (npr. pješačke zone) i gdje su prisutni problemi s parkiranjem.⁴⁹



Slika 2. Električni bicikl namijenjen “last-mile” dostavi u Beču

Izvor: DPD Austria launches “City Hub” parcel shop in Vienna, <https://postandparcel.info/76021/news/dpd-austria-launches-city-hub-facility-in-vienna/> (17.06.2022.)

⁴⁹ Boysen, N., Fedtke, S., Schwerdfeger, S.: op. cit., p. 14.

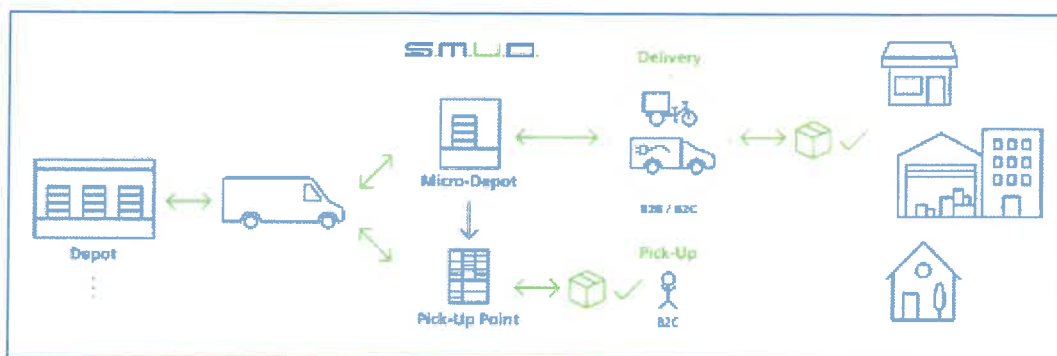
S obzirom da su kapaciteti teretnih bicikala puno manji od kapaciteta dostavnih vozila, potrebno ih je više puta nadopunjavati dodatnim pošiljkama tijekom dana. Kako bi se izbjeglo dugotrajno vraćanje u središnje skladište, teretni bicikli se obično nadopunjuju pošiljkama putem mreže decentraliziranih mikro skladišta. Mikro skladište može biti garaža na parkiralištu, utovarno mjesto u trgovini ili prikolica (slika 3). Konkretno, prikolice nude dodatnu mogućnost premještanja mobilnog skladišta na drugo parkirno mjesto tijekom dana, tako da se prazni povratni putovi za dopunjavanje teretnih bicikala mogu smanjiti.



Slika 3. Pokretno mikro skladište

Izvor: Verlinde, S. et al.: Does a Mobile Depot Make Urban Deliveries Faster, More Sustainable and More Economically Viable: Results of a Pilot Test in Brussels, *Transportation Research Procedia*, no. 4, 2014., doi:10.1016/j.trpro.2014.11.027 (17.06.2022.)

Za dostavu pošiljaka prema mikro skladištima (ili za njihovu nadopunu tijekom dana) koriste se dostavni kombiji, tako da se rješava zadatak dostave u dva sloja: kombiji do mikroskladišta i, odatle, teretni bicikli do kupaca. Glavni lanac isporuke o kojem se govori u ovom kontekstu je skladište – dostavni kombi – mikro skladište – bicikl – kupac. Primijenjeni koncept “last-mile” dostave iz skladišta logističkog operatera do kupca uz preuzimanje u mikro skladištu i dostava biciklima do kupca ili preuzimanje pošiljke u mikro skladištu može se prikazati slikom 4.



Slika 4. Koncept “last-mile” dostave iz zajedničkog mikro skladišta za gradsko preuzimanje i dostavu električnim biciklima

Izvor: *Shared micro depot for urban pickup and delivery, S.M.U.D.*, Urban Mobility, https://eit.europa.eu/sites/default/files/stakeholderevent_summary.pdf (17.06.2022.)

4.3.3. Samoposluživanje

Dostava na kućnu adresu uz pratnju najdugotrajniji je, a time i najskuplji način predaje paketa. Dostavljač mora najaviti dolazak, zaustaviti se kod svakog kupca, otići do kućnih vrata, i nadati se da je netko kod kuće. Ako dostavljač nije našao kupca ili nekog drugog kod kojeg bi mogao ostaviti paket, paket se ili vraća za drugi pokušaj dostave u kasnijem vremenu ili za samostalno preuzimanje kupca u sabirnom centru, mikro skladištu ili nekom drugom mjestu određenom za preuzimanje pošiljke. Alternativno, dostavljač pokušava pronaći susjeda da tamo dostavi paket. Neuspješni pokušaji isporuke stvaraju dodatni napor i potencijalni su izvor nezadovoljnih kupaca. Zbog toga davatelji usluga “last-mile” dostave nastoje organizirati samoposluživanje korisnika i racionalizirati poslovanje. Kod primjene ovog načina primopredaje paketa, veći broj paketa za različite kupce donosi se u decentralizirani objekt koji je lako dostupan korisnicima. Takav decentralizirani objekt može biti ili skladište za pakete ili to može biti preuzimanje u nekoj trgovini. Pod trgovinom se misli na decentraliziranu jedinicu za prikupljanje u kojoj pošiljke za više kupaca preuzima i s njima rukuje osoba koja pruža usluge. To može biti trgovina duhanskim proizvodima ili mala trgovina koja služi kao skladište paketa, ali i recepcija velike poslovne zgrade ili fitness centra ili može biti trgovina online prodavatelja najbliža kupcu. Kao primjer samoposluživanja u “last-mile” dostavi može se navesti preuzimanje paketa u poslovnicu online prodavatelja, poput modnih brendova (Zara i dr.) koji kupcima daju mogućnost preuzimanja online narudžbi u njihovim poslovnicama, Tisak plus d.o.o., također nudi uslugu Tisakpak, koja omogućava slanje i preuzimanje

paketa s Tiska kioska na Tisak kiosk, pa online narudžbe kupac može preuzeti na kiosku Tiska i dr. U literaturi je identificirano nekoliko načina isporuke paketa u “last-mile dostavi” izvan kuće naručitelja:⁵⁰

- poštanski sandučići – trajno pričvršćeni na zid izvan kuće kupaca, koji imaju pristup korištenjem ključa ili električnog koda. Kupce se može obavijestiti o isporuci putem mobilnog telefona ili e-pošte,
- sandučići za dostavu – u vlasništvu trgovca ili dostavne službe. Roba se u sandučić napuni u distribucijskom skladištu, a zatim se privremeno pričvrsti na kuću kupca uz pomoć uređaja za zaključavanje pričvršćenog na zid na sigurnom mjestu unutar kupčeve adrese. Prazne sandučice ili sandučice s povratom robe preuzima dostavna služba ili u sklopu zasebnog prikupljanja ili kao dio sljedeće isporuke,
- sustavi kontroliranog pristupa – omogućuju dostavljačima pristup zaključanom prostoru u kojem ostavljaju pošiljku. Ključ može biti na mjestu dostavne jedinice kojemu dostavljač može pristupiti uz unošenje pristupne šifre te tako otvoriti naznačeno mjesto isporuke kako bi dostavio pošiljku,
- sabirno mjesto – odnosi se na korištenje lokacija koje nisu kućna adresa kupca ne koje se roba dostavlja (najbliži poštanski ured, trgovina ili benzinska postaja i dr.). Robu dostavlja trgovac na malo ili njegov prijevoznik do sabirnog mjesta te se kupca obavještava da je njegova narudžba spremna za preuzimanje,
- ormarići za pakete – čine skupinu prijamnih ormarića, smještena izvan prostorija kupca, na frekventnim mjestima, stambenim blokovima, na radnim mjestima, parkiralištima, željezničkim kolodvorima i dr. Ormarići imaju elektroničke brave s promjenjivim kodom otvaranja i mogu se koristiti za različite kupce različitim danima. Mogu biti namijenjeni jednoj dostavnoj službi ili ih može koristiti više dostavnih službi. Kupci mogu biti obaviješteni porukom o tome kada je njihova isporuka stigla, broju i mjestu ormarića te kodu za njegovo otvaranje. Ormarići za pakete zahtijevaju da kupac prijeđe posljednju dionicu putovanja paketa. Međutim, ormarići su obično smještaju na najbližu lokaciju kupca.

⁵⁰ Iwan, S., Kijewska, K., Lemke, J.: *Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution – The Results of the Research in Poland*, Transportation Research Procedia, no. 12, 2016., p. 646., https://www.researchgate.net/publication/299460301_Analysis_of_Parcel_Lockers'_Efficiency_as_the_Last_Mile_Delivery_Solution_-_The_Results_of_the_Research_in_Poland (19.06.2022.)

Razvojna faza ormarića za pakete su samoposlužni aparati – paketomati. Paketomati se obično postavljaju na mjesta s visokom frekvencijom ljudi. To su stacionarni strojevi za dostavu bez nadzora koji su u upotrebi 24 sata dnevno. Pohranjuju pakete koje preuzimaju korisnici koji se mogu identificirati putem nekog integralnog terminala, a često omogućavaju i slanje paketa. Posebice su pogodni za kupce koji nisu kod kuće tijekom uobičajenog vremena dostave tradicionalnih kurirskih službi, te pružaju prikladnu alternativu za obradu pošiljaka u određeno vrijeme. Temeljna značajka paketomata u usporedbi s tradicionalnom uslugom dostave paketa je znakovito smanjenje broja isporuka i izostanak povrata isporuka u skladište zbog odsutnosti primatelja.⁵¹ Ako kupac želi uslugu ormarića za pakete dostave, narudžbom usmjerava dolazeći paket u paketomat na lokaciji koja njemu odgovara. Paketomat sadrži niz pretinaca različitih dimenzija, a u slučaju da dimenzije pretinca ne odgovaraju dimenziji paketa, paketi se mogu preusmjeriti u poštanski ured.⁵²

Paketomate je u Hrvatskoj uvela Hrvatska pošta u 2021. godini u sklopu usluge Paket24. Paketomat (slika 5) omogućava preuzimanje i slanje paketa 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu.⁵³



Slika 5. Paketomat Hrvatske pošte d.d.

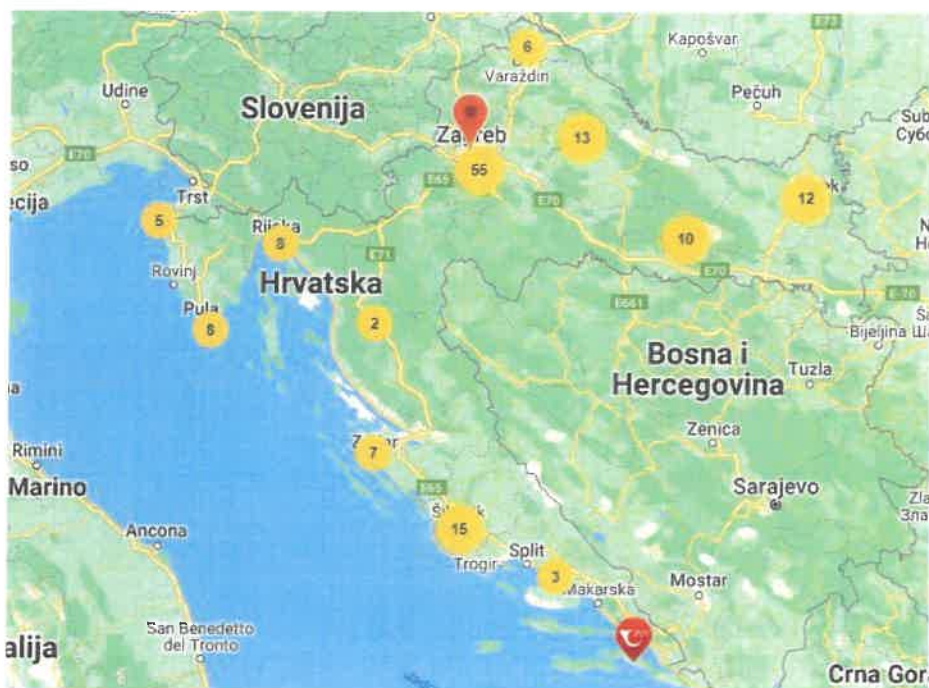
Izvor: Hrvatska pošta, <https://www.posta.hr/paketomat/8672> (17.06.2022.)

Uslugu paketomata Hrvatske pošte koriste e-trgovine poput Žutog Kliku, Zalanda, Zare, Notina, Ferivija i dr. Do lipnja 2022. godine postavljeno je više od 148 paketomata, a u planu ih je postaviti 300. Na slici 6 dan je uvid u rasprostranjenost paketomata Hrvatske pošte d.d. u Republici Hrvatskoj.

⁵¹ Iwan, S., Kijewska, K., Lemke, J.: op. cit., p. 647.

⁵² *Paketomat*, Hrvatska pošta, <https://www.posta.hr/paketomat/8672> (18.06.2022.)

⁵³ Ibidem.



Slika 6. Raspored paketomata Hrvatske pošte d.d.

Izvor: Hrvatska pošta, <https://www.posta.hr/paketomat/8672> (17.06.2022.)

Pošiljka koja se putem Hrvatske pošte dostavlja na paketomatu uručuje se naručitelju u roku od četiri radna dana. Osim pošiljaka koje su adresirane na paketomat, putem paketomata isporučuju se i pošiljke koje su bile upućene na dostavu, ali primatelj nije bio zatečen, ili ako zbog nekog drugog razloga nije bilo moguće uručiti pošiljku primatelju. Primatelj se putem SMS-a ili e-pošte obavještava o adresi paketomata na kojem i u roku koje može podignuti svoju pošiljku.⁵⁴ Osim Hrvatske pošte d.d., usluge dostave paketa putem paketomata nudi i Tisak plus d.o.o. u sklopu usluge Tisak paket. Ova usluga dostupna je korisnicima u različitim varijantama. Tako je moguće pakete kreirane online poslati s paketomata na paketomat, ili s kioska Tiska na paketomat, ili s paketomata na kiosk Tiska.⁵⁵ Usluga obuhvaća slanje paketa težine do 15 kg, besplatnu ambalažu, rok isporuke 2-4 dana, te plaćanje usluge karticom. Pri tome je omogućeno i praćenje paketa.

U usporedbi s dostavom na kućnu adresu, grupna dostava paketa više kupaca na decentraliziranu lokaciju za preuzimanje, poput paketomata, omogućava uštede dostavljačima, smanjenje rukovanja sve većom količinom paketa, snižava troškove dostave i

⁵⁴ Uvjeti korištenja samouslužnih aparata Paketomata, HP Glasnik, vol. 38, no. 6, 2021., https://www.posta.hr/UserDocsImages/posta/Dokumenti/2021/28_HP_Glasnik_6_-_2021_-_Uvjeti_koristenja_samousluznih_aparata_Paketomata.pdf (18.06.2022.)

⁵⁵ Tisak paket, <https://www.tisakpaket.hr/hr-HR/usluge/S-kioska-na-kiosk.html?Y2lcOTc%3D> (16.06.2022.)

rasterećuje radnu snagu. No, s druge strane, samoposlužni kupci se odriču pogodnosti dostave na kućnu adresu te moraju putovati do mjesta preuzimanja. To može odgoditi konačni primitak pošiljke i zahtijevati poticaje, poput nižih usluga dostave, kako bi se kupce motiviralo na sudjelovanje u samoposluživanju. Nadalje, napor davatelja usluge vezani uz dostavu na kućnu adresu moraju se zamijeniti dodatnim putovanjem kupaca prema samoposlužnoj lokaciji. Iz ekološke perspektive promatrano, samoposluživanje ne mora nužno donijeti smanjenje prometne zagušenosti i ekološke koristi, ono ovisi o tome hoće li se kupac morati dodatno voziti automobilom od svog doma do samoposlužnog mjesta ili će mu mjesto preuzimanja biti usputna stanica u svakodnevnom kretanju. Ipak, istraživanje koje je proveo Odjel za robotiku i mehatroniku AGH Sveučilišta znanosti i tehnologije u Krakovu (Poljska) u listopadu 2013. godine pokazao je da kurirska služba InPost pomoću ormarića za pakete može isporučiti 600 paketa, i pri tome prevaliti 70 km u jednom danu u usporedbi sa 60 paketa i 150 km u tradicionalnom sustavu dostave (tablica 1).

Tablica 1. Usporedba dostave putem ormarića za dostavu i kurirske dostave U realizaciji kurirske službe InPost (Poljska)

| | Dostavljač | InPost ormarići za pakete |
|---|------------|---------------------------|
| Broj km tijekom dostave, dnevno | 150 | 70 |
| Broj paketa isporučen tijekom dana | 60 | 600 |
| Emisija CO ₂ ; tona godišnje | 32.500 | 1.516 |
| Godišnja potrošnja goriva, l | 22.500.000 | 1.050.000 |
| Rezultati, u % | 100 | <5 |

Izvor: Iwan, S., Kijewska, K., Lemke, J.: *Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution – The Results of the Research in Poland*, Transportation Research Procedia, no. 12, 2016., p. 651., https://www.researchgate.net/publication/299460301_Analysis_of_Parcel_Lockers'_Efficiency_as_the_Last_Mile_Delivery_Solution_-_The_Results_of_the_Research_in_Poland (19.06.2022.)

Podaci u tablici 1 pokazuju ekološke prednosti “last-mile” dostave putem ormarića za pakete u odnosu na tradicionalnu dostavu na kućni prag. Kako bi se postigle uštede “last-mile” dostave putem ormarića za pakete nužno je ormariće smjestiti na mjesta kojima su kupcima usputna, kao što su trgovački centri, pješačke zone s velikim prometom ljudi u središtu grada, autobusne stanice, predvorja benzinskih postaja, poslovni centri i dr. Istraživanje koje je provela kurirska služba InPost premještanjem ormarića za pakete s lokacija koje su imale nisku razinu dostave paketa na mjesta većeg protoka ljudi u Szczecinu pokazalo je da je prosječan broj paketa dostavljenih na 17 ormarića za pakete

iznosio 335 paketa mjesečno, a nakon što je pet ormarića koji su pokazivali vrlo nisku razinu korištenja premješten na novu lokaciju i uz postavljenje jednog dodatnog ormarića za pakete broj dostavljenih paketa povećan je na 443 dostave mjesečno, odnosno za 32 %.⁵⁶ Korištenje ormarića za pakete, dakle, u velikoj mjeri ovisi o njihovoj lokaciji i udaljenosti u odnosu na kupce.

DHL Express, dio njemačke logističke tvrtke Deutsche Post, s isporukom većom 1,818 mlrd. paketa godišnje u 220 zemalja i područja svijeta, te više od 380.000 zaposlenih, vodeći je logistička tvrtka na tržištu usluge dostave paketa u Europi.⁵⁷ Ovaj logistički operater prve je stanice za pakete (paketomate) u Njemačkoj postavio 2003. godine s ciljem postavljanja 15.000 paketomata do 2023. godine. U 2021. godini bilo ih je više od 8.200, a planovi koji se odnose na gotovo udvostručenje paketomata do 2023. godine rezultat su povećane potražnje za ovog uslugom.⁵⁸ Konkurencija nema tako razvijenu mrežu paketomata. Primjerice, Hermes Germany i DPD zajednički upravljaju s oko 30 automatiziranih paketomata na željezničkim stanicama u Hamburgu. Osim toga, postoje i druge lokacije paketomata u stambenim zgradama. I drugi logistički operateri i online trgovci uključeni su projekt postavljanja paketomata. Online trgovac Amazon, koji također dostavlja pakete, također nudi uslugu dostave samoposluživanja paketa, tzv. "Amazon Locker", kako se nazivaju paketomati, te ih u Njemačkoj ima nekoliko stotina, a većina ih je dostupna 24 sata. Logistički operateri ističu potrebu zajedničkog rješenja dostave paketa samoposluživanjem u "last-mile" dostavi, koja ne bi bila ograničena samo na jednu dostavnu tvrtku, već bi kao zajednička stanica za pakete služila cijeloj dostavnoj industriji. U tom slučaju kupci ne bi trebali obilaziti različite lokacije paketomata ovisno o dostavnoj tvrtki.

Prodavaonice za preuzimanje, odnosno decentralizirane samoposlužne trgovine, također su jedan od alternativnih načina "last-mile" dostave samoposluživanjem. Glavna prednost ovog načina dostave je što nije potrebna uspostava dodatne mreže skladišta za pakete. Umjesto toga, postojeće trgovine nude usluge dostave. Nadalje, mnogi kupci preferiraju ljudsku interakciju koju trgovine nude. Nedostatak ovog načina dostave je što ovisi o radnom vremenu trgovine. Vodeći logistički operater na tržištu dostave paketa u

⁵⁶ Iwan, S., Kijewska, K., Lemke, J.: op. cit., p. 652.

⁵⁷ DHL, <https://www.dhl.com/hr-hr/home/o-nama/globalni-network.html> (17.06.2022.)

⁵⁸ The Latest News, <https://gettotext.com/from-8200-to-at-least-15000-dhl-almost-doubles-the-number-of-packing-stations/> (17.06.2022.)

trgovinama u Njemačkoj je Hermes Germany GmbH. S više od 18.000 zaposlenih i 817 mil. pošiljaka u 28 europskih zemalja, vodeći je njemački neovisni pružatelj logističkih usluga za privatne korisnike.⁵⁹ Ima više od 16.000 trgovina za pakete (engl. *ParcelShiop*) što ga svrstava u logističke operatere s najvećom europskom nacionalnom mrežom prijavnih ureda za privatne pošiljke paketa. Hermes uslugu dostave nudi u najbližem kiosku, pekari, pa i kemijskoj čistionici, te se oslanja na osobni kontakt sa svojim kupcima i radno vrijeme koje zadovoljava potrebe ljudi kojima zbog radnih obveza ne odgovara dostava na kućnu adresu. Prema podacima Hermesa, svaki treći B2C paket u Njemačkoj isporučuje Hermes, a 99 % pošiljaka stiže na vrijeme i sigurno do primatelja.⁶⁰ Hermes svojim korisnicima nudi isporuku pošiljke do četiri puta bez naplate, što ovu uslugu čini jedinstvenom u Njemačkoj, a putem integriranog elektroničkog informacijskog sustava i klijenti i krajnji korisnici mogu u potpunosti pratiti svoju pošiljku od trenutka narudžbe putem Interneta do krajnje faze dostave.

Vidljivo je, dakle, da su u primjeni različiti načini samoposluživanja u “last-mile” dostavi, koji omogućuju logističkim operaterima racionalizaciju posljednje faze dostave paketa, a kupci mogu koristiti uslugu koja najviše odgovara njihovim potrebama.

4.3.4. Primjeri dobre prakse, tzv. zelene dostave

Logistički operatori sve se više fokusiraju na ekološki prihvatljivu politiku. Opće pretpostavke održive strategije poslovanja logističkih operatera su stvaranje “zelenog” imidža tvrtke i uvođenja ekoloških rješenja u logističko poslovanje. Glavni cilj je djelovati u smjeru smanjenja emisije ugljičnog dioksida i smanjenja potrošnje električne energije i vode u poslovanju poduzeća. Tzv. “zeleni” opskrbeni lanac fokusiran je prvenstveno na proekološke isporuke u “last-mile” dostavi do modernizacije transporta i optimizacije isporuke te implementaciji inovativnih transportnih sredstava za distribuciji.

Većina logističkih operatera u urbanoj logistici vide priliku za razvoj inovativnih rješenja u dostavi paketa. Kao primjer može se navesti globalni njemački logistički operater Dachser. Tvrtka posluje preko 42 svoje podružnice širom svijeta. U 2021. godini

⁵⁹ Hermes Germany GmbH, <https://www.hermesworld.com/int/about-us/hermes-group/hermes-logistik-gruppe-deutschland/> (18.06.2022.)

⁶⁰ Ibidem.

ova je tvrtka zapošljavala 31.756 djelatnika i ostvarila prihod od 7,1 mlrd. eura, te je prevezla više od 83,6 milijuna pošiljaka.⁶¹ U 2015. godini jednu od novih ideja Dachser je implementirao tzv. el-carritos, tj. malo električno vozilo s prikolicom (slika 7) za prijevoz malih paketa u gradsko središte s puno pješaka i vrlo uskih i zavojitih ulica iz kojeg je isključen automobilski promet.



Slika 7. Električno vozilo El-carritos

Izvor: Szyczyk, K., Kadlubek, M.: *Challenges in general cargo distribution strategy in urban logistics – comparative analysis of the biggest logistics operator in EU*, Transportation Research Procedia, vol. 39, 2019., p. 529. (525-533)

Vozilo El carritos je testirano u Malagi u Španjolskoj, uglavnom za potrebe modnih trgovina. Naime, u samom središtu grada je oko 14 % ukupnog broja modnih trgovina Malage. Dachser u Španjolskoj upravlja mrežom zbirnih pošiljki te ima strogo definirane standarde i vremenske rute. Međutim, lokalni uvjeti u gradovima starim tisuću godina kao što je Malaga onemogućavaju primjenu modernih logističkih standarda. “Last-mile” dostava u tim gradovima zahtijeva fleksibilne, nekonvencionalne metode kako bi se postigla maksimalna učinkovitost. Kapacitet automobila je ograničen, a brzina mu je svega 7 km/h kad je potpuno natovaren, no ima radijus okretanja od samo 1,65 m, što je znatna prednost kretanja u takvim uvjetima. Automobil se noću parkira u garaži gdje se puni gorivom za sljedeći radni dan priključen na električnu utičnicu. Baterija od 48 V omogućava 72-satno korištenje automobila. Imajući na umu ekološke prednosti dostave ovim vozilom (bez emisije CO₂ i buke) ideja je bila pozitivno prihvaćena.

⁶¹ *Dachser in figures 2021.*, <https://www.dachser.com/en/> (18.06.2022.)

Osim električnog vozila, Dachser je testirao i električne bicikle kao rješenje za prijevoz i distribuciju pošiljaka u “last-mile” dostavi u zgusnutim gradskim jezgrama gdje nisu dopuštena vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem (slika 8). Ovi dostavni bicikli na električni pogon za “last-mile” dostavu mogu prevoziti robu ukupne težine 250 kg, te imaju priliku postati alternativna vozila koja ne zauzimaju puno prostora i ne generiraju ispušne plinove. Motocikli su testirani u Stuttgartu, Parizu i Pragu. U svrhu povećanja učinkovitosti “last-mile” dostave, te primjene alternativnih vozila, Dachser koristi i mikro skladišta iz kojih vozila uzimaju pošiljke za dostavu.



Slika 8. Dachserov električni dostavni bicikl “last-mile” dostave

Izvor: Szymczyk, K., Kadlubek, M.: *Challenges in general cargo distribution strategy in urban logistics – comparative analysis of the biggest logistics operator in EU*, Transportation Research Procedia, vol. 39, 2019., p. 530. (525-533)

Pilot projekt upotrebe električnog dostavnog bicikla započeo je u Pragu 2020. godine u četvrti Prag 1, u sklopu pilot projekta kojeg su pokrenule gradske vlasti u Pragu razvijajući s logističkim operaterima rješenje zamjene dijela dostavnih vozila na fosilna goriva teretnim biciklima, a u svrhu smanjenja emisije stakleničkih plinova i prometnog zagušenja u središtu Praga. Svako jutro kamioni dovoze dnevne isporuke pošiljaka iz podružnice Dachsera u Kladu, smještenu 30 km zapadno od Praga, u mikro sabirno skladište za bicikle u blizini središta grada, dizajnirano za dostavu paketa električnim teretnim biciklom (mikro skladišta Florenc i Anděl). Isporuke se, potom pojedinačno dostavljaju teretnim biciklima na električni pogon. U kasnijim fazama projekta planira se postepeno proširenje koncepta na gradske četvrti Prag 4, Prag 5 i Prag 7, uz podršku električnih kamiona za teške i glomazne pošiljke paleta. Glavni primatelji dostave bili bi uglavnom modne trgovine ljekarne i trgovine medicinskim potrepštinama. Procjenjuje se

da bi postupna zamjena malih konvencionalnih dostavnih vozila bila održivo rješenje za rasterećenje prometa u Pragu te da bi pridonijela rješenju prometnih problema u Pragu.

Dachser koristi električni teretni bicikl tvrtke Velotaxi Bring s utovarnim prostorom od 0,4 m utovara te može nositi teret veličine euro palete natovarene do visine od 1,2 m i maksimalne težine do 250 kg. U idealnom slučaju, ta bi inicijativa trebala kulminirati zonom “*Dachser Emission-Free Delivery*” na području primjene, u kojoj su različite vrste vozila integrirane u inteligentan cjelokupni koncept. Učinkovitosti pilot projekta kontinuirano se prati i ocjenjuje zajedno s operaterom mikrocentra, stručnjacima za e-bicikle (ekolo.cz), Tehničkom upravom za ceste Prag i Praškim institutom za planiranje i razvoj.

Sljedeća inovacija u “last-mile” dostavi su teški teretni električni bicikli na četiri kotača predstavljeni u 2022. godini, *E-Cargobike One*, koji se u sklopu pilot projekta koristi u pružanju logističkih usluga u Dachser podružnici u Dortmundu (slika 5).



Slika 9. Teški električni bicikl na četiri kotača za “last-mile” dostavu

Izvor: *Dachser: Neues Stückgut-Bike – ein Fahrbericht*, <https://transport-online.de/libraries/juicebox/full.html> (17.06.2022.)

Teški električni bicikl na četiri kotača u pilot projektu “last-mile” dostave logističkog operatera Dachsera visok je dva i širok 1,18 metara, kapaciteta do 300 kg. Vozilo se pokreće i zaključava “bez ključa” uz pomoć čipa, čime je olakšano svakodnevno rukovanje. Kada se vozač približi, bicikl je spreman za upotrebu.

No, inovativna rješenja logističkih operatera ne bi bilo moguće realizirati bez zajedničke suradnje logističkih operatera i gradskih vlasti koje potiču izgradnju infrastrukture kao podrške “zelenim” rješenjima. U europskim gradovima implementirani su različiti tipovi mikro skladišta (depoa) locirani u rubnim područjima središta gradova, dostupna kamionima koji dostavljaju robu do skladišta u kojima ih preuzimaju vozila prihvatljiva za kretanje u središtima gradova. Tipovi mikro skladišta su:⁶²

- mikro skladišta za teretne bicikle,
- mikro urbani konsolidacijski centri (engl. *Micro Urban Consolidation Centres*, skr. mUCC),
- pametne točke,
- kombinacija mikro urbanih konsolidacijskih centara (mUCC) i pametni točaka.

Zajedničkim mikro skladištima logističkih operatera djeluje se ka povećanju učinkovitosti isporuke robe u kratkom roku, kao i poboljšanju životnih uvjeta i urbanog okoliša. Koncepti za zajednička mikro skladišta obuhvaćaju procese “last-mile” dostave koji počinju u skladištu (skladištima) pružatelja logističkih usluga koji sudjeluju, preko mikro skladišta i mjesta preuzimanja i završavaju kod primatelja. Kao takvi, i procesi transporta i mikro skladišta unutar su sustava zajedničkog mikro skladišta za preuzimanje i dostavu u gradovima.

U Pragu su, primjerice, pokrenuta zajednička mikro skladišta za bicikle s nultom emisijom raspoređena u blizini središta Praga, iz kojih bicikli preuzimaju svoje pakete za “last-mile” dostavu. U pilot projektu grada Praga sudjeluje osam logističkih korporacija (Dachser, DHL Express, PPL, DPD, GSL, CCCB partner MessengerCZ i Rohlik.cz (najveća nacionalna online trgovina) koja mjesečno isporučuju više od 7.000 paketa iz mikro skladišta za bicikle Florenc.⁶³ Pilot projekt prvog skladište za bicikle (engl. *bike depo*) dizajniranog za dostavu paketa električnim teretnim biciklom oko središta Praga pokrenut je u studenom 2020. godine u dijelu Florenc, na stanici podzemne željeznice Florenc, koja je nekad bila privatni parking za 30 automobila (slika 5)

⁶² *Shared micro depot for urban pickup and delivery*, S.M.U.D., Urban Mobility, https://eit.europa.eu/sites/default/files/stakeholderevent_summary.pdf (17.06.2022.)

⁶³ *One delivery at a time*, Euro cities, <https://eurocities.eu/stories/one-delivery-at-a-time/> (19.06.2022.)



Slika 10. Mikro skladište Florenc u Pragu namijenjeno za “last-mile” dostavu električnim biciklima

Izvor: *The Florenc Cycle Depot named as a finalist in the 2021 EUROCITIES Awards. Another cycle depot is planned for Anděl*, <https://iprpraha.cz/stranka/3906/the-florenc-cycle-depot-named-as-a-finalist-in-the-2021-eurocities-awards-another-cycle-depot-is-planned-for-andel> (17.06.2022.)

U razdoblju od studenog 2020. do srpnja 2021. godine kuriri navedenih logističkih operatora iz skladišta Florenc na teretnim električnim biciklima isporučili su 55.860 paketa i prešli 26.545 km. Uspjeh ovog pilot projekta potaknuo je otvaranje još jednog mikro skladišta za dostavne električne bicikle u Andělu, koji je s radom počeo u rujnu 2021. godine.⁶⁴ Mikro skladišta, također trebaju poslužiti kao prezentacijski prostor za nove tehnologije u lakim električnim vozilima, poput električnih teretnih bicikala, naglašavajući njihovu funkciju kao simbola nove biciklističke kulture u gradu Pragu.

Hrvatska pošta slijedi trendove u “last-mile” dostavi te je u 2015. godini nabavila 180 električnih bicikala, kako bi povećala energetske učinkovitost voznog parka. U 2018. godini nastavljeno je s upotpunjavanjem električnog voznog parka, te je nabavljeno 20 novih lakih četverocikala na električni pogon uz sufinanciranje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti kroz projekt Zeleni i održivi transport u poštanskom prometu korištenjem električnih vozila⁶⁵. U 2019. godini vozni park je upotpunjen s dodatnih 20 lakih četverocikala, što je ukupno 220 električnih vozila. Korištenjem električnih

⁶⁴ *The Florenc Cycle Depot named as a finalist in the 2021 Eurocities Awards. Another cycle depot is planned for Anděl*, IPR Praha, <https://iprpraha.cz/stranka/3906/the-florenc-cycle-depot-named-as-a-finalist-in-the-2021-eurocities-awards-another-cycle-depot-is-planned-for-andel> (17.06.2022.)

⁶⁵ *Nabava energetske učinkovitih vozila*, <https://www.posta.hr/default.aspx?id=8209> (17.06.2022.)

četverocikala za dostavu Hrvatska pošta doprinosi smanjenju emisije CO₂ za 7,6 tona.⁶⁶ Projekt je nastavljen i u 2020. godini s nabavom 16 mopeda na električni pogon (slika 11).



Slika 11. Mopedi na električni pogon u “last-mile” dostavi Hrvatske pošte d.d.

Izvor: *Nabava energetski učinkovitih vozila*, <https://www.posta.hr/default.aspx?id=8209> (17.06.2022.)

Inovativne ideje tzv. zelene dostave u velikim europskim gradovima ovisne su o geografskim karakteristikama gradova. Primjerice, svakodnevne gužve i zastoji u središtu Londona utjecale su da zakonodavac uvede naknade za zagušenje prije gotovo 20 godina, s ciljem smanjenja prometa, poboljšanja autobusnih usluga i povećanja učinkovitosti usluge dostave. Naknada je rezultirala manjim brojem automobila na ulicama, no promjene u ponašanju potrošača dovele su do povećanja broja dostavnih vozila i Ubera, koji svakodnevno utječu na gotovo zaustavljanje prometa.

DHL u “last-mile” u Londonu koristi teretne bicikle (DHL Paracycle i DHL Cubicycle) koji se provlače kroz zaglavljene automobile na ulicama. No, problem predstavlja dostava paketa do grada kako bi ih dostavljači preuzeli za distribuciju krajnjim korisnicima. To je dovelo do povećanog broja dostavnih vozila na londonskim ulicama, te otežalo brze i pouzdane isporuke. DHL je zamijenio dostavna vozila riječnim brodovima. Rijeka Temza pruža savršenu priliku za inovacije i razvoj, te omogućava povećanje

⁶⁶ Ibidem.

učinkovitosti i brzine dostave paketa. Riječni brod svako jutro prometuje, velikom brzinom duž Temze od pristaništa Wandsworth Riverside Quarter do pristaništa Bnakside u središtu Londona. Električna vozila, nadalje, premještaju pošiljke od DHL-ovog čvorišta do pristaništa, i konačna se dostava odvija putem DHL-ovih kurirskih bicikala.⁶⁷ Usluge riječnih brodova su sastavni dio DHL-ovom programa zaštite okoliša. Cilj je svesti sve emisije povezane s logistikom na nulu od 2050. godine.

Može se zaključiti kako logistički operateri ulažu u nova, inovativna rješenja u dostavi kako bi racionalizirali poslovanje i poboljšali kvalitetu usluge, ali istovremeno i pridonijeli očuvanju okoliša.

4.4. RAZVOJ “LAST-MILE” DOSTAVE U BUDUĆNOSTI

Osim tradicionalnog načina “last-mile” dostave, u svrhu zadovoljenja zahtjeva i potreba korisnika usluge, ali i racionalizacije poslovanja dostavnih službi u posljednjoj fazi dostave eksperimentalno su u upotrebi različiti načini dostave, kao što su autonomni automobili, dronovi i dr., a patentiraju se i moguća rješenja letećih skladišta koja bi se koristila u “last-mile” dostavi.

4.4.1. Koncept autonomnih dostavnih vozila

Napredak u razvoju senzora, aktuatora i umjetne inteligencije povećao je autonomnost robota, što je utjecalo na njihovo samostalno kretanje, pa se njihova upotreba iz skladišta, tvornica i dr. prenosi na javne površine, nogostupe i zračni prostor. To rezultira i povećanom uporabom robota kao autonomnih dostavnih vozila koja obavljaju “last-mile” dostavu. Vrijednost tržišta autonomnih dostavnih robota u 2021. godini iznosilo je 42,92 mil. USD, no procjenjuje se da bi u 2030. godini moglo dosegnuti vrijednost od 274,37 mil. USD.⁶⁸

Različite robotičke platforme mogu se koristiti kao autonomna dostavna vozila, autonomni automobili, autonomne dostavne jedinice, autonomne dostavne robote i dr.

⁶⁷ Ibidem.

⁶⁸ *Autonomous Delivery Robots Market Size And Forecast*, <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/autonomous-delivery-robots-market/> (7.06.2022.)

Autonomno vozilo predstavlja naprednu tehnologiju za čije funkcioniranje nisu potrebni ljudi. S obzirom na autonomnost, mogu biti poluautonomni ili potpuno autonomni. Razina autonomnosti vozila ovisi o tehnološkoj složenosti vozila. Vladina agencija SAD-a, *National Traffic Safety Administration* (skr. NHTSA), izradila je 2013. godine prvu klasifikaciju autonomnih vozila i svrstala ih u pet razina.⁶⁹ Godine 2014. Međunarodna udruga automobilskih inženjera (engl. *Society of Automotive Engineers International*, skr. SAE) objavila je klasifikaciju autonomnih vozila u šest razina, pod nazivom SAE J3016: JAN2014 standard, koji je nadopunjen u 2016. godini te objavljen pod nazivom SAE J3016:SEP2016 standard, kojim su definirane razine automatizacije automobila, u rasponu od 0 do 5, kako slijedi:⁷⁰

- 0 – bez automatizacije vožnje,
- 1 – automatizacija vožnje uz asistenciju vozača,
- 2 – djelomična automatizacija,
- 3 – uvjetovana automatizacija,
- 4 – visoka razina automatizacije,
- 5 – potpuna automatizacija.

Kako bi mogla funkcionirati, autonomna vozila tijekom vožnje stvaraju i održavaju mapu svog okruženja korištenjem raznih senzora smještenih u različitim dijelovima vozila.⁷¹ Praćenje položaja vozila u odnosu na druga vozila u blizini omogućeno je radarskim sensorima, dok je raspoznavanje i čitanje prometne signalizacije i znakova omogućeno video kamerama ugrađenim u vozila. Osim toga, autonomna vozila su opremljena i Lidar tehnologijom senzora koja mjeri udaljenost, detektira rubnike na cesti i cestovnu signalizaciju odbijanjem pulsirajuće laserske svjetlosti od okoline. Za potrebe parkiranja koriste se ultrasonični senzori smješteni u kotačima koji detektiraju rubnjake i druga vozila, dok sofisticirani softver obrađuje prikupljene senzorske informacije, te crta putanju vozila i šalje instrukcije aktuatorima, koji kontroliraju ubrzanje, kočenje i upravljanjem vozila.⁷² Poštivanju prometnih pravila te kretanju unutar prepreka softveru pomažu upisana pravila, algoritam namijenjen obilaženju prepreka, prediktivno

⁶⁹ Pavić, M.: *Autonomna cestovna vozila*, BUG, 19.04.2021., <https://www.bug.hr/transport/autonomna-cestovna-vozila-robote-vozi-polako-20775> (17.06.2022.)

⁷⁰ Ibidem.

⁷¹ Stančerić, T.: Što je autonomna vožnja, <https://www.globallogic.com/hr/about/news/kako-funkcioniraju-autonomna-vozila-i-koji-su-jos-izazovi-pred-nama/> (20.06.2022.)

⁷² Ibidem.

modeliranje te prepoznavanje objekata. Autonomna vozila su u fazi razvoja, kao i njihova primjena u “last-mile” dostavi. Istraživanja uključuju različite vrste autonomnih cestovnih vozila, kao što su autonomni dostavni automobili, autonomne dostavne kapsule, autonomne dostavne jedinice, autonomni dostavni roboti i dr.

Europska unija je Uredbom (EU) 2019/2144 Parlamenta i Vijeća Europe dala definicije automatiziranog i potpuno autonomnog vozila. Automatizirano vozilo je motorno vozilo konstruirano i izrađeno kako bi se autonomno kretalo tijekom određenog razdoblja bez stalnog nadzora vozača, ali u odnosu na koje se intervencija vozača ipak očekuje ili je potrebna, dok je potpuno automatizirano vozilo motorno vozilo konstruirano i izrađeno kako bi se kretalo autonomno bez ikakvog nadzora vozača.⁷³ Unatoč danim definicijama, u literaturi je uvriježen pojam autonomno vozilo. Većina autonomnih vozila na tržištu su u biti u razinama automatizacije od 1 do 4, koriste osobu na mjestu vozača, koriste komunikacijsku vezu s oblakom ili drugim vozilima, te su nesamostalna u odabiru odredišta ili rute dosega. Zbog toga bi pojam “automatiziran” dao bolji opis navedenih koncepata vozila. Engleski pojmovi za autonomno vozilo su *self-driving car* ili *autonomous vehicle*, *autonomous cars*, *sidewalk delivery robot* i dr. U skladu s danim definicijama, pojmom autonomna dostavna vozila obuhvaćena su vozila koja dostavljaju pakete i druge pošiljke kupcima bez intervencije dostavljača.

Ocado Group, britanska maloprodajna tvrtka, u 2017. godini je testirala autonomnu dostavu korištenjem autonomnog dostavnog vozila *CargoPod* za “last-mile” dostavu u Londonu (slika 12). Testiranje je provedeno u stambenom području kompleksa Royal Arsenal Riverside u okrugu Greenwichu, u sklopu projekta GATEway (engl. *Greenwich Automated Transport Environment*) s fokusom na “last-mile” dostavu, usredotočenom na što učinkovitiju dostavu robe kupcima, povezujući distribuciju i prometna čvorišta bez emisija i buke.

Projekt GATEway razmatra učinak automatiziranih vozila na dostavu robu, kao i na kretanje ljudi u urbanom okruženju. Nosivost autonomnih dostavnih kapsula je 125 kg. Lokacija na kojoj je obavljeno testiranje omogućila je mapiranje kružne rute za *CargoPod*, čime je omogućen pristup velikom broju adresa primatelja. U pilot projektu sudjelovali su kupci Ocadoa, koji su porukama na telefonu ili pozivom u skladu sa svojim uobičajenim

⁷³ Ibidem.

preferencijama dostave, dobivali obavijesti o vremenu isporuke i lokaciji dostavnog vozila. Po dolasku vozila, kupac je otvorio sigurnosni ormarić u kojem se nalazila njegova narudžba, uzeo svoju torbu za dostavu i odnio je kući. Za potrebe ispitivanja sudjelovao je i sigurnosni vozač koji je imao mogućnost preuzeti kontrolu nad CargoPod u slučaju potrebe u bilo kojem trenutku. Agent tvrtke Ocado je, također, bio prisutan kako bi kontaktirao s kupcima tijekom procesa i dobio povratne informacije putem posebno kreirane ankete koja je dala uvid u percepcije kupaca o dostavi autonomnim vozilom. Ovaj model pruža mogućnost 'vozačima' da se više fokusiraju na korisničku podršku, obavještavaju kupce o dostavi njihove narudžbe i obavljaju administrativne poslove dok je vozilo u pokretu.⁷⁴

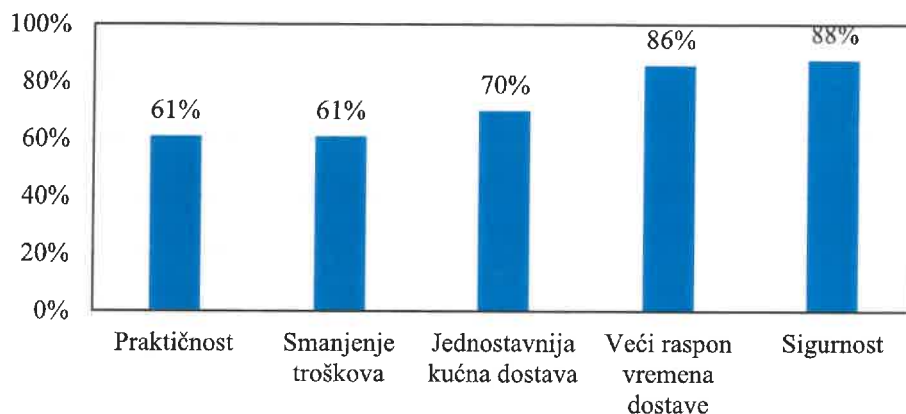


Slika 12. Autonomno dostavno vozilo tvrtke Ocado Group

Izvor: *Ocado trials self-driving deliveries in London*, <https://www.itpro.co.uk/strategy/28963/ocado-trials-self-driving-deliveries-in-london> (14.06.2022.)

Rezultati ankete pokazali su izrazito pozitivnu percepciju korisnika o pruženoj usluzi (96 %), pri čemu se 86 % sudionika složilo s tvrdnjom da bi usluge bez vozača omogućile fleksibilniju isporuku u širem rasponu sati i dana, 88 % sudionika vjeruje da bi usluga bila sigurna, a 70 % je izjavilo da bi takva dostava olakšala organizaciju dostave na kućnu adresu (grafikon 3).

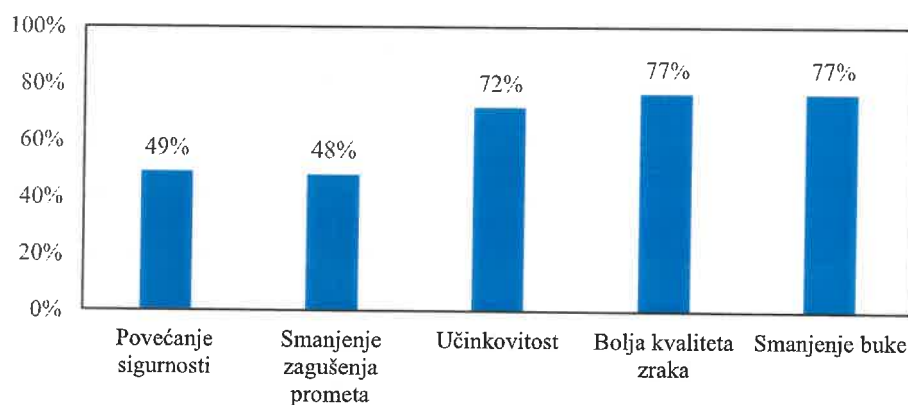
⁷⁴ *GATEway, Greenwich Automated Transport Environment, This is Just the Beginning Positioning the UK at the forefront of automated mobility*, TRL, Inonovate UK, Centre for Connected & Autonomous Vehicles, 2017., p. 12, https://trl.co.uk/Uploads/TRL/Documents/D1.3_GATEway-Project-Final-Report-brochure.pdf (28.05.2022.)



Grafikon 3. Percepcije sudionika o prednostima autonomne dostave

Izvor: GATEway, Greenwich Automated Transport Environment, *This is Just the Beginning Positioning the UK at the forefront of automated mobility*, TRL, Inonovate UK, Centre for Connected & Autonomous Vehicles, 2017., p. 12, https://trl.co.uk/Uploads/TRL/Documents/D1.3_GATEway-Project-Final-Report-brochure.pdf (28.05.2022.)

Većina sudionika GATEway projekta nije imala ništa protiv što sami nose svoje artikle od dostavnog vozila do kuće, no izrazili su zabrinutost da bi potrošači s ograničenom mobilnošću imali problema kod takve dostave. To je ukazalo na potrebu daljnjeg istraživanja u području autonomne dostave, kako bi se osmislili modeli dostave i za korisnike s ograničenom mobilnošću. Popularnost i prihvaćanje autonomnih dostavnih vozila djelomično će ovisiti o percepciji javnosti o korisnosti ovakvog oblika dostave za same potrošače i zajednicu u cjelini, uključujući poboljšanje kvalitete zraka i smanjenje buke i zagušenja prometa, u odnosu na tradicionalnu dostavu. Percepcija sudionika GATEway projekta o korisnosti autonomnih dostavnih vozila za zajednicu prikazana je grafikonom 3.



Grafikon 4. Percepcije sudionika o prednostima autonomne dostave

Izvor: GATEway, Greenwich Automated Transport Environment, *This is Just the Beginning Positioning the UK at the forefront of automated mobility*, TRL, Inonovate UK, Centre for Connected & Autonomous Vehicles, 2017., p. 12, https://trl.co.uk/Uploads/TRL/Documents/D1.3_GATEway-Project-Final-Report-brochure.pdf (28.05.2022.)

Kako je vidljivo iz grafikona 4 većina sudionika u projektu GATEway smatra da će upotreba autonomnih dostavnih vozila pridonijeti smanjenju buke i poboljšanju kvalitete zraka te povećanju učinkovitosti dostave. S ciljem demonstriranja šireg potencijala modela *CargPod*, razvijeno je cjelovito, virtualno simulirano okruženje Royal Borough of Greenwich, što je doprinijelo povećanju jednog *CargPod* vozila na cijelu flotu te modeliranje i prikaz različitih scenarija u svrhu prikaza potencijalnih učinaka i koristi koje upravljanje flotom automatiziranih dostavnih vozila može imati u urbanom području. To uključuje korištenje konsolidacijskih centara oko periferije urbanog područja, teška teretna vozila koja preuzimaju isporuke tijekom noći kako bi opskrbila malu flotu električnih, automatiziranih vozila koja bi mogla dostavljati izravno kupcima tijekom dana. Model je pokazao kako bi taj pristup mogao dovesti do potpunog uklanjanja teretnih vozila iz središta Greenwicha tijekom dana, smanjenja broja dostavnih vozila potrebnih za dostavu u središtu grada s 50 na 8, poboljšanje sigurnosti, smanjenje gužvi te smanjenje buke tijekom dana. Također bi omogućio smanjenje emisije CO₂ za više od 420.000 tona.⁷⁵

Autonomne dostavne jedinice su manje, lakše i uže verzije autonomnih dostavnih automobila koji se koriste za autonomnu dostavu. Podsjećaju na autonomne dostavne robote, ali su preveliki da bi se mogli kretati nogostupom, te se kreću cestama, poput autonomnih dostavnih automobila, ali se obično kreću manjim brzinama i ograničeni su na lokalne ceste. U 2021. godini izraelska tvrtka Mobileye, tvrtka Intel i kalifornijska tvrtka Udelv zajedničkom suradnjom najavile su prvu flotu autonomnih dostavnih jedinica nazvanih Transporters, koje bi bili namijenjeni za srednju i posljednju fazu dostave. U planu je proizvodnja 35.000 autonomnih dostavnih vozila.⁷⁶

Renault je u 2018. godini zajedno s DPDgroup u 2018. godini razvio koncept Renault EZ-PRO, namijenjen za prijevoz i isporuku paketa i usluga u gradu, prilagođen ekosustavu dostave od vrata do vrata (slika 12). DPDgroup je druga po veličini međunarodna dostavna mreža paketa u Europi. DPDgroup objedinjuje nekoliko vodećih međunarodnih dostavnih tvrtki: DPD, Cronopost, SEUR i BRT.⁷⁷ DPDgroup je u 2020. godini usred pandemije Covid-19 ostvarila rast prihoda za čak 42 % u odnosu na 2019.

⁷⁵ Ibidem, p. 12.

⁷⁶ *Israel's Mobileye to supply self-driving systems for delivery truck startup*, <https://www.timesofisrael.com/israels-mobileye-to-supply-self-driving-systems-for-delivery-truck-start-up/> (24.05.2022.)

⁷⁷ DPDgroup, <https://www.dpd.com/group/en/> (29.04.2022.)

godinu, što jasno ukazuje na učinke koje je pandemija i ograničenje kretanja ljudi kao mjera suzbijanja zaraze imalo na *online* kupovinu i dostavu na kućna vrata. Najveći broj paketa obrađen je širom svijeta na Cyber ponedjeljak (30. studenog 2020. godine) te je iznosio 13,9 milijuna. Više od polovice paketa isporučenih širom svijeta odnose se na B2C, s povećanjem u odnosu na 2019. godinu za 57 %. DPDgroup je u 2020. godini udvostručila dobit u odnosu na 2019. godinu.⁷⁸ Cilj je do 2025. godine uspostaviti održiviju dostavu u 350 gradova Europe u kojima djeluje. S tim ciljem investicije su usmjerene ka razvoju inovativne dostave. Konceptualni automobil Renault EZ-PRO je autonoman, modularan, povezan i 100 % električni.⁷⁹



Slika 13. Koncept Renault EZ-PRO autonomnog dostavnog vozila

Izvor: Koncept Renault EZ-PRO, <https://www.renault.hr/konceptna-vozila/ez-pro.html> (29.06.2022.)

Procjenjuje se da bi upotreba vozila Renault EZ-PRO u poslovanju DPDgroup omogućila dostavu barem dijela volumena paketa s znatno većim stupnjem fleksibilnosti nego što je to moguće u tradicionalnoj “last-mile” dostavi, posebice u središtu gradova. U tu svrhu DPDgroup je postavila dostavnu shemu:⁸⁰

- autonomni transport u dostavna područja u središtu grada – vozilo se puni u sortnom centru DPDgroup na rubnim dijelovima grada, a potom odlazi do neovisne točke dostave koja se nalazi u središtu grada. Tek tada vozač preuzima odgovornost za vozilo, čime se posvećuje veća pažnja samoj dostavi,

⁷⁸ Ibidem.

⁷⁹ Koncept Renault EZ-PRO, <https://www.renault.hr/konceptna-vozila/ez-pro.html> (29.06.2022.)

⁸⁰ *tportal.hr*, *DPDgroup i Grupa Renault postavili temelje za budućnost “last mile” dostave*, 25.09.2018., online: <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/dpdgroup-i-grupa-renault-postavili-temelje-za-buducnost-last-mile-dostave-20180925> (12.04.2022.)

- mobilni paketni ormarići – Renault EZ-PRO u “last-mile” dostavi može koristiti mobilne paketne ormariće, što bi omogućilo DPDgroup unaprijed organiziranje dostavnih punktova i slanje obavijesti krajnjim primateljima da ih preuzmu ili da samostalno vrate paket na unaprijed definiranu lokaciju.

Uporaba takvog konceptualnog vozila daje veću fleksibilnosti “last-mile” dostavi, omogućujući primateljima da sami odaberu lokaciju i vrijeme dostave, primjerice, dostavu na adresu radnog mjesta u vrijeme ručka.

U projekte inovativne i održive dostave koja uključuje autonomna dostavna vozila uključeni su i drugi veliki logistički operateri. DHL, primjerice, nalazi nekoliko mogućih načina upotrebe autonomnih dostavnih vozila. Jedan od njih je njihova upotreba kao pomoćnog vozila za dostavu paketa. Naime, značajna neučinkovitost u procesu dostave paketa do konačnog odredišta rezultat je znatnim dijelom potrebe dugog pješaćenja dostavljača od dostavnog vozila do kućne adrese primatelja. To se događa svaki put kada dostavljač ne može pronaći prikladno parkirno mjesto u blizini ulaznih vrata primatelja. U tom slučaju dostavljač mora parkirati dostavno vozilo gdje to može, a zatim udaljenost do adrese primatelja prelazi pješice, što se očituje u potrošnji dodatnog vremena, a u slučaju težih paketa i teškom fizičkom radu. Nakon što je isporuka obavljena, dostavljač prelazi istu udaljenost do dostavnog vozila pješice. Potencijalna upotreba autonomnog vozila je njegovo praćenje dostavljača tijekom dostave više artikala na jednom području. Takva vrsta autonomnog vozila može biti opremljena brojnim sustavima pomoći kako bi se olakšao posao dostave. Autonomno vozilo bi, dakle, slijedilo dostavljača s više paketima koje dostavljač može dostaviti. U slučaju da postoji veća udaljenost do sljedećeg odredišta dostavljač se može vratiti u dostavno vozilo i odvesti se. No, ako su udaljenosti kraće, onda mu autonomno dostavno vozilo može koristiti u dostavi paketa bez da se vraća u dostavno vozilo. Kada je autonomno vozilo gotovo prazno, drugo vozilo (natovareno s više paketa) autonomno dolazi do dostavljača, što znači da nema potrebe voziti natrag do skladišta paketa kako bi ih ponovno utovarilo. Ova vrsta autonomnog dostavnog vozila mogla bi povećati produktivnost dostavljača olakšavajući mu posao.⁸¹

⁸¹ *Self-driving vehicles in logistics, A DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry*, file:///C:/Users/X/Downloads/dhl-self-driving-vehicles.pdf (21.06.2022.)

Za razliku od autonomnih dostavnih automobila i dostavnih jedinica, **autonomni dostavni roboti** kreću se pločnikom i komuniciraju s ljudima dok izvršavaju isporuku (slika 14). U literaturi se istražuju potencijalne ekonomske koristi autonomnih dostavnih robota na učinkovitost upravljanja teretom i istražuju prednosti njihove uporabe u suradnji s dostavnim kamionima. Ova dostavna vozila mogu optimizirati duljinu rute i stoga smanjiti operativne troškove.



Slika 14. Amazonov Prime autonomni robot za dostavu paketa

Izvor: Amazon Robots Are Delivering Packages in Snohomish,

<https://www.ecommercebytes.com/2019/01/28/amazon-robots-are-delivering-packages-in-snohomish/>
(20.06.2022.)

U 2019. godini je Amazon u sklopu pilot projekta uz pomoć autonomnog robota nazvanog “Scout” (slika 14) besplatno dostavljao pakete koje su kupci kupovali u aplikaciji Amazon ili na web stranici amazon.com u Snohomishu u Washingtonu. Autonomni uređaj za dostavu je veličine malog hladnjaka na kotačima. Isporuka paketa odvijala se uz pomoć šest Amazon Scout uređaja, od ponedjeljka do petka, tijekom dana. Uređaji autonomno slijede svoju rutu isporuke, a u početku ih je pratio zaposlenik Amazona.

Na području Europe prva dostava paketa autonomnim vozilo bez vozača obavljena je u Tallinnu (Estonija). Cleveron Mobility, estonska tvrtka koja razvija tehnologiju autonomnih vozila bez vozača u suradnji s DPD Estonija razvili su robotskog kurira s ciljem dostave robe i opreme na učinkoviti, fleksibilniji i ekološki prihvatljiviji način, te su u 2022. godini isporučili prvi paket. Roboti kuriri voze javnim cestama i djeluju u radijusu od 5 km unutar kojeg mogu dostaviti pakete između različitih odredišta. Platforma

autonomnog robota može se opremiti raznim aplikacijama koje služe različitim poslovnim potrebama. Primjerice, mogu se prilagoditi za dostavu paketa različitih veličina i gotovih jela ili mogu biti prodajni mobilni automati.⁸² Pilot projekt nastavlja se i u drugim europskim zemljama. U sklopu inovativnih zelenih inicijativa DPD UK najavljena je i “last-mile” dostava autonomnim robotima u 2022. godini u dvije četvrti Milton Keynesa (Velika Britanija) u suradnji s tvrtkom Cartken. DPD roboti bi kretali iz skladišta tvrtke u Knowlhillu te bi se kretali gradskom mrežom Redway bez prometa kako bi došli do rezidencijalnih četvrti Shenley Church End i Shenley Lodge. U tu svrhu koristi se autonomija vozila razine 4 koju razvija tvrtka Cartken. Ovim bi se robotima dostavilo do 30 paketa dnevno u navedene dvije četvrti.⁸³

Kao je vidljivo iz navedenih primjera, inovativni projekti “last-mile” dostave dobivaju sve više praktičnu dimenziju. Fleksibilnost dostave, uštede, veća učinkovitost te održivost dostave motivi su koji pokreću logističke operatera na inovacije “last-mile” dostave. Vjeruje se da autonomna dostavna vozila imaju potencijal napraviti revoluciju u “last-mile” dostavi na način koji je održiviji i usmjeren ka kupcu. No, postoje i potencijalni rizici kod takvog oblika dostave, kao što je sigurnosni rizik tijekom autonomne vožnje mrežom javnih cesta ili ispuštanje paketa tijekom isporuke kao rezultat tehnološkog kvara i dr.⁸⁴ Ipak, može se zaključiti kako potencijalne koristi prevladavaju nad potencijalnim rizicima “last-mile” dostave autonomnim dostavnim vozilima.

⁸² *For the first time in Europe, an autonomous unmanned vehicle delivered a parcel on public roads*, 13.05.2022., <https://www.dpd.com/group/en/news/for-the-first-time-in-europe-an-autonomous-unmanned-vehicle-delivered-a-parcel-on-public-roads/> (3.08.2022.)

⁸³ *DPD UK to launch autonomous delivery robot in Milton Keynes*, <https://www.dpd.com/group/en/news/dpd-uk-autonomous-delivery-robots/> (3.08.2022.)

⁸⁴ Kapser, S., Abdelrahman, M.: *Acceptance of autonomous delivery vehicles for last delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions*, Transportation Reserch Part C: Emerging Tehnologies, no. 111, 2020., p. 210, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X19309258> (28.04.2022.)

4.4.2. Dronovi

Dostava bespilotnim letjelicama (dronovima) s daljinskim ili automatskim upravljanjem još jedna inovacija u “last-mile” dostavi. Za sada je upotreba bespilotnih letjelica u “last-mile” dostavi još u razvojnoj fazi, no zauzima sve značajnije mjesto. Prvi civilni dron nazvan *paketokopter* (engl. *Parcelcopter*) implementirao je Deutsche Post DHL u svoj lanac dostave 2016. godine.⁸⁵ To je ujedno bilo prvi put da je jedan pružatelj usluge dostave paketa izravno logistički integrirao paketokopter u lanac dostave.

Razvoj paketokoptera počinje 2013. godine kada je prvi put lansiran tzv. *Quadrocopter*, koji je prevezao mali paket na udaljenosti od jednog kilometra od istočne obale rijeke Rajne do DHL-ovom sjedišta DHL-a na zapadnoj obali. Od tada je modificiran i optimiziran kako bi mogao prevladati zahtjevne operacije u stvarnim uvjetima dostave. U četvrtom kvartalu 2014. godine *Parcelcopter 2.0* lansiran je u pilot projektu na otoku Juist u Sjevernom moru pri čemu su po prvi put lijekovi i druga hitno potrebna roba isporučeni iznad otvorenog mora, a prvi put u Europi da je let drona izveden izvan vidnog polja pilota. *Parcelcopter 2.0* je imao veći domet jer je bio opremljen kako bi mogao savladati vremenske uvjete Sjevernog mora. Tijekom testa napravljeni su redovni letovi u trajanju od 12 km od kopna do Juista koji su bili potpuno automatizirani, iako ih se moglo stalno nadzirati sa zemlje. Putujući na visini od 50 km i pri brzini od 18 m/s paketokopter je uglavnom obavljao ekspresne isporuke za ljekarnu tijekom tjedna, i vikendom u vrijeme kada druga prijevozna sredstva nisu dostupna (trajekt, zrakoplov). Rezultati su pokazali da je kupcima ovim načinom dostave omogućeno znatno brže dobivanje lijekova od tradicionalnih metoda dostave.⁸⁶ Znakovit iskorak u razvoju pokazala je sljedeća generacija paketokoptera, u proljeće 2016. godine. *Parcelcopter 3.0* (slika 15) ima nagibna krila i znatno je veći od svojih prethodnika te je potpuno autonoman. Ovaj dron je sudjelovao u testiranju koje je trajalo od siječnja do ožujka 2016. godine i koje je provedeno u planinskoj regiji Reit im Winkl.

⁸⁵ Slabinac, M.: Innovative solutions for a “last-mile” delivery - a European experience, 15th international scientific conference Business Logistics in Modern Management, Osijek, 2015., str. 1-19, online: <file:///C:/Users/X/Downloads/3876-Article%20Text-10477-1-10-20160111.pdf> (12.04.2022.)

⁸⁶ *DHL's parcelcopter: Changing shipping forever*, <https://www.dhl.com/discover/en-my/business/business-ethics/parcelcopter-drone-technology> (18.04.2022.)



Slika 15. DHL-ov dron za “last-mile” dostavu (paketokopter)

Izvor: *DHL's parcelcopter: Changing shipping forever*, <https://www.dhl.com/discover/en-my/business/business-ethics/parcelcopter-drone-technology> (18.04.2022.)

“Last-mile” dostava temeljena na dronu integrirana je uz pomoć potpuno automatiziranog utovara i istovara na posebno razvijenim stanicama za pakete (engl. *Packstations*), nazvanim *Parcelcopter Skyport*. Autonomni letovi provedeni su u zahtjevnim alpskim uvjetima. Tijekom tromjesečnog probnog razdoblja stanovnici su mogli jednostavno umetnuti svoju pošiljku u Skyport kako bi pokrenuli automatiziranu otpremu i dostavu paketokopterom (slika 16). Provedeno je ukupno 130 autonomnih ciklusa utovara i istovara.⁸⁷



Slika 16. DHL-ova stanica za pakete

Izvor: *Successful trial integration of DHL Parcelcopter into logistics chain*, <https://www.dpdhl.com/en/media-relations/press-releases/2016/successful-trial-integration-dhl-parcelcopter-logistics-chain.html> (17.04.2022.)

⁸⁷ *Successful trial integration of DHL Parcelcopter into logistics chain*, <https://www.dpdhl.com/en/media-relations/press-releases/2016/successful-trial-integration-dhl-parcelcopter-logistics-chain.html> (17.04.2022.)

DHL Paketokopter je tehnički nadograđivan kako bi mogao savladati zahtjevne vremenske uvjete koji se vrlo brzo mijenjaju i velike temperaturne fluktuacije u području testiranja. Svaka povratna ruta od doline Reit im Winkl do visoravni Winklmoosalm na nadmorskoj visini od 1.200 metara nadmorske visine pokrivala je udaljenost od osam kilometara leta. Dostava drona obično se sastojala od potrebne sportske opreme ili hitno potrebnih lijekova, te je na stanicu Alm stizao za osam minuta od samog polijetanja. Istu udaljenost automobil tijekom zimskog razdoblja prevali za 30 minuta.

Primjer Deutsche Post DHL slijede i drugi logistički operateri. DPDgroup je u 2016. godini dobila dozvolu Glavne uprave za civilno zrakoplovstvo Francuske (engl. *Directorate General for Civil Aviation*, skr. DGAC) da u svoju ponudu implementira dostavu paketa dronom na redovnoj liniji između Saint-Maximin-la-Sainte Baume i Pourrières. Ova prva komercijalna linija istaknula je prednosti tehnologije dronova za dostavu paketa na izoliranim mjestima. Nakon dvije godine poslovanja na toj komercijalnoj liniji, podružnica DPDgroupe ima mogućnost uvođenja novih rješenja za dostavu dronom. U 2019. godini DPD France dobila je dozvolu dostave paketa dronom na drugoj redovnoj komercijalnoj liniji u Isèreu (jugoistočna Francuska) koja povezuje Fontanil-Cornillon sa selom Mont-Saint-Martin u 8-minutnoj povratnoj vožnji. Dostava dronom osigurana je s mobilnog terminala instaliranog izravno u dostavnom vozilu, čime se jamči sigurno polijetanje i slijetanje dronom. Kod ove komercijalne linije, DPD France je uveo inovaciju uvođenjem rješenja “asistent vozač”, što znači da se dronom upravlja tijekom uobičajene isporuke iz vozila posebno opremljenog mobilnim terminalom. Taj je mobilni terminal razvijen u suradnji s francuskom tvrtkom Atechsys i Vara, koja je dizajnirala i prvi dron DPDgroup.

Mobilni terminal omogućuje postavljanje opreme za polijetanje i slijetanje drona izravno s bočnih vrata dostavnog kombija (slika 17). Tijekom vožnje, ako postoji potreba za dostavom paketa u Mont-Saint-Martinu, vozač parkira vozilo na, za to namijenjeno parkirno mjesto u Fontanil-Cornillonu, kako bi sigurno izveo sljedeće zadaće:⁸⁸

⁸⁸ *2nd line for parcel delivery by drone in France*, 7.11.2019., <https://www.dpd.com/group/en/news/2nd-line-for-parcel-delivery-by-drone-in-france/> (26.04.2022.)

- aktivirao implementaciju terminala,
- skenirao pošiljku,
- pričvrstio paket ispod drona,
- provjerio je li područje oko kombija slobodno,
- zatražio odobrenje polijetanja,
- pričekao da dron poleti.



Slika 17. DPD-ov sustav dron – vozači – pomoćnik – kombi

Izvor: *2nd line for parcel delivery by drone in France*, 7.11.2019., <https://www.dpd.com/group/en/news/2nd-line-for-parcel-delivery-by-drone-in-france/> (26.04.2022.)

Tijekom cijele operacije dostave, dron je potpuno automatski, pod daljinskim nadzorom operatera koji ima certifikat Agencije za sigurnost zračnog prometa (engl. *Aviation Safety Agency*, skr. DSAC). Kada paketi dođu u Mont-Saint-Martin, dronom se odlažu u siguran, fiksni prijemni terminal u blizini gradske vijećnice, čime je omogućeno primanje i pohranjivanje nekoliko paketa. Paketi se, potom, odlažu u pretinac koji ih štiti od vremenskih prilika. Potvrda o dostavi šalje se SMS-om i/ili e-poštom primatelju, koji s potvrdom može preuzeti svoj paket. Terminal je autonoman s vlastitim solarnim panelima i povezan WiFi/GSM-om, čime jamči sigurnu dostavu izbjegavajući svako rukovanje dronom. Nakon što je pošiljka isporučena, dron se vraća u vozilo i dostava se može dalje nastaviti prema predviđenoj ruti dostave. Vrijeme dostave dronom je skraćeno u odnosu na tradicionalnu dostavu s 30 na 8 minuta. Osim toga, ovaj oblik dostave u planinskom

području ima značajne prednosti u odnosu na tradicionalnu dostavu. Za vozača, ono znači uštedu vremena, smanjuje rizik prometovanja na cestama koje su opasne, a ponekad i blokirane, posebice zimi zbog snježnih padalina. Za kupce, ova dostava paketa dronom, jamči sigurnost dostave paketa, čak i kad su ceste neprohodne zbog padalina. Konačno, s obzirom da dron ima električni pogon, ne emitira CO₂ u okoliš koji je u ovom slučaju i zaštićen. Uvođenje usluge dostave paketa dronom u logistički lanac DPDgroup naslanja se na istraživački projekt koji podupire ADEME (Agencija za okoliš i gospodarenje energijom, engl. *Agency for the Environment and Energy Management*). Dron u upotrebi težine je 4 kg i nosivosti 2 kg, a ima dolet do 15 km, odnosno vremenski do 45 minuta., Brzina letenja mu je 30 km/h.⁸⁹

Hrvatska pošta u suradnji s hrvatskom tvrtkom AIR-RMLD prvu dostavu paketa dronom testirala je 2020. godine na relaciji od zadarske luke Geženica do mjesta Preko na otoku Ugljenu (slika 18). Pri tome je korišten autonomni dron, koji može razviti brzinu do 35 km/h, te je na zacrtanoj relaciji letio 12 minuta.⁹⁰ Nosivost drona je 2 kg, a letio je po unaprijed programiranoj ruti u različitim vremenskim uvjetima uključujući i let pod utjecajem bure.



Slika 18. Dron Hrvatske pošte d.d.

Izvor: *Hrvatska pošta uspješno dostavila pošiljku dronom*, <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-uspjesno-dostavila-posiljku-dronom-8167-8168/8168> (5.05.2022.)

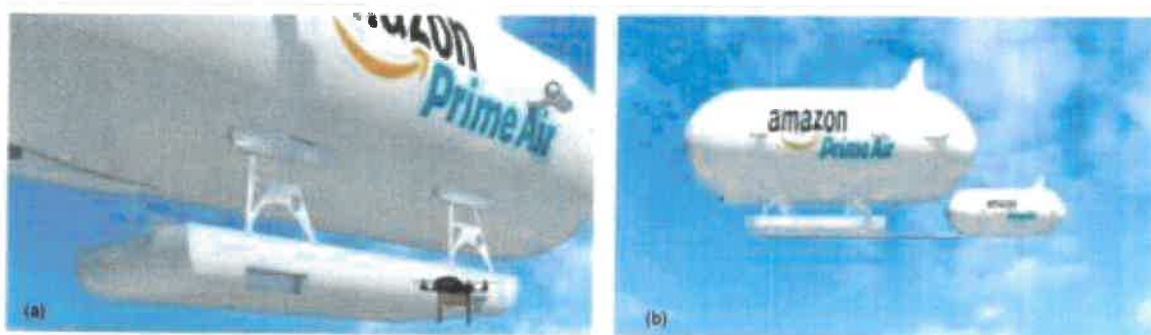
⁸⁹ *2nd line for parcel delivery by drone in France*, 7.11.2019., <https://www.dpd.com/group/en/news/2nd-line-for-parcel-delivery-by-drone-in-france/> (26.04.2022.)

⁹⁰ *Hrvatska pošta uspješno dostavila pošiljku dronom*, <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-uspjesno-dostavila-posiljku-dronom-8167-8168/8168> (5.05.2022.)

Temeljem navedenog vidljivo je da dostava paketa dronom zauzima sve značajnije mjesto u logističkim lancima dostave paketa velikih logističkih operatera, što je i razumljivo ako se imaju na umu korisnosti ovog načina dostave.

4.4.3. Leteća skladišta

U svrhu otklanjanja nedostataka dronova koji se ogleda u ograničenom vremenu letenja kao rezultat ograničenja snage njihovih litijskih baterija, logistički operateri razvijaju nove sustave koji bi mogli pružiti bržu uslugu većem broju kupaca. Jedan takav inovativan sustav je sustav dostave iz letećeg skladišta kojeg je 2016. godine patentirao Amazon. Ideja je da bi leteće skladište bilo smješteno u letjelici sličnoj cepelinu (ili Airlander 10) (slika 19), te bi se tako mogle obraditi velike količine narudžbi na mjestima na kojima naglo raste potražnja, poput utakmica ili glazbenih festivala.⁹¹



Slika 19. (a) i (b): Amazonov sustav dostave iz letećeg skladišta

Izvor: Nayyar, A., Kasthuri, M.: *Amazing Flying Warehouse For Delivery From The Sky*, 11.09.2021., <https://www.electronicshub.org/technology-trends/amazing-flying-warehouse-delivery-from-sky> (16.05.2022.)

U Amazonovom sustavu dostave iz letećeg skladišta skladištala bi se roba i mali dronovi na visini blizu stratosfere. Primitkom narudžbe, dron bi naručeni artikl dostavio iz letećeg skladišta do kupca, kako je prikazano na slici 19(a). Nakon obavljenog zadatka dron se vraća u Amazonov centar za upravljanje robom. *Shuttle* bi poletio iz centra za upravljanje robom te bi opskrbljivao ulaznim i izlaznim resursima leteće skladište, kako je prikazano slikom 19(b).

⁹¹ Hruškovec, I.: *Amazonov novi patent: Leteće skladište iz kojeg šalju dronove*, <https://www.24sata.hr/tech/amazon-iz-leteceg-skladista-zeli-slati-dronove-s-paketima-505340> (9.06.2022.)

Amazonov sustav dostave iz letećeg skladišta mogao bi kupcima dostaviti naručene artikle u roku od deset minuta od slanja narudžbe. Leteće skladište bi sadržavalo određenu količinu zaliha kako bi dron mogao dostaviti naručenu robu odmah po primitku narudžbe. Dron bi se iz letećeg skladišta mogao vrlo brzo spustiti prema kupcu i isporučiti artikl. Tijekom spuštanja dron bi koristio malo ili gotovo nimalo energije. To bi omogućilo Amazonu da pruži brzu uslugu korisnicima koji su na velikim udaljenostima od centralnog skladišta, a dronovi bi se sigurno vratili u centralno skladište nakon isporuke.

Prema procjenama Amazona, sustav dostave iz letećeg skladišta smanjio bi troškove prijevoza i radne energije boravkom ili kretanjem u stratosferi gdje su gustoća zraka i otpor niski. Leteće skladište bi koristilo električnu i obnovljivu energiju, poput solarne energije, što bi pridonijelo održivosti dostave i smanjenju ispuštanja CO₂ u atmosferu. Kombinacija letećih skladišta i dostave dronovima povećala bi učinkovitost “last-mile” dostave.

Razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija i umjetne inteligencije omogućiti te daljnji razvoj i povećati učinkovitost “last-mile” dostave.

5. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu dan je uvid u “last-mile” dostavu. Pri tome su kompilirane teorijske značajke “last-mile” dostave s primjerima primjene “last-mile” dostave u praksi. Dinamičan rast *online* prodaje posebice potaknut pandemijom Covid-19 utjecao je na povećan rast “last-mile” dostave i probleme koji prate taj rast. U urbanim središtima dostavna vozila pridonose povećanju onečišćenja bukom i zagađenju zraka te zagušenju prometa. Kako bi se smanjili problemi koji prate urbana središta te poboljšala kvaliteta života u gradovima, gradske vlasti u mnogim gradovima širom svijeta uvode ograničenja pristupa središtima gradova i regulacije prometa u urbanim područjima.

S aspekta logističkih operatera promatrano, urbana područja karakteriziraju uske ulice, mješovit promet, gužve, što otežava održavanje pouzdanih, pristupačnih i brzih dostava i preuzimanja robe unutar urbanih područja. Osim toga, regulacije prometa u središtima gradova povećavaju troškove dostave.

U primjeni su različiti koncepti “last-mile” dostave, koji se uspješno primjenjuju u svakodnevnom poslovanju. Tradicionalni i trenutno najvažniji koncept je dostava kombijem od trgovca ili skladišta do kućnog praga kupca. Ovaj oblik “last-mile” dostave je dominantan. Imajući na umu ekološke probleme koji nastaju u “last-mile” dostavi motornim vozilima, u primjeni su alternativna rješenja, poput ekoloških vozila, koja omogućuju smanjenje troškova prijevoza i negativne učinke na okoliš. Problemi koji se pri tome javljaju je njihov ograničen domet i potreba za punjenjem koju je potrebno integrirati u plan obilaska krajnjih korisnika. Uz tzv. zelena vozila primjenjuju se i koncepti temeljeni na decentraliziranim mikro skladištima i teretnim biciklima, posebice u najužim gradskim središtima. U upotrebi su i sabirna mjesta na kojima se uspostavlja samoposluživanje za korisnike, kako bi davatelji dostavnih usluga smanjili obveze svojih zaposlenika vezane uz praćenu dostavu na kućnu adresu.

Nove informacijske i komunikacijske tehnologije, umjetna inteligencija, dronovi i robotika utječu na transformaciju tradicionalne “last-mile” dostave povećavajući njenu učinkovitost i zadovoljstvo kupaca. Sve se veći naponi logističkih operatera usmjeravaju ka primjeni autonomnih vozila u “last-mile” dostavu za čije funkcioniranje nisu potrebni ljudi. U primjeni su autonomna vozila i dronovi, no oni su još u fazi razvoja, te će se o njihovoj korisnosti sa sigurnošću moći govoriti tek u budućnosti. Procjenjuje se da bi upotreba

autonomnih vozila rezultirala povećanjem učinkovitosti “last-mile” dostave, smanjenjem troškova dostave i neuspjelih pokušaja dostave, te smanjenjem negativnih učinaka na okoliš.

Temeljem navedenog u ovom radu može se zaključiti da rast online prodaje i povećanje količine isporuke paketa u gradskim središtima uzrokuju probleme funkcioniranja prometa i kvalitete “last-mile dostave” te potiču razvoj novih logističkih rješenja u “last-mile” dostavi, stvarajući uvjete za poboljšanje kvalitete života stanovništva u urbanim područjima, čime se ujedno i dokazuje postavljena radna hipoteza. Prometna politika u gradskim središtima treba implementirati inovacije u sustavu “last-mile” dostave. Primjenom novih tehnoloških rješenja u “last-mile” dostavi racionalizira se poslovanje i pridonosi smanjenju onečišćenja okoliša u gradskim središtima.

LITERATURA

1) Knjige

Črnjar, M., Črnjar, K.: *Menadžment održivog razvoja – ekonomija – ekologija – zaštita okoliš*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu u Opatiji, Sveučilište u Rijeci, Glosa, Rijeka, 2009.

Marinović-Uzelac, A.: *Prostorno planiranje*, Svijet, Zagreb, 2001.

Segetlija, Z.: *Uvod u poslovnu logistiku*, Ekonomski fakultet Sveučilišta "Josipa Jurja Strossmayera" u Osijeku, Osijek, 2002.

2) Članci

Allen, J. et al.: *The scope for pavement porters: addressing the challenges of last-mile parcel delivery in London*, Transportation Research Record: Journal of The Transportation Research Board, no. 2672, 2018., p. 1-10, doi:10.1177/0361198118794535 (18.06.2022.)

Bachofner, M. et al.: *City logistics: Challenges and opportunities for technology providers*, Journal of Urban Mobility, vol. 2, no. 100020, 2022., p. 1-10., <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667091722000085> (19.05.2022.)

Bašić, S., Vezilić Strmo, N., Sladoljev, M.: *Pametni gradovi i zgrade*, Građevinar, vol. 71, no. 10, 2019., p. 949-964.

Bosona, T.: *Urban Freight Last Mile Logistics – Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review*, Sustainability, vol. 12, no. 12, 2020., p. 1-20, doi:10.3390/su12218769 (14.05.2022.)

Boysen, N., Fedtke, S., Schwerdfeger, S.: *Last-mile delivery concepts*: OR Spectrum, vol. 43, 2021., p. 1-58, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00291-020-00607-8#Tab1> (7.06.2022.)

Iwan, S., Kijewska, K., Lemke, J.: *Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution – The Results of the Research in Poland*, Transportation Research Procedia, no. 12, 2016., p. 644-655, https://www.researchgate.net/publication/299460301_Analysis_of_Parcel_Lockers'_Efficiency_as_the_Last_Mile_Delivery_Solution_-_The_Results_of_the_Research_in_Poland (19.06.2022.)

Kapser, S., Abdelrahman, M.: *Acceptance of autonomous delivery vehicles for last delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions*, Transportation Research Part C:

Emerging Tehnologies, no. 111, 2020., p. 210-225, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X19309258> (28.04.2022.)

Kolarić, G., Skorić, L.: *Metode distribucije u gradska središta*, Tehnički glasnik, vol. 8, no. 4, 2014., p. 405-412., <https://hrcak.srce.hr/file/194399> (21.04.2022.)

Li, C. et al.: *Hidden Benefits of Electric Vehicles for Addressing Climate Change*, Scientific Reports, vol. 5, no. 9213, 2015., p. 1-4, <https://www.nature.com/articles/srep09213.pdf> (17.05.2022.)

Lim, S.F.W.T., Srail, J.S., Jin, X.: *Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Forthcoming, no. 1, 2017., p. 1-34, doi:10.1108/IJPDLM-02-2017-0081 (9.06.2022.)

Mutadžija, M.: *Nova paradigma urbane logistike*, Suvremena trgovina, vol. 46, no. 2, p. 49-52, <https://issuu.com/st-1-2015-online/docs/suvremena-trgovina-2-2021> (4.06.2022.)

Slabinac, M.: *Innovative solutions for a "last-mile" delivery - a European experience*, 15th international scientific conference Business Logistics in Modern Management, Osijek, 2015., str. 1-19, online: <file:///C:/Users/X/Downloads/3876-Article%20Text-10477-1-10-20160111.pdf> (12.04.2022.)

Yaythilaka, R. et al.: *Gross domestic product and logistics performance index drive the world trade: A study based on all continents*, Plos One, vol. 17, no. 3, 2022., p. 1-16, <file:///C:/Users/X/Downloads/journal.pone.0264474.pdf> (4.06.2022.)

3) Ostali izvori

2nd line for parcel delivery by drone in France, 7.11.2019., <https://www.dpd.com/group/en/news/2nd-line-for-parcel-delivery-by-drone-in-france/> (26.04.2022.)

Amazon is spending big to take on UPS and FedEx, CNBC, <https://www.cnbc.com/2021/04/30/amazon-is-spending-big-to-take-on-ups-and-fedex.html> (9.06.2022.)

Autonomous Delivery Robots Market Size And Forecast, <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/autonomous-delivery-robots-market/> (7.06.2022.)

Chevalier, S.: *Global retail e-commerce sales 2014-2025*, Statista, <https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/> (17.06.2022.)

Dachser in figures 2021., <https://www.dachser.com/en/> (18.06.2022.)

DHL, <https://www.dhl.com/hr-hr/home/o-nama/globalni-network.html> (17.06.2022.)

DHL's parcelcopter: Changing shipping forever, <https://www.dhl.com/discover/en-my/business/business-ethics/parcelcopter-drone-technology> (18.04.2022.)

DPD UK to launch autonomous delivery robot sin Milton Keynes, <https://www.dpd.com/group/en/news/dpd-uk-autonomous-delivery-robots/> (3.08.2022.)

DPDgroup, <https://www.dpd.com/group/en/> (29.04.2022.)

European Union Urban Population 1960-2022, <https://www.macrotrends.net/countries/EUU/european-union/urban-population> (1.06.2022.)

For the first time in Europe, an autonomous unmanned vehicle delivered a parcel on public roads, 13.05.2022., <https://www.dpd.com/group/en/news/for-the-first-time-in-europe-an-autonomous-unmanned-vehicle-delivered-a-parcel-on-public-roads/> (3.08.2022.)

GATEway, Greenwich Automated Transport Environment, This is Just the Beginning Positioning the UK at the forefront of automated mobility, TRL, Inonovate UK, Centre for Connected & Autonomous Vehicles, 2017., https://trl.co.uk/Uploads/TRL/Documents/D1.3_GATEway-Project-Final-Report-brochure.pdf (28.05.2022.)

Hermes Germany GmbH, <https://www.hermesworld.com/int/about-us/hermes-group/hermes-logistik-gruppe-deutschland/> (18.06.2022.)

Hruškovec, I.: *Amazonov novi patent: Leteće skladište iz kojeg šalju dronove*, <https://www.24sata.hr/tech/amazon-iz-leteceg-skladista-zeli-slati-dronove-s-paketima-505340> (9.06.2022.)

Hrvatska pošta uspješno dostavila pošiljku dronom, <https://www.posta.hr/hrvatska-posta-uspjesno-dostavila-posiljku-dronom-8167-8168/8168> (5.05.2022.)

Israel's Mobileye to supply self-driving systems for delivery truck startup, <https://www.timesofisrael.com/israels-mobileye-to-supply-self-driving-systems-for-delivery-truck-start-up/> (24.05.2022.)

Janson, M.: *Parcel shipments reach new record*, Statista, <https://de.statista.com/infografik/9992/in-deutschland-von-den-paket-und-kurierdiensten-befoerderten-sendungen/> (17.06.2022.)

Komunikacija komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija, Novi okvir EU-a za gradsku mobilnost, COM(2021) 811 final, Strasbourg, 2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0811&from=EN> (9.06.2022.)

Koncept Renault EZ-PRO, <https://www.renault.hr/konceptna-vozila/ez-pro.html> (29.06.2022.)

Nabava energetski učinkovitih vozila, <https://www.posta.hr/default.aspx?id=8209> (17.06.2022.)

Natuknica Grad, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021., <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=22952> (20.05.2022.)

One delivery at a time, Euro cities, <https://eurocities.eu/stories/one-delivery-at-a-time/> (19.06.2022.)

Paketomat, Hrvatska pošta, <https://www.posta.hr/paketomat/8672> (18.06.2022.)

Pavić, M.: *Autonomna cestovna vozila*, BUG, 19.04.2021., <https://www.bug.hr/transport/autonomna-cestovna-vozila-robote-vozi-polako-20775> (17.06.2022.)

Placek, M.: *Last mile delivery market size worldwide 2020-2027*, Statista, <https://www.statista.com/statistics/1286612/last-mile-delivery-market-size-worldwide/> (17.06.2022.)

Roel, G., Eddy Van de, V., Thierry, V.: *Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context*, City Distribution and Urban Freight Transport, 2011., doi:10.4337/9780857932754.00009 (9.06.2022.)

Self-driving vehicles in logistics, A DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry, file:///C:/Users/X/Downloads/dhl-self-driving-vehicles.pdf (21.06.2022.)

Shared micro depot for urban pickup and delivery, S.M.U.D., Urban Mobility, https://eit.europa.eu/sites/default/files/stakeholderevent_summary.pdf (17.06.2022.)

Stančerić, T.: *Što je autonomna voznja*, <https://www.globallogic.com/hr/about/news/kako-funkcioniraju-autonomna-vozila-i-koji-su-jos-izazovi-pred-nama/> (20.06.2022.)

Successful trial integration of DHL Parcelcopter into logistics chain, <https://www.dpdhl.com/en/media-relations/press-releases/2016/successful-trial-integration-dhl-parcelcopter-logistics-chain.html> (17.04.2022.)

Sustainable Urban Logistics, A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-carbon economy, Interreg Europe, European Union, European Regional Development

Fund, 2020., https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/inline/Sustainable_urban_logistics.pdf (4.06.2022.)

The Florenc Cycle Depot named as a finalist in the 2021 Eurocities Awards. Another cycle depot is planned for Anděl, IPR Praha, <https://iprpraha.cz/stranka/3906/the-florenc-cycle-depot-named-as-a-finalist-in-the-2021-eurocities-awards-another-cycle-depot-is-planned-for-andel> (17.06.2022.)

The Latest News, <https://gettotext.com/from-8200-to-at-least-15000-dhl-almost-doubles-the-number-of-packing-stations/> (17.06.2022.)

The World Bank: *Performance and Prospects of Global Logistics: Keynotes speech at the CaiNiao Global Smart Logistics Conference*, <https://www.worldbank.org/en/news/speech/2017/05/22/performance-and-prospects-of-global-logistics> (4.06.2022.)

Tisak paket, <https://www.tisakpaket.hr/hr-HR/usluge/S-kioska-na-kiosk.html?Y2lcOTc%3D> (16.06.2022.)

tportal.hr, DPDgroup i Grupa Renault postavili temelje za budućnost "last mile" dostave, 25.09.2018., online: <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/dpdgroup-i-grupa-renault-postavili-temelje-za-buducnost-last-mile-dostave-20180925> (12.04.2022.)

Uvjeti korištenja samouslužnih aparata Paketomata, HP Glasnik, vol. 38, no. 6, 2021., https://www.posta.hr/UserDocsImages/posta/Dokumenti/2021/28_HP_Glasnik_6_-_2021_-_Uvjeti_koristenja_samousluznih_aparata_Paketomata.pdf (18.06.2022.)

World Cities Report 2022, Envisaging the Future of Cities, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2022., https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf (17.06.2022.)

Zakon o lokalnoj i područnoj (regionalnoj) samoupravi, Narodne novine Republike Hrvatske, Zagreb, 33/01, 60/01, 129/05., 109/07, 125/08, 36/09, 36/09, 150/11, 144/12, 19/13, 137/15, 123/17, 98/19, 144/20.

POPIS TABLICA, GRAFIKONA, SHEMA I SLIKA

Popis tablica

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Usporedba dostave putem ormarića za dostavu i kurirske dostave U realizaciji kurirske službe InPost (Poljska) | 32 |
|--|----|

Popis grafikona

| | |
|---|----|
| Grafikon 1. Kretanje e-trgovine u maloprodaji na globalnoj razini 2014.-2020. i procjena za 2021.-2025. godinu | 20 |
| Grafikon 2. Vrijednost tržišta “last mile” dostave na globalnoj razini 2020.-2021. i procjena za 2022.-2027. godinu | 21 |
| Grafikon 3. Percepcije sudionika o prednostima autonomne dostave | 45 |
| Grafikon 4. Percepcije sudionika o prednostima autonomne dostave | 45 |

Popis shema

| | |
|---|----|
| Shema 1. Proces “last-mile dostave” | 18 |
|---|----|

Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 1. a) skladište i sortirnica paketa, b) sortiranje paketa i 3) vozilo dostavne službe | 24 |
| Slika 2. Električni bicikl namijenjen “last-mile” dostavi u Beču | 26 |
| Slika 3. Pokretno mikro skladište | 27 |
| Slika 4. Koncept “last-mile” dostave iz zajedničkog mikro skladišta za gradsko preuzimanje i dostavu električnim biciklima | 28 |
| Slika 5. Paketomat Hrvatske pošte d.d. | 30 |
| Slika 6. Raspored paketomata Hrvatske pošte d.d. | 31 |
| Slika 7. Električno vozilo El-carritos | 35 |
| Slika 8. Dachserov električni dostavni bicikl “last-mile” dostave | 36 |

| | |
|---|----|
| Slika 9. Teški električni bicikl na četiri kotača za “last-mile” dostavu | 37 |
| Slika 10. Mikro skladište Florenc u Pragu namijenjeno za “last-mile” dostavu električnim biciklima | 39 |
| Slika 11. Mopedi na električni pogon u “last-mile” dostavi Hrvatske pošte d.d..... | 40 |
| Slika 12. Autonomno dostavno vozilo tvrtke Ocado Group..... | 44 |
| Slika 13. Koncept Renault EZ-PRO autonomnog dostavnog vozila | 47 |
| Slika 14. Amazonov Prime autonomni robot za dostavu paketa | 49 |
| Slika 15. DHL-ov dron za “last-mile” dostavu (paketokopter) | 52 |
| Slika 16. DHL-ova stanica za pakete..... | 52 |
| Slika 17. DPD-ov sustav dron – vozači – pomoćnik – kombi..... | 54 |
| Slika 18. Dron Hrvatske pošte d.d. | 55 |
| Slika 19. (a) i (b): Amazonov sustav dostave iz letećeg skladišta..... | 56 |