

AUTONOMNA VOZILA U LOGISTICI POSLEDNJE MILJE ZA POŠTANSKE I KURIRSKE SLUŽBE

Svetlana Dabić-Miletić

Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, cecad@sf.bg.ac.rs

Rezime: *Usled aktuelnih globalnih kriza, logistika poslednje milje izložena je velikim izazovima, uglavnom iz razloga što korisnici očekuju brzu i pouzdanu isporuku svoje porudžbine, bez obzira gde je kupe ili naruče. Logističke kompanije su prinuđene da razvijaju inovativna rešenja za isporuku robe kupcima kako bi zadovoljili njihove potrebe i zahteve. Najveći broj zahteva u okviru poslednje milje logističke kompanije preusmeravaju na poštanske i kurirske službe. Stoga su ove službe pod konstantnim pritiscima jer se povećava broj on line naručivanja kao i obim e-trgovine. Posledica toga su produženo vreme isporuke pošiljaka, greške u dostavi i nezadovoljstvo korisnika. Kako bi se efikasno odgovorilo na stohastične zahteve korisnika sve veća pažnja usmerena je na razvoj i primenu novih tehnologija baziranih na autonomiji kretanja za dostavu pošiljaka korisnicima. Ovaj rad ima za cilj da ukaže na prednosti autonomnih tehnologija za dostavu poštanskih pošiljaka, ali i određene izazove pri njihovoj implementaciji kao osnove za buduća istraživanja.*

Ključne reči: *autonomna vozila, logistika poslednje milje, poštanske pošiljke*

1. Uvod

Urbanizacija, porast obima on-line naručivanja, intenziviranje e-trgovine predstavljaju neke od ključnih elemenata savremenog poslovanja koji vode ka povećanju složenosti funkcionisanja logističkih sistema. Savremeni uslovi poslovanja su sve stroži, tržište sve zahtevnije, zahtevi korisnika su promenljivi, odnosno stohastični i nestacionarni, što utiče na povećanje kompleksnosti funkcionisanja logističkih kompanija. Zbog toga su logistički sistemi sve više izloženi izazovima i problemima, odnosno rizicima, pa je neophodno primeniti savremena tehnološka rešenja Industrije 4.0, kako bi se povećala otpornost u opsluzi korisnika na svim nivoima.

Rizicima, odnosno izazovima posebno je izložena opsluga korisnika u urbanim gradskim sredinama. Logistika poslednje milje (LPM) predstavlja najosetljiviji deo svakog lanca snabdevanja (LS) jer korisnici u gradskim sredinama imaju visoka očekivanja vezana za realizaciju svojih zahteva u što kraćem roku, po što nižim troškovima, bez zastoja i grešaka [1]. Kako se LPM najvećim delom realizuje sredstvima drumskog transporta, jasno je da dostava robe do korisnika ima najveći uticaj na gužve u

saobraćaju, zastoje u transportu, opterećenje gradskih saobraćajnica i visok nivo zagađenja okruženja [1, 2]. Zbog povećane gužve u saobraćaju, ograničenja parking prostora i neophodnosti usaglašavanja i poštovanja sve oštrijih ekoloških propisa, LPM naročito u gusto naseljenim urbanim područjima suočava se sa ogromnim poteškoćama. Kao rezultat ovih izazova, u poslednjoj deceniji pojavila su se nova rešenja za dostavu robe do korisnika koja u okviru LPM imaju zadatak da poboljšaju performanse kako u saobraćaju, tako i u opsluzi korisnika. Budući na poteškoće i izazove sa kojima se suočavaju logističke kompanije u dostavi robe do korisnika, značajan deo zahteva realizuju kurirske, odnosno poštanske službe. Tipično se za dostavu pošiljaka koriste teretna kombi vozila, električni skuteri i bicikli. Međutim, zbog naglašene opterećenosti vozača koji ne sme da upravljaju ovim vozilima, već se ujedno i staraju o pošiljkama komunicirajući sa operaterima i korisnicima, primena autonomnih vidova transporta postaje urgentna. Prema prognozama, predviđa se da će se do 2025. godine za više od 80% isporuka u okviru LPM koristiti autonomna vozila [2, 3].

Uслед brojnih izazova u LS koji su naročito naglašeni u opsluzi korisnika, ovaj rad ima za cilj da obezbedi uvid u benefite primene autonomnih vozila za poštanske i kurirske službe u okvirima LPM. Imajući u vidu ograničenja definisana postojećim urbanističkim planovima, ali i voznim parkovima kojima raspolažu poštanske i kurirske službe (tip i broj vozila, nosivost, starosna struktura itd.), svrha rada je da obrazloži neke od preduslova za postepenu, a ipak što bržu i efikasniju implementaciju autonomnih vozila. Kako su dronovi već opšte prihvaćeno i sve češće korišćeno rešenje koje deo transporta preusmerava sa “zemlje u vazdušni prostor”, ovaj rad obezbeđuje osnovne smernice za primenu autonomnih vozila koja će se kretati “po zemlji”. S tim u vezi, posebna pažnja u radu biće usmerena na droide i autonomne kombije, odnosno vanove. Pošto je elektrifikacija transporta ključni odgovor na smanjenje zagađenja okruženja, jasno je da su ovde analizirana autonomna rešenja na električni pogon, što je još jedan od izazova tradicionalnim dizel ili kombinovano pogonjenim vidovima transporta u okviru LPM.

Rad je organizovan kroz nekoliko delova. Nakon uvoda, u drugom delu biće objašnjeni osnovni problemi i izazovi u okviru LPM kojima su posebno izložene poštanske i kurirske službe. Treći deo rada detaljnije diskutuje droide i robotske vanove kao aktuelne i sve češće alternative za realizaciju dostave pošiljaka u gradskom urbanom području. Sa osvrtom na benefite i nedostatke njihove primene, biće ukazano na neke od ključnih smernica za njihovu implementaciju. U zaključku će biti diskutovana ograničenja u primeni analiziranih autonomnih transportnih sistema u kontekstu smernica za buduća akademska istraživanja sa osvrtom na mogućnosti njihove praktične primene.

2. Problemi i izazovi u logistici poslednje milje

Zbog različitih i stohastičnih potreba svih aktera u e-trgovini, LPM predstavlja oblast sa velikim brojem izazova, ali i problema na koje se mora istovremeno odgovarati [3]. LPM se oslanja na lokalne uslove i infrastruktura ograničenja (npr. područja za istovar, odnosno mesta gde korisnici preuzimaju robu/narudžbine), kao i na aktuelne trendove kao što su rastuća potražnja za uslugama, složenost i neefikasnost u realizaciji zahteva krajnjeg korisnika itd. To je najskuplji, ekološki nepovoljan i socijalno najranjiviji segment globalnih LS [3, 4]. Kako je LPM najneefikasniji deo distribucije dobara jer se najvećim delom realizuje u urbanim sredinama, povećanje njene održivosti

je relativno teško zbog dinamičke prirode urbane sredine i naglašenih ekonomskih aktivnosti [5]. Kao rezultat navedenog, za efikasniji UFL u pametnim i održivim gradovima neophodno je fokusirati se podjednako i istovremeno na ekonomske, ekološke i društvene aspekte distribucije robe koja se sve češće realizuje resursima kurirskih i poštanskih operatera.

Da bi se smanjili odnosno eliminisali propusti u isporuci pošiljaka u LPM, u poslednjih 20-tak godina predloženo je nekoliko tipova inovativnih rešenja. Najveći izazovi vezani su za zadovoljstvo korisnika, posebno iz razloga što se jedna lokacija bira nezavisno od vremena kada će pošiljka biti isporučena. Pored toga, isporuka na zajedničkim lokacijama kao što su ormarići i prodavnice takođe je okarakterisana problemima u vezi sa kapacitetom ili radnim vremenom u trenutku isporuke [6]. Još jedan od sve većih izazova sa kojima se suočavaju i korisnici i poštanski operateri, odnosno kurirske službe odnosi se na greške u komunikaciji prilikom preuzimanja i/ili dostave pošiljaka. Kako su ove greške uglavnom uzrokovane ljudskim faktorom koji je ionako već prisutan i značajan izazov u urbanim gradskim područjima, savremeni tehnološki pristupi baziraju se na korišćenju vozila bez vozača, odnosno na autonomiji transporta u okviru LPM. Gradska urbana područja su permanentno izložena negativnim ekološkim uticajima (emisija CO₂ i buka), gužvama na gradskim saobraćajnicama, kašnjenjima, pogrešnim i nerealizovanim isporukama, što zajedno doprinosi smanjenju efikasnosti logističkih aktivnosti u okviru LPM [7]. Stoga se inovativna rešenja u transportu tereta uglavnom baziraju na korišćenju električnih vozila sa određenim nivoom autonomije.

Među pomenutim rešenjima, dronovi su prepoznati kao ekološki povoljno i socijalno prihvatljivo sredstvo za LPM koje se već primenjuje u razvijenim i gusto naseljenim svetskim metropolama. Međutim, osnovni izazov u njihovoj potpunoj implementaciji u LPM vezan je za visoke investicione troškove i ograničen domet. Osim što su ekonomski izazovni, dronovi se mogu implementirati samo za određene regione u kojima njihovo korišćenje podržava odgovarajuća zakonska regulativa. Značajan ograničavajući faktor je nosivost koja je ograničena na svega nekoliko desetina kg, te je ovaj način manipulisanja i transporta poštanskih pošiljaka još uvek izazovno istraživačko područje iako se njihovom primenom značajan deo tokova premešta "sa zemlje u vazduh" [7, 8]. Imajući u vidu da kurirske službe i poštanski operateri sve češće preuzimaju aktivnosti LPM od velikih logističkih kompanija pritisnutih povećanom urbanizacijom i obimom on-line naručivanja, smatra se da će isporuka pošiljaka dronovima biti neizostavno rešenje za ekološku održivost pametnih gradskih sredina. Kako je zakonska regulativa mnogih urbanih područja još uvek u razvoju kada je u pitanju primena dronova, analiziraju se ekološki prihvatljive alternative koje korisnike opslužuju tako što koriste postojeću saobraćajnu infrastrukturu sa osvrtom na njihov značajan uticaj na već opterećen gradski saobraćaj. Usled velikih zagađenja i nezgoda uzrokovanih ljudskim faktorom, akcentat je na autonomnim drumskim električnim vozilima, kao rešenjima koja će povećati efikasnost LPM.

3. Savremena autonomna rešenja kao odgovor na izazove u logistici poslednje milje

Autonomnu vožnju je među prvima testirao Continental pre više od 50 godina [9]. Do sada je razvijeno pet nivoa autonomije vožnje. Za distribuciju dobara već se koriste 3 nivoa. Implementacija 4. nivoa očekuje do 2025, dok se puna autonomija,

odnosno 5. nivo predviđa za 2027 [10]. Kako se očekuje da će oko 40% komercijalnih vozila biti autonomno do 2050. godine, procenjeno je da će se nivoi 4 i 5 do 2030. godine u potpunosti koristiti za realizaciju aktivnosti u okvirima LPM [10, 11]. Visoka automatizacija (nivo 4) podrazumeva opslugu korisnika u kojoj vozač nema ulogu u definisanoj ruti, već rutinski upravlja vozilom (pokretanje i zaustavljanje). Potpuna automatizacija (nivo 5) ne zahteva vozača, što se smatra jednim od najvećih izazova sa aspekta socijalne održivosti (percepcija korisnika kada nema direktan kontakt sa vozačem). Postepena, a ipak kratkoročna primena visoke (nivo 4) do potpuno autonomne vožnje (nivo 5), koja je predviđena za 2040. godinu, zahteva različite visoko povezane elemente i (njihove) funkcije kao što su senzori i video kamere, komunikacija vozila sa algoritmima za predviđanje i donošenje odluka [9]. Implementacija vozila visokog, 4. i 5. nivoa autonomije kao i povećanje bezbednosti saobraćaja u urbanim sredinama, skraćenje rokova isporuke, smanjenje gužvi i sl., samo su neki od brojnih prednosti autonomnih tehnologija za LPM. Osim što podržavaju sve elemente održivosti, ova pametna transportna rešenja razvijaju se tako da štede energiju pri korišćenju, ali i da su povoljna za integrisanje u već postojeća rešenja (npr. transportna električna vozila, kao i u vozne parkove u kojima su još uvek dominantna dizel vozila).

Imajući u vidu sve brojnije stohastične zahteve korisnika u LPM kao najskupljem delu LS, a sa osvrtom na zakonska ograničenja pri primeni dronova, rešenja su autonomna električna vozila koja se kreću "po zemlji". Nastavak ovog dela ukratko objašnjava dve sve češće korišćene alternative u poštanskim i kurirskim službama, a to su doidi i robotski vanovi.

3.1. Droidi kao savremeno rešenje za urbanu distribuciju

Droidi su mala autonomna vozila koja su za "nijansu" veća od standardnih/tipičnih paketa i dostavljaju pošiljke do krajnjih korisnika. Relativno su spora, te se kreću po pločnicima i pešačkim stazama. Stohastični zahtevi korisnika okarakterisani su skraćanjem vremena dostave uz smanjenje troškova. Kako kod droida koji se inače kreću malim brzinama, postoji potreba za stalnim nadzorom, ova sredstva još uvek ne mogu samostalno da opslužuju korisnike. Uprkos činjenici da je korišćenje droida u LPM još uvek u povelju, ova alternativa za poštanske i kurirske službe je obećavajuća sa aspekta rešavanja problema sa hitnim, kratkoročnim i stohastičkim isporukama, pa se ovo podsticajno rešenje stoga veoma uspešno koristi za potrebe kontrole [11]. Međutim, zbog svog ograničenog dometa i nosivosti, slično dronovima, ova vozila nisu u mogućnosti da se u potpunosti integrišu u aktivnosti LPM [4, 11]. Droidi uglavnom kreću koristeći pešačke staze, te ne zahtevaju posebno razvijenu mrežu saobraćajnica. Imajući u vidu da je u poređenju sa drugim savremenim rešenjima za LPM ovo vozilo na elektropogon, jedini tehnički problem odnosno pre izazov za implementaciju odnosi se na elektrifikaciju mreže saobraćajnica [8]. Naime, ovim i drugim električnim vozilima neophodno je obezbediti dovoljan broj mesta za dopunjavanje baterija kao i odgovarajuće servisne centre u kojima se obavlja (planska) zamena praznih za pune baterije.

Za razliku od dronova čija je ključna prednost vezana za rasterećenje drumskog saobraćaja, ova vozila su jednostavna za korišćenje jer ne zahtevaju posebnu zakonsku regulativu koja odobrava/podržava njihovu primenu. Međutim, iako pogodna naročito za isporuke malih količina, odnosno poštanske pošiljke, i one čiju dostavu realizuju kurirske

službe, ovo ekološko rešenje nije socijalno održivo sa aspekta percepcije korisnika [4]. Kako se obično nazivaju “urbanim robotima”, ova autonomna vozila se kreću bez vozača koristeći za to uglavnom pešačke staze ali i realizuju sve logističke aktivnosti, podrazumevajući i komunikaciju i isporuku/dostavu robe, odnosno pošiljke korisniku. Korisnik i droid komuniciraju preko zajedničke mreže, za šta je neophodna odgovarajuća internet podrška, razvijen i testiran softver koji je sposoban da identifikuje greške i promene u isporuci (npr. promena mesta preuzimanja pošiljke), ali i odgovarajući uređaj, najčešće mobilni telefon korisnika. S obzirom da ih najčešće koriste kurirske službe, Slika 1. ilustruje slanje/otpremu hrane i dostavu/prijem, gde se i kod pošiljaoca i kod primaoca jasno uočava neophodnost korišćenja mobilnih telefona pri slanju, odnosno prijemu pošiljke/robe (ovde hrana) [12].

Osim svih digitalnih preduslova, korisnik treba da ima odgovarajuću aplikaciju ali i veštinu za “komunikaciju” sa droidom u cilju uspešne realizacije zahteva. Ovakva tehnološka međuzavisnost zahteva visok nivo digitalizacije svih učesnika u LS, gde će se opsluga korisnika realizovati samo pri uspešnom korišćenju odgovarajuće, namenske aplikacije, što je ujedno i izazov i pri primeni drugih autonomnih vozila.



Slika 1. Primer korišćenja dronova u isporuci i dostavi hrane

Droide u dostavi u okviru LPM od 2019. god koristi kompanija Amazon u urbanim područjima Južne Kalifornije. Rezultati korišćenja su ukazali na mogućnost da droidi zamene kombije i vozila za prevashodno pojedinačnu opslugu korisnika na kraćim relacijama. Razvijajući sopstveni sistem isporuke, kompanija Amazon je nakon testiranja u Kaliforniji, korišćenje droida proširila na Atlantu, Džordžiju i Tenesi, tako što je razvila sopstvenu aplikaciju koja olakšava komunikaciju korisnika sa distributivnim centrom. Ova autonomna vozila uspešno koristi i kompanija Fedex za dostavu pošiljaka do korisnika u okvirima LPM [13]. Međutim, njihova implementacija zahteva visok nivo digitalizacije svih učesnika u LS, tako da sa tog aspekta još uvek predstavlja tehnologiju sa značajnim brojem izazova naročito u delu dostave pošiljke krajnjim korisnicima.

3.2. Robotski vanovi u logistici poslednje milje

U cilju davanja odgovora na brojne izazove u LPM, jedno od poznatih i efikasnih autonomnih rešenja odnosi se na korišćenje robotskih vanova. Naročito su značajni za izazove u urbanim sredinama kada kupac može da navede nekoliko opcija isporuke zajedno sa nivoima preferencija i vremenskim okvirima. Primenom robotskih vanova, podstiče se konsolidacija pošiljaka na zajedničkim lokacijama isporuke u LPM. Robotski vanovi su električna vozila bez vozača razvijena sa ciljem da eliminišu ljudske greške u drumskom teretnom transportu. Unapređeni sistemi zaustavljanja u novijim generacijama ovih vozila doprinose smanjenju saobraćajnih zagušenja, operativnih troškova i štetnih emisija [14]. Robotski vanovi su uporedivi sa električnim kombijima sa aspekta nosivosti, brzine vožnje i ekološke održivosti. Dodatno, ovi autonomni sistemi preventivno utiču na nastanak nezgoda uzrokovanih ljudskim faktorom, smanjenje emisija i buke, kao i fleksibilnost u pogledu usluga korisnicima [15]. Neki od ključnih nedostataka su nerazvijene vladine politike za subvencije za čistiji pogon, neadekvatno razvijena mreža električnih punjača baterija i nedovoljno razvijena svest ljudi o saobraćajnim tokovima bez vozača [16]. Autonomni robotski vanovi projektuju se tako da se jednostavno kombinuju sa drugim (autonomnim alternativama) i stoga se smatraju “vozilom budućnosti“ ne samo u okvirima LPM, već i u kompletnom LS-u (Slika 2) [15].



Slika 2. Autonomni robotski kombi integrisan sa dronom i droidima

3.3. Uporedni prikaz karakteristika autonomnih vozila

Pod kontinualnim “pritiskom tehnološkog razvoja”, implementacija autonomnih rešenja za dostavu robe i/ili pošiljaka u LPM postaje ključni izazov sa različitih aspekata u svim delovima LS. Dok su za kompaniju ključni elementi cena i vreme implementacije, za korisnike je najvažniji kvalitet usluge (tačnost, brzina, pogodnost,..., troškovi). U cilju podrške pri izboru odgovarajuće alternative za određenu kurirsku službu, odnosno poštanskog operatera, u Tabeli 1 dat je uporedni prikaz tri analizirane alternative

autonomnih vozila za LPM. Imajući u vidu brojne aspekte različitih istraživanja, u tabeli je dat pregled najčešće diskutovanih u analiziranoj literaturi [3, 4, 7, 8, 10, 14, 15, 16].

Na osnovu Tabele 1, a prema ovde definisanim kriterijumima, može se zaključiti da su robotski vanovi trenutno najpovoljnija alternativa za LPM, kako za poštansku odnosno kurirsku službu koja ih implementira, tako i za korisnika koji zahteva pouzdanu, brzu, tačnu i isplativu opslugu. Dronovi i droidi su povoljni za gusto naseljena urbana područja, istorijske centre i pešačke zone. Transfer značajnog broja dostava manjih težina “sa zemlje u vazduh” favorizuje dronove u odnosu na droide u smislu rasterećenja saobraćaja [4]. Ipak, za njihovo korišćenje je potrebna odgovarajuća zakonska regulativa, tj. dozvole, ali i detaljna uputstva pri korišćenju za sve učesnike u LS-u. Korišćenje droida je uglavnom zastupljeno u razvijenijim zemljama, gde su prednosti robotskih rešenja decenijama unazad prepoznata u svim segmentima poslovanja i gde je socijalna distanca okarakterisana kao jedna od osnova savremenog života. Stoga je angažovanje robotskih vanova identifikovano kao najbrže primenljivo autonomno rešenje jer, za razliku od dronova i droida, i ako bez vozača, ova vozila za dostavu i kretanje koriste gradsku putnu mrežu [12, 13, 14].

Međutim, kako robotski vanovi ipak opterećuju gradsku mrežu, a i nisu pogodni za korišćenje u istorijskim centrima i pešačkim zonama zbog svojih gabarita (nosivosti), sve češće se poštanske i kurirske službe opredeljuju za upošljavanje droida. Ova sredstva se najčešće koriste za kratka rastojanja, male težine i pojedinačne isporuke, pa se najčešće angažuju u kombinaciji sa nekim sredstvom drumskog transporta (najčešće električnim vozilima različitih tipova).

Tabela 1. Poređenje autonomnih vozila za potrebe LPM

	Dronovi	Droidi	<i>Robotski vanovi</i>
nosivost	više od 50 kg	do 50 kg	2-5 t
domet pri jednom punjenju baterije	do 20 km	do 5 km	100 – 150 km
vreme rada između (dva) punjenja	30 min	20 min	45min
brzina	100-120 km/h	5-10 km/h	70-100 km/h
uticaj na gradski saobraćaj	nema	mali	značajan
očekivano vreme ispunjenja zahteva kompanije za implementaciju	srednje do dugo	srednje	kratko
pogodnost za LPM	delimično/ograničeno	delimično	potpuno
ključni izazov za LPM	regulativa	mala nosivost	elektrifikacija saobraćajnica

Izbor optimalne autonomne alternative za logističku kompaniju dodatno je opravdan povećanjem obima on-line naručivanja i zahteva korisnika za pojedinačnim isporukama, i kao takav, čest je fokus aktuelnih istraživanja [3, 4, 14, 15]. Analizirana rešenja su ekološki održiva jer su na elektropogon čime smanjuju emisije kako u radnom, tako i u životnom okruženju. Imajući u vidu potpunu autonomiju pri kretanju i rukovanju

materijalima, korišćenjem ovih vozila smanjuju se greške i nezgode uzrokovane ljudskim faktorom. Uprkos značajnim investicijama pri njihovoj implementaciji, sve autonomne alternative prepoznatljive su po tome što doprinose povećanju ekonomskih efekata kroz eliminisanje plata vozača, koje su u voznim parkovima sa tzv. tradicionalnim vozilima značajna finansijska stavka, uglavnom podložna promenama sa stohastičnim obeležjima. Imajući u vidu njihov uticaj na finansije kroz eliminisanje plata vozača, sva autonomna rešenja su u tom smislu ekonomski opravdana, a visina investicija zavisi od više faktora, među kojima su: veličina voznog parka, namena, način korišćenja, proizvođač, kvalitet i sl. Kako su autonomne alternative u transportu i rukovanju materijalima savremena rešenja koja nude brojne benefite pri korišćenju, visina investicija je uglavnom vezana za planove kompanije koja namerava da ih implementira, što je jedan od ključnih ograničenja, kako za praktičnu primenu, tako i za akademska istraživanja.

Korišćenje ovih i drugih autonomnih vozila pored brojnih prednosti, nosi i određene rizike, probleme, odnosno izazove. Jedan od ključnih izazova vezan je socijalnu održivost, a odnosi se na percepciju korisnika pri dostavi robe vozilima bez vozača. Takođe postoje i određeni rizici u primeni savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija sa aspekta zahteva za stabilnom i brzom internet podrškom pri korišćenju sve brojnijih korisničkih aplikacija. Dodatni, a uvek prisutni izazov odnosi se na pojavni oblik i količinu tereta kojom treba da manipuliše određeno sredstvo. Imajući u vidu da autonomne alternative eliminišu greške uzrokovane ljudskim faktorom, izazovi su vezani za percepciju korisnika koji nemaju mogućnost komunikacije sa čovekom prilikom preuzimanja pošiljke, odnosno narudžbine, već sa raspoloživom aplikacijom koja neretko nije dovoljno fleksibilna svim korisnicima [3, 4, 10, 15, 16].

4. Zaključna razmatranja i pravci budućih istraživanja

Savremeno poslovanje bilo koje logističke kompanije danas nije opravdano bez primene informacionih tehnologija čije uspeh funkcionisanja direktno zavisi od primenjenog (relativno visokog) nivoa autonomije u realizaciji stohastičnih tehnoloških zahteva. Poštanski operateri i kurirske službe, koje su zbog povećane urbanizacije, intenzivne digitalizacije i razvoja e-trgovine značajna podrška većini velikih poslovnih sistema naročito u okvirima LPM, nastoje da kroz primenu novih tehnologija unaprede poslovanje najpre kroz kvalitetniju opslugu korisnika, a sa ciljem da prošire sopstvenu distributivnu mrežu [3, 4].

Urbano stanovništvo se sve češće opredeljuje da, osim robe široke potrošnje, korišćenjem kurirskih službi naručuje hranu i lekove. S obzirom da se retko u praksi može sresti osoba koja ne koristi ove službe osim za poštanske pošiljke, jasno je da je ekspanzija savremenih transportno-manipulativnih aktivnosti u ovim oblastima sve izraženija. Stoga je pritisak na logističke kompanije sve veći, ne samo sa aspekta obima naručivanja, već i povećanja broja korisnika i njihovih zahteva, pa se za opslugu korisnika sve češće angažuju poštanske i kurirske službe. Primena autonomnih vozila povećava efikasnost opsluge korisnika, ali, ipak, automatizacija može biti kritična za primenu u distribuciji robe u LS kada se uzmu u obzir operativni troškovi, održavanje, gubitak posla, odsustvo ljudi u rukovanju materijalom [9, 10, 11]. Posebno je izazovima izložen socijalni aspekt održivog poslovanja usled problema pri komunikaciji korisnika „sa uređajem“ prilikom isporuke pošiljke/robe. Naravno, to zahteva dodatnu obuku korisnika, ali i prilagođavanje autonomne flote autonomnih vozila stohastičkim i

individualnim zahtevima korisnika. Da bi se prevazišao jedan od ključnih izazova povezan sa neuspešnom realizacijom “prve isporuke”, potrebno je povećati broj gradskih čvorišta u distributivnim zonama. Osim toga, mobilni ormarići za pakete, koji mogu autonomno menjati svoju lokaciju tokom dana, mogu se implementirati u mreže dostave kako bi se prevazišla ova barijera. U nastojanju da se u što kraćem roku implementiraju savremene tehnologije koje bi bile podjednako efikasne kako za logističke kompanije i poštanske operatere, odnosno kurirske službe, tako i za korisnike, na tržištu je prisutan značajan broj inovacija i aplikacija koje se koriste za praćenje robe, odnosno pošiljaka, kurira, vozača i vozila. Kao vodeći trendovi za dostavu u urbanim područjima prepoznati su dronovi i kolaborativna dostava, koja je još uvek u začecima imajući u vidu da zahteva angažovanje najmanje dva transportna sredstva.

Izazovi u oblasti primene različitih autonomnih alternativa u oblasti LPM su sve brojniji, kako za akademska istraživanja, tako i za sve elemente praktične implementacije koja ima uticaj na efikasnost kompletnog LS, uključujući sve aspekte održivosti njegovog menadžmenta. Izbor optimalne alternative analizira se sa aspekta ekološke, ekonomske i socijalne održivosti, ali i sposobnosti logističke kompanije da angažuje kurirske i poštanske službe za opslugu korisnika. Stoga je svaki doprinos vezan za unapređenje primene autonomnih rešenja u LPM ujedno i osnov za buduća istraživanja u analizi opravdanosti nadograđivanih postojećih i implementaciji novih rešenja, kao i drugih povoljnosti koje iz toga proističu, kako za poštanske i kurirske službe i korisnike, tako i za kompletan LS.

Literatura

- [1] C. Chen, E. Demir, Y. Huang, R. Qiu, R. “The adoption of self-driving delivery robots in last mile logistics”. *Transportation research part E: logistics and transportation review*, 146, 102214, 2021
- [2] H. Akeb, B. Moncef, B. Durand. “Building a collaborative solution in dense urban city settings to enhance parcel delivery: An effective crowd model in Paris”. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 119, pp. 223-233., 2018
- [3] A. Saha, V. Simic, T. Senapati, S. Dabic-Miletic, and A. Ala. “A dual hesitant fuzzy sets-based methodology for advantage prioritization of zero-emission last-mile delivery solutions for sustainable city logistics”. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2022
- [4] M. Kiba-Janiak, J. Marcinkowski, A. Jagoda and A. Skowrońska. “Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. Literature review”. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102984, 2021
- [5] A. Garus, B. Alonso, M.A. Raposo, M. Grosso, J. Krause, A.Mourtzouchou, et al. “Last-mile delivery by automated droids. Sustainability assessment on a real-world case study”. *Sustainable Cities and Society*, 103728, 2022
- [6] M. A. Figliozzi. “Carbon emissions reductions in last mile and grocery deliveries utilizing air and ground autonomous vehicles”. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 85, 102443, 2020
- [7] D. Dumez, F. Lehuédé, and O. Péton, “A large neighborhood search approach to the vehicle routing problem with delivery options”. *Transportation Research Part B: Methodological*, 144, pp. 103-132., 2021

- [8] L. Švadlenka, V. Simić, M. Dobrodolac, D. Lazarević, and G. Todorović, G. “Picture fuzzy decision-making approach for sustainable last-mile delivery”. *IEEE Access*, 8, pp. 209393-209414, 2020
- [9] S. Shaheen and A. Cohen. “Mobility on demand (MOD) and mobility as a service (MaaS): Early understanding of shared mobility impacts and public transit partnerships”. In *Demand for emerging transportation systems (pp. 37-59)*. Elsevier, 2020
- [10] C. Fritschy and S. Spinler. “The impact of autonomous trucks on business models in the automotive and logistics industry—a Delphi-based scenario study”. *Technological Forecasting and Social Change*, 148, 119736., 2019
- [11] A. Raj, J.A. Kumar and P. Bansal. “A multicriteria decision making approach to study barriers to the adoption of autonomous vehicles”. *Transportation research part A: policy and practice*, 133, pp. 122-137., 2020
- [12] A. Rejeb, K. Rejeb, S. J. Simske and H. Treiblmaier, H. “Drones for supply chain management and logistics: a review and research agenda”. *International Journal of Logistics Research and Applications*, pp. 1-24.
- [13] A. Welch, “A cost-benefit analysis of Amazon Prime Air”. *Honours Theses*. 2015
- [14] G. Yu, A. Liu, J. Zhang and H. Sun “Optimal operations planning of electric autonomous vehicles via asynchronous learning in ride-hailing systems”. *Omega*, 103, 102448, 2021
- [15] H. Zhang, C. J. Sheppard, T. E. Lipman, T. Zeng and S. J. Moura, “Charging infrastructure demands of shared-use autonomous electric vehicles in urban areas” *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 78, 102210, 2020
- [16] N. Boysen, S. Schwerdfeger and F. Weidinger, “Scheduling last-mile deliveries with truck-based autonomous robots”. *European Journal of Operational Research*, 271(3), pp. 1085-1099, 2018

Abstract: *Due to the current global crises, last mile logistics is exposed to significant challenges, mainly because customers expect fast and reliable delivery of their order, regardless of where they buy or order it. Logistics companies are forced to develop innovative solutions for delivering goods to customers to meet their needs and demands. The largest number of requests within the last mile are redirected by logistics companies to postal and courier services. Therefore, these services are under constant pressure because the number of online orders and the volume of e-commerce are increasing. This results in longer delivery times, delivery errors, and customer dissatisfaction. In order to effectively respond to the stochastic demands of users, increasing attention is focused on the development and application of new technologies based on the autonomy of movement for the delivery of shipments to users. This paper aims to point out the advantages of autonomous technologies for the delivery of postal items, but also certain challenges in their implementation as the basis for future research.*

Keywords: *autonomous vehicles, last mile logistics, postal shipments*

AUTONOMOUS VEHICLES IN LAST MILE LOGISTICS FOR POSTAL AND COURIER SERVICES

Svetlana Dabić-Miletić