

UTJECAJ INDUSTRIJE 4.0 NA PROMET I MOBILNOST U KONTEKSTU COVID-19

MA Matija Kovačić, e-mail: matkovacic@unin.hr
Doc.dr. Predrag Brlek, e-mail: pbrlek@unin.hr
Prof.dr. Krešimir Buntak, e-mail: krbuntak@unin.hr
Sveučilište Sjever, Koprivnica

Stručni članak

Sažetak: Pandemija COVID-19 virusa ima posljedice na velik broj područja, a jedno od tih područja je promet i mobilnost. Promet i mobilnost od posebne su važnosti za normalno funkcioniranje društva i omogućuju korisnicima prijevoz iz jedne točke u drugu. Zbog broja putnika koji koriste javni prijevoz javlja se rizik od mogućeg prijenosa virusa. Jedan od načina smanjenja rizika prijenosa virusa su mogućnost koje nudi Industrija 4.0. Cilj rada analizirati je primjenjivost Industrije 4.0 u smanjenju rizika od zaraze, odnosno povećanju sigurnosti upotrebe javnog prijevoza. Rad se temelji na sekundarnom istraživanju i kompilaciji dosadašnjih dostignuća primjene Industrije 4.0 uz dopunu sintezom primjenjivosti pojedine tehnologije Industrije 4.0 u prometu i mobilnosti. U istraživanju je identificirano kako tehnologije Industrije 4.0 mogu smanjiti rizik od zaraze putnika i zaposlenika, odnosno mogu povećati sigurnost ali i učinkovitost procesa prijevoza putnika. Rezultati istraživanja osnova su za izgradnju konceptualnog modela sustava javnog prijevoza pomoću tehnologija Industrije 4.0.

Ključne riječi: pandemija, javni prijevoz, putnici, tehnologija, primjena Industrije 4.0

THE IMPACT OF INDUSTRY 4.0 ON TRANSPORT AND MOBILITY IN THE CONTEXT OF COVID-19

Abstract: The COVID-19 pandemic has consequences in many areas, and one of those areas is traffic and mobility. Transport and mobility are important for the normal functioning of the urban area and allow users to travel. Due to the number of passengers using public transport, there is a risk of spreading the virus. One way to reduce the risk of virus transmission is applying Industry 4.0. This paper aims to analyze the applicability of Industry 4.0 in decreasing risk infection in public transport. The paper is based on secondary research and compilation of previous achievements of Industry 4.0 application. The research identified how Industry 4.0 technologies can reduce the risk of infecting passengers, employees, and can increase the safety and efficiency of the transport process. The results of the research are the basis for building a conceptual model of the public transport system using Industry 4.0 technologies.

Keywords: pandemic, public transport, passengers, technology, application of Industry 4.0

1. UVOD

Harapan i sur. (2020) navode kako se virus SARS CoV-2 pojavio se u Kini u provinciji Wuhan krajem 2019. godine. Zbog globalnih tokova putnika i roba počeo se širiti velikom brzinom

globalno što je rezultiralo pojavom novih izazova s obzirom na karakteristike samog virusa. Virus se širi kapljičnim putem, odnosno putem aerosola u neposrednom kontaktu sa zaraženom osobom koja ne mora imati simptome virusa. Shen i sur. (2020) opisuju kako je ova karakteristika virusa rezultirala potrebom za drugačijom organizacijom javnog prijevoza putnika zbog velikog broja ljudi koji se istovremeno prevozi u tramvajima, vlakovima, autobusima, avionima, itd., odnosno pojavom rizika od brzog širenja virusa zbog velikog broja ljudi koji se nalazi na malom prostoru. S obzirom na to, jedna od mjera koju su nacionalni stožeri država zahvaćenih pandemijom SARS CoV-2 donijeli je smanjenje maksimalnog broja putnika koji se mogu nalaziti u prijevozom sredstvu u javnom gradskom prijevozu. Drljača, Štimac, Bračić i Petar (2020) navode kako je broj dopuštenih putnika determiniran u prvom redu mogućnosti provjetravanja prostora, kao i njegovom veličinom. Nadalje, isti autori navode da je, s obzirom na brzo širenje virusa, jedna od mjera koja je donesena smanjenje međunarodnih letova kako bi se smanjila fluktuacija ljudi, odnosno fluktuacija samog virusa u populaciji. To je rezultiralo prizemljenjem zrakoplova, odnosno padom broja letova. Međutim, paralelno s razvojem padnemije SARS CoV-2 virusa dolazi i do pojave novih tehnoloških rješenja koja se mogu koristiti za smanjenje rizika od zaraze, odnosno za smanjenje fluktuacije virusa među populacijom. No, osim što je pandemija utjecala na smanjenje broja putnika u avionskom prometu Brlek, Cvitković, Martinčević i Kos (2020) navode kako je utjecala i na smanjenje broja prevezenih putnika u javnom prijevozu općenito. Razlog za to su mjere stožera za borbu protiv pandemije koje su se odnosile na smanjenje broja ljudi koji mogu koristiti javni prijevoz, odnosno privremena obustava svih linija javnog prijevoza.

Loske (2020) navodi kako je jedno od područja koje je također zahvaćeno padnemijom SARS CoV-2 virusa i logistika, odnosno promet. Zbog zatvaranja granica dolazi i do smanjenog protoka vozila, odnosno dolazi i do usporavanja tokova robe, a posebice iz zemalja koje su posebno pogođene pandemijom kao što je to Kina. To je ujedno rezultiralo i smanjenom mogućnosti opskrbe trgovina, odnosno gospodarskih subjekata potrebnim namirnicama, a posebice zbog mjera koje su donosili nacionalni stožeri za borbu protiv COVID-19 virusa, a koje se odnose na obveznu karantenu posade koja upravlja motornim vozilom, a koje dolazi iz druge države. S obzirom na važnost prometa i mobilnosti za normalno funkcioniranje grada, a vezano uz razvoj novih tehnoloških rješenja koja proizlaze iz Industrije 4.0, cilj ovog rada je analizirati primjenjivost Industrije 4.0 u smanjenju rizika od zaraze, odnosno povećanju sigurnosti upotrebe javnog prijevoza. Rad se temelji na sekundarnom istraživanju u kojem su obuhvaćene literaturne reference ne starije od 10 godina. Za opisivanje rezultata istraživanja korištena je metoda kompilacije, komparacije, sinteze i analize.

2. PROMET I MOBILNOST ZA VRIJEME COVID-19

Sorja i Talavera (2013) navode kako je promet po svojem pojmovnom određenju prijevoz, odnosno prijenos roba, ljudi i informacija iz polazišne točke u odredišnu točku pomoću prijevoznih sredstava kao što tegljači, autobusi, laka dostavna vozila itd. S druge strane, isti

autori navode da mobilnost predstavlja sposobnost pojedinca da se slobodno kreće između mjesta prebivališta i željene točke u gradu. Drugim riječima, promet kao takav se može sagledavati kroz aspekt masovnosti, odnosno prijevoza velikog broja ljudi, odnosno velike količine tereta i unutar sebe sadržava aspekte mobilnosti. Budući da se radi o masovnom prijevozu putnika, jedan od izazova tj. rizika koji se javlja za vrijeme pandemije SARS CoV-2 je mogućnost širenja virusa velikom brzinom u slučaju prijevoza većeg broja putnika, od kojih je jedan zaražen. Kako bi se smanjio takav rizik dolazi do restrikcija u broju putnika koji se mogu prevoziti istovremeno u istom prijevoznom sredstvu, odnosno potrebe dezinfekcije prijevoznih sredstava nakon završetka prijevoza. Posljedica ograničavanja broja putnika koji mogu istovremeno boraviti u istom prijevoznom sredstvu rezultirala je padom broja putnika koji koriste javni gradski prijevoz. S druge strane, zatvaranje objekata poput trgovačkih centara, ugostiteljskih objekata, itd. rezultiralo je ujedno i padom mobilnosti. Tablica 1 prikazuje pad broja putnika u javnom gradskom prijevozu u odabranim gradovima za vrijeme vrhunca prvog vala SARS CoV-2 virusa u četvrtom mjesecu 2020. godine.

Tablica 1: Postotni pad mobilnosti u odabranim gradovima

Grad	Postotni pad
Madrid	87,9%
San Francisko	80,5%
Roma	88,3%
Chichago	71,2%
New Jersey	75,5%
Boston	78,3%
Washington	71,7%
Toronto	76,8%

Izvor: Prilagodio autor prema ILO Sectoral Brief. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/briefingnote/wcms_757023.pdf (pristupljeno 13.04.2021)

Kao što je vidljivo iz Tablice 1, javni gradski prijevoz bilježi značajan pad broja prevezenih putnika. Razlog za to mogu biti restriktivne mjere koje donosi nacionalni stožer za borbu protiv pandemije SARS CoV-2, odnosno može biti sama svijest korisnika javnog gradskog prijevoza, a vezano uz zaštitu od moguće zaraze virusom.

Međutim, osim utjecaja na javni gradski prijevoz, Suau-Sanchez, Voltes-Dorta i Cugueró-Escofet (2020) navode kako je pandemija SARS CoV-2 utjecala i na međunarodni tok putnika, a prvenstveno na broj prevezenih putnika zračnim putem. Zračni promet putnika za vrijeme pandemije značajno je smanjen budući da postoji znatan rizik povezan uz mogućnost bržeg širenja virusa zbog međunarodnih putovanja. Isti autori navode kako su međunarodna putovanja putnika posebno rizična zbog mogućnosti širenja različitih sojeva virusa iz jedne zemlje u drugu, odnosno zbog mogućnosti da jedna zaražena osoba proširi zarazu na druge

osobe koje se nalaze u istom prostoru u kojem se nalazi zaraženi. S obzirom na to, u Europi je zabilježen značajan pad broja prevezenih putnika zračnim putem koji iznosi na vrhuncu prvog vala pandemije SARS CoV-2 88%. Nakon završetka prvog vala, broj putnika prevoženih zračnim putem bilježi rast ali unatoč tome prva predviđanja govore da se broj prevezenih putnika neće vratiti na razinu s početka 2020. godine sve do kraja 2021. godine. Dakle, evidentno je kako je pandemija SARS CoV-2 virusa značajno utjecala na korištenje javnog gradskog prijevoza, odnosno na mobilnost samih građana. Međutim, zbog potrebe mobilnosti građana, odnosno korištenja javnog prijevoza, nacionalni stožeri za borbu protiv pandemije definiraju mjere u kojima od korisnika javnog prijevoza traže nošenje maske, a od samog pružatelja usluge prijevoza zahtijevaju ograničenje u broju putnika koji se nalaze u prijevoznom sredstvu. S obzirom na opisane mjere istraživanje koje su proveli Przybylowski, Stelmak i Suchanek (2020) identificiralo je su kako se putnici u javnom gradskom prijevozu osjećaju sigurno ako nisu okruženi većim brojem ljudi, odnosno ako je prostor prijevoznog sredstva čist. Isto tako, isto istraživanje je ukazalo kako ponašanje drugih putnika koji se nalaze u neposrednoj blizini ispitanika, a vezano uz nošenje maski, pridržavanja epidemioloških preporuka, može utjecati na osjećaj sigurnosti pri korištenju sredstva javnog prijevoza. Drugim riječima, definirane mjere i pridržavanje definiranih mjera korisnici javnog prijevoza percipiraju kao dovoljne da bi se osjećali sigurno. Međutim, unatoč tome, javlja se niz izazova vezanih uz korištenje sredstava masovnog transporta, a kao što je to kupnja karte, dezinfekcija prostora, mogućnost sigurnog odlaganja prtljage bez rizika od zaraze kasnijim kontaktom s površinom prtljage, itd.

3. POTENCIJAL INDUSTRIJE 4.0

Roblek, Meško i Krapež (2016) navode kako se Industrija 4.0 javlja 2011. godine u kontekstu Njemačke razvojne strategije. Riječ je o pojmu koji se odnosi na primjenu i razvoj automatiziranih rješenja koja će biti korištena u upravljanju sustava, odnosno kao pomoć čovjeku u svakodnevnom obavljanju aktivnosti. Drugim riječima, Industrija 4.0 podrazumijeva razvoj robotskih sustava i sustava koji omogućuju digitalizaciju fizičkog sustava, a što može rezultirati jednostavnijim upravljanjem, odnosno mogućnosti učinkovitijeg i djelotvornijeg upravljanja sustavom. No, osim upravljanja sustavom, Industrija 4.0. unutar sebe sadržava tehnologije koje mogu poslužiti kao potpora pojedinim aktivnostima. U tablici 2 prikazane su neke od tehnologija do kojih dolazi razvojem Industrije 4.0. kao i mogućnosti primjene istih u sustavu. Potrebno je naglasiti kako tablica 2 prikazuje samo neke od najznačajnijih tehnologija koje se mogu primijeniti. U praksi postoji znatno veći broj njih kao i što postoji mogućnost kombinacije više različitih tehnologija kako bi se osigurao željeni učinak, odnosno ostvario željeni cilj.

Tablica 2: Pregled nekih od tehnologija Industrije 4.0

Tehnologija Industrije 4.0	Kratki opis
Umjetna inteligencija	Tehnologija koja je po svojem načinu funkcioniranja vrlo slična ljudskoj inteligenciji. Umjetna inteligencija omogućuje učenje o okolini sustava, odnosno učenje iz velikog broja različitih podataka te stjecanje znanja koje se može koristiti u prepoznavanju lica, prepoznavanju rizika, izvršavanju jednostavnijih ali i kompleksnijih aktivnosti.
Internet stvari	Internet stvari omogućuje povezivanje više različitih fizičkih sustava međusobno i mogućnost da više različitih sustava u zajedničkom međudjelovanju i komunikaciji ostvari definirani cilj zbog kojeg su strojevi, odnosno uređaji i umreženi.
Senzorika	Implementacija više različitih senzora na strojeve i uređaje omogućuje praćenje performansi svakog od uređaja, odnosno prikupljanje podataka koji se kasnije mogu dodatno analizirati, odnosno kasnije koristiti za donošenje odluka.
Big data	Big data odnosi se na stvaranje velikih baza podataka unutar kojih se nalaze spremljeni podatci iz senzora, odnosno informacijskog sustava. Takvi podatci mogu biti osnova za kasniju analizu i donošenje zaključaka o performansama sustava, odnosno funkcioniranju istog.
Blockchain	Blockchain tehnologija odnosi se na stvaranje mreže računala koja se koriste za spremanje informacija o aktivnostima koje se provode, odnosno odobravanje i pregled pojedinih aktivnosti kao što je to pregled financijskih transakcija.
Automatizacija	U prvom redu, automatizacija se odnosi na korištenje različitih oblika i vrsta robotskih sustava koji mogu obavljati različite aktivnosti kao što je to transport, podizanje tereta većih masa, premještanje proizvoda, itd.
Kiber fizički sustavi	Omogućuju upravljanje fizičkim sustavom posredstvom virtualnog sustava. Drugim riječima, pomoću virtualnog sustava može se upravljati fizičkim sustavom koji je udaljen od mjesta na kojem se nalazi operater koji upravlja sustavom.
Digitalni blizanci	Omogućuju stvaranje virtualne kopije fizičkog svijeta u kojem se može provoditi simulacija bez utjecaja na fizički svijet. Drugim riječima, kroz simulaciju u digitalnoj sferi moguće je analizirati što će se dogoditi nakon implementacije nekog rješenja u fizičkoj sferi.

Izvor: Tablica je rad autora

Za svaku od opisanih tehnologija u tablici 2, Ervural i Ervural (2018) navode kako može biti korištena kako bi se smanjili rizici, odnosno otklonili problemi koji su povezani uz pandemiju SARS CoV-2 u prometu i mobilnosti. Međutim, potrebno je naglasiti kako za implementaciju tehnologija koje su opisane u tablici 2, sustav mora biti prilagođen i moraju se osigurati preduvjeti kao što je to osiguranje osposobljenosti operatera koji će upravljati sustavom, odnosno prilagodbe samog sustava kroz osiguranje sigurne internetske veze, odnosno

osiguranja mreže od rizika povezanog uz neželjeno preuzimanja kontrole nad uspostavljenom mrežom. Dakle, kad se govori o potencijalu Industrije 4.0 i mogućnosti koje Industrija 4.0 nudi u odgovoru na izazove, odnosno smanjenje rizika od širenja zaraze, evidentno je kako postoji primjenjivost tehnologija opisanih u tablici 2 za isto.

3.1. Utjecaj Industrije 4.0 na promet

Kad se govori o primjeni Industrije 4.0 u prometu, potrebno je naglasiti kako primjenjivost tehnologija Industrije 4.0 ovisi o samoj namjeni prijevoznog sredstva, odnosno uspostavljenog prometnog sustava. U osnovi, Skarbek-Žabkin i Szczepanek (2018) navode kako je automatizacija potpomognuta umjetnom inteligencijom rezultirala u mogućnosti razvoja autonomnih vozila koja bez značajnije intervencije operatera, odnosno vozača mogu izvršiti transportni proces. S druge strane, Campbell i sur. (2018) navode kako se postavljanjem senzora u prijevozna sredstva omogućuje praćenje performansi prijevoznih sredstava i sukladno izmjerenim performansama upravljanje prijevoznim sredstvom, odnosno analizu sljedećeg servisnog intervala i definiranje poboljšanja u funkcioniranju prijevoznog sredstva u kontekstu zamjene dijelova koji su istrošeni i kojima prijeti rizik od otkazivanja. Nadalje, Industrija 4.0. ima znatan utjecaj i na upravljanje prometnim tokovima, Giannopoulos i sur. (2012) navode kako dolazi do razvoja inteligentnih transportnih sustava koji omogućuju znatno učinkovitije i djelotvornije informiranje korisnika javnog gradskog prijevoza, odnosno prometa općenito, nadzor nad vremenskim uvjetima, praćenje transporta, povećanje sigurnosti odvijanja prometa u cjelini itd. kroz implementaciju senzora, automatiziranih sustava, umjetne inteligencije i ostalih tehnologija. Dakle, primjena i utjecaj Industrije 4.0 u području prometa raznolika je i determinirana je u prvom redu samim dizajnom sustava i potencijalom transformacije sustava s tradicionalnog načina funkcioniranja na digitalni.

3.2 Utjecaj Industrije 4.0 na mobilnost

Razvoj električnih vozila potaknut razvojem Industrije 4.0 rezultirao je stvaranjem prijevoznih sredstava kao što su to električni romobili, odnosno električni bicikli značajno mogu utjecati na mobilnost. Drugim riječima, električni romobili značajno mogu povećati brzinu kojom stanovnici grada mogu prevaliti kraće udaljenosti. Isto se odnosi i na električne bicikle koji omogućuju, osim prelaska većih udaljenosti u odnosu na pješaćenje, i prijevoz robe čime se može smanjiti potreba za upotrebom automobila. Osim toga, Udaeta, Chaud, Gimenes i Galvao (2015) navode kako kroz primjenu električnih bicikala i električnih romobila se može utjecati i na manji broj automobila, a što može rezultirati i smanjenjem zagađenja zraka u urbanom području. No, Soe, Mikheeva (2017) navode kako je jedan od najznačajnijih utjecaja Industrije 4.0 na mobilnost znatno lakše plaćanje karte u javnom gradskom prijevozu. Kroz provođenje digitalnih plaćanja može se smanjiti potreba za zapošljavanjem osoba koje će biti zadužene za prodaju karata, odnosno može se smanjiti potreba za papirom i plastikom koja se upotrebljava za izradu karata. S druge strane, Jittrapirom, Caiati, Feneri, Ebrahimigharehbaghi, Alonso

González, Narayan (2017) navode kako dolazi i do pojave mobilnosti kao usluge koja omogućuje korištenje različitih modova transporta uz primjenu jedne kupljene karte. Dakle, dolazi do mogućnosti dijeljenja automobila, javnih bicikala, motocikala, itd. Sve opisano se može pozitivno odraziti na smanjenje zagađenja, odnosno može utjecati na povećanje mobilnosti.

4. INDUSTRIJA 4.0 U PROMETU I MOBILNOSTI KAO ODGOVOR NA COVID-19

Jedan od temeljnih izazova povezan uz promet i mobilnost tijekom pandemije SARS CoV-2 virusa je mogućnost širenja zaraze, odnosno slobodna fluktuacija virusa između putnika. S obzirom na to, jedno od područja koje je potrebno regulirati, a kad je riječ o prometu i mobilnosti, je smanjenje nepotrebnog kontakta između putnika u transportnom sredstvu, odnosno putnika i površina prijevoznog sredstva. Potreba za smanjenjem kontakta posebno je značajna ako se govori o međunarodnom prometu u kojem je neophodno izvršiti kontrolu osoba prilikom prelaska preko graničnog prijelaza, odnosno kontrolu osobnih isprava. S druge strane, jedan od izazova koji se javlja je i potreba za dezinfekcijom transportnog sredstva i mogućnost bez kontaktnog mjerenja temperature, kupnje karata za prijevoz, odlaganja prtljage i transporta prtljage do mjesta gdje će prtljaga biti ukrcana u prijevozno sredstvo. S obzirom na potencijal koji ima industrija 4.0 kad se govori o automatizaciji i mogućnosti da automatizirani sustavi obavljaju pojedine aktivnosti umjesto operatera tj. ljudi, evidentno je kako Industrija 4.0, odnosno pojedine tehnologije koje se razvijaju u okviru Industrije 4.0 mogu biti osnova za smanjenje rizika od zaraze, odnosno povećanje sigurnosti samih putnika koji koriste sredstva javnog prijevoza. Tablica 3 prikazuje mogućnost korištenja tehnologija Industrije 4.0 u prometu i mobilnosti. Osim što je opisana mogućnost primjene tehnologija Industrije 4.0, u tablici 3 je prikazan i dosadašnji način obavljanja aktivnosti. Vidljivo je kako tehnologije Industrije 4.0 omogućuju učinkovitije i djelotvornije obavljanje pojedinih aktivnosti, odnosno znatno manji rizik što je zbog pandemije od posebne važnosti. Whitelaw, Mamas, Topol, Van Spall (2020) navode kako je jedna od tehnologija koja je posebno značajna senzorika, odnosno umjetna inteligencija koja omogućuje mjerenje temperature putnika u javnom gradskom prijevozu, odnosno omogućuje znatno jednostavniji prelazak graničnog prijelaza budući da umjetna inteligencija ima sposobnost prepoznavanja lica i pregledavanja identifikacijskih isprava putnika. Kad se govori o primjeni drugih tehnologija Industrije 4.0 u prometu i mobilnosti, potrebno je spomenuti i dezinfekciju vozila, odnosno prostora pomoću robotiziranog sustava koji na sebi ima implementiran UV sustav čijim se djelovanjem može dezinficirati prostor. Nadalje, razvoj prijavnih kioska u zračnim lukama, odnosno terminalima omogućuje smanjeni kontakt putnika s osobljem tj. zaposlenicima čime se ujedno i smanjuje rizik od širenja zaraze. Drljača, Štimac, Bračić, Petar (2020) navode kako se takvi kiosci mogu redovito dezinficirati, a putnici na njima mogu, osim prijave, kupiti kartu ili obaviti slične operacije. Isto se odnosi i na sigurnosni pregled putnika, odnosno prtljage. Razvojem senzora

i umjetne inteligencije postoji mogućnost stvaranja sustava koji automatski pregledava prtljagu putnika, odnosno vrši pregled nose li putnici zabranjene predmete poput oružja ili drugih opasnih predmeta.

Tablica 3: Mogućnosti primjene tehnologija Industrije 4.0 u prometu i mobilnosti

Aktivnost	Dosadašnji način obavljanja	Novi način obavljanja
Prijava na let	Pregled dokumenata putnika na šalteru i izdavanje karte.	Pomoću kioska koji nudi mogućnost prijave i skeniranja dokumenata.
Sigurnosni pregled	Ručnim pregledom prtljage i putnika	Pomoću sustava opremljenih senzorima koji se aktiviraju na prisustvo zabranjenih predmeta.
Prelazak granice	Pregledom putovnice i drugih dokumenata putnika od strane službene osobe	Sustav umjetne inteligencije prepoznaje putnika i vrši analizu dokumenata.
Kupnja karata	Na kioscima, odnosno na posebnim uređajima u prijevoznom sredstvu	Pomoću mobilne aplikacije koja generira QR kod koji se može skenirati i pomoću kojeg se može analizirati ispranost karte.
Mjerenje temperature	Pomoću ručnog laserskog mjerača temperature	Pomoću kamera koje mjere i registriraju temperaturu putnika.
Pregled prije ukrcaja	Dosadašnji način ukrcaja (na letove) podrazumijeva provjeru dokumenata putnika od strane operatera	Sustav umjetne inteligencije može analizirati dokumente i zabilježiti ukrcaj putnika
Praćenje zaražene osobe	Isključivo uvidom u dokumente i pretraživanjem baze zaraženih osoba	Pomoću praćenja pozicije pametnog telefona
Upotreba dronova	Operateri ručno dostavljaju robu na vrata kupca što može utjecati na rizik od zaraze.	Dronovi dostavljaju pošiljke izravno kupcu bez kontakta.
Transport prtljage	Operateri ručno ukrcavaju prtljagu na prijevoza sredstva, odnosno iskrcavaju.	Automatizirani sustavi poput robota ukrcavaju i iskrcavaju prtljagu čime se smanjuje mogućnost zaraze.
Analiza trendova	Ručno brojanje prometa, ručna analiza i prikupljanje podataka	Prikupljanje podataka pomoću senzora i korištenje data mining tehnika za otkrivanje obrazaca.

Izvor: Prilagodio autor prema Drljača, M., Štimac, I., Bračić, M., & Petar, S. (2020). The Role and Influence of Industry 4.0. in Airport Operations in the Context of COVID-19. Sustainability, 12(24), 10614.

Cilj primjene tehnoloških rješenja Industrije 4.0 u prvom redu odnosi se na smanjenje međusobnog kontakta između korisnika javnog gradskog prijevoza, odnosno kontakta između zaposlenika terminala sa korisnicima. Osim tehnologija koje su opisane u Tablici 3, jedna od tehnologija koja može smanjiti potrebu za međusobnim kontaktom između putnika i zaposlenika je Internet stvari. Internet stvari kroz međusobno umrežavanje može omogućiti

razmjenu informacija o putnicima, odnosno informacija koje se odnose na prtljagu. Isto tako, Whitelaw, Mamas, Topol, Van Spall (2020) navode kako se kroz umrežavanje različitih sustava može omogućiti pravovremeno obavješćavanje o zaraženom putniku tj. putniku koji ima povišenu tjelesnu temperaturu i takvog se putnika može izdvojiti iz grupe, a sve bliske kontakte putnika moguće je obavijestiti pomoću pametnih telefona da su bliski kontakti zaraženog. Sličan sustav korišten je i u provinciji Wuhan u Kini, koja je središte izbijanja pandemije, u kojoj su svi bliski kontakti dobili pravovremenu informaciju o potrebi samoizolacije. Kad se govori o primjeni Industrije 4.0 u logistici, odnosno transportu, razvoj umjetne inteligencije, odnosno automatiziranih sustava omogućuje zaprimanje pošiljke bez kontakta operatera s pošiljkom, odnosno dostavljačem. Automatizirana skladišta omogućuju osiguranje kontinuiteta poslovanja budući da sve skladišne aktivnosti obavljaju robotski sustavi bez prisustva čovjeka, a čime se rizik od moguće zaraze i prestanka funkcioniranja skladišnog sustava zbog zaraze znatno smanjuje. Osim toga, autonomna vozila, iako još u razvoju, u budućnosti mogu zamijeniti vozača što će omogućiti obavljanje transportnog posla bez značajnijih utjecaja potencijalnih virusa u budućnosti na vozača.

5. ZAKLJUČAK

Pandemija SARS CoV-2 virusa ima značajan utjecaj na funkcioniranje svih sustava. Zbog porasta rizika od zaraze dolazi i do potrebe razvoja drugačijeg pristupa organiziranja aktivnosti u prometu i mobilnosti. Kao jedno od rješenja koje se može uzeti u obzir prilikom smanjenja rizika od zaraze ističu se tehnologije Industrije 4.0. Međutim, za primjenu tehnologija Industrije 4.0. u prometu i mobilnosti neophodno je prilagoditi prometni sustav, tj. prometnu suprastrukturu i infrastrukturu. Suprastruktura se odnosi na prometna sredstva, odnosno uređaje koji se nalaze unutar infrastrukture i koji su neophodni za normalno funkcioniranje infrastrukture. Infrastruktura se odnosi na zgrade koje također trebaju proći kroz prilagodbu u vidu drugačijeg dizajna mjesta na kojima su smješteni zaposlenici. Tehnologije Industrije 4.0 mogu smanjiti potrebu za međusobnim kontaktom između zaposlenika, odnosno između korisnika. Međutim, potrebno je naglasiti kako implementacija tehnologija Industrije 4.0 od kojih su neke opisane u ovom radu sa sobom donosi i rizike vezane uz mogućnost pregleda informacija vezanih uz putnike od strane neautoriziranih osoba, odnosno zloupotrebe takvih informacija. Praktična primjena rezultata istraživanja opisanog u ovom radu odnosi se na mogućnost dizajniranja sustava koji će omogućiti smanjenje rizika od moguće zaraze, odnosno širenja virusa u sredstvima masovnog prijevoza putnika. Preporuke za buduće istraživače ovog područja odnose se na stvaranje modela koji bi povezoao tehnologije Industrije 4.0 u skladnu cjelinu, a što bi olakšalo implementaciju opisanih tehnologija u praksi.

LITERATURA

- [1]. Brlek, P., Cvitković, I., Martinčević, I. & Kos, G. (2020) Economic Aspects of the COVID-19 pandemic on external transport costs. 61st International Scientific Conference on Economic and Social Development - "Corporate social responsibility in the context of the development of entrepreneurship and small businesses".
- [2]. Campbell, S., O'Mahony, N., Krpalcova, L., Riordan, D., Walsh, J., Murphy, A., & Ryan, C. (2018, June). Sensor technology in autonomous vehicles: A review. In 2018 29th Irish Signals and Systems Conference (ISSC) (pp. 1-4). IEEE.
- [3]. Drljača, M., Štimac, I., Bračić, M., & Petar, S. (2020). The Role and Influence of Industry 4.0. in Airport Operations in the Context of COVID-19. Sustainability, 12(24), 10614.
- [4]. Ervural, B. C., & Ervural, B. (2018). Overview of cyber security in the industry 4.0 era. In Industry 4.0: managing the digital transformation (pp. 267-284). Springer, Cham.
- [5]. Giannopoulos, G., Mitsakis, E., Salanova, J. M., Dilara, P., Bonnel, P., & Punzo, V. (2012). Overview of Intelligent Transport Systems (ITS) developments in and across transport modes. JRC Scientific and policy reports, 1-34.
- [6]. Harapan, H., Itoh, N., Yufika, A., Winardi, W., Keam, S., Te, H., ... & Mudatsir, M. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review. Journal of infection and public health.
- [7]. Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A. M., Ebrahimigharehbaghi, S., Alonso González, M. J., & Narayan, J. (2017). Mobility as a service: A critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges.
- [8]. Loske, D. (2020). The impact of COVID-19 on transport volume and freight capacity dynamics: An empirical analysis in German food retail logistics. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 6, 100165.
- [9]. Przybyłowski, A., Stelmak, S., & Suchanek, M. (2021). Mobility Behaviour in View of the Impact of the COVID-19 Pandemic—Public Transport Users in Gdansk Case Study. Sustainability, 13(1), 364.
- [10]. Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. Sage Open, 6(2), 2158244016653987.
- [11]. Shen, J., Duan, H., Zhang, B., Wang, J., Ji, J. S., Wang, J., ... & Shi, X. (2020). Prevention and control of COVID-19 in public transportation: experience from China. Environmental pollution, 115291.
- [12]. Skarbek-Żabkin, A., & Szczepanek, M. (2018, April). Autonomous vehicles and their impact on road infrastructure and user safety. In 2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety (pp. 1-4). IEEE.
- [13]. Soe, R. M., & Mikheeva, O. (2017, May). Combined model of smart cities and electronic payments. In 2017 Conference for E-Democracy and Open Government (CeDEM) (pp. 194-205). IEEE.

- [14]. Soria, J., & Talavera, R. (2013). Pedestrian Mobility Environments: Defenitions, Evaluation and Prospects. In AESOP-ACSP Joint Congress. Dublin.
- [15]. Suau-Sanchez, P., Voltes-Dorta, A., & Cugueró-Escofet, N. (2020). An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it?. Journal of Transport Geography.
- [16]. Udaeta, M. E. M., Chaud, C. A., Gimenes, A. L. V., & Galvao, L. C. R. (2015). Electric vehicles analysis inside electric mobility looking for energy efficient and sustainable metropolis. Open Journal of Energy Efficiency, 4(01), 1.
- [17]. Whitelaw, S., Mamas, M. A., Topol, E., & Van Spall, H. G. (2020). Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. The Lancet Digital Health.

