

SUVREMENI INFORMACIJSKI SUSTAVI U JAVNOM PRIJEVOZU U PAMETNIM GRADOVIMA

Jašić, Tea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of economics Split / Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:124:179740>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

Repository / Repozitorij:

[REFST - Repository of Economics faculty in Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
EKONOMSKI FAKULTET**

ZAVRŠNI RAD

**SUVREMENI INFORMACIJSKI SUSTAVI U
JAVNOM PRIJEVOZU U PAMETNIM
GRADOVIMA**

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Maja Ćukušić

Student:

Tea Jašić, 1181548

Split, kolovoz 2021.

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	4
1.1. Definiranje problema istraživanja.....	4
1.2. Ciljevi rada.....	4
1.3. Metode rada	4
1.4.Struktura (sadržaj) rada	4
2. PAMETNI GRAD I JAVNI PRIJEVOZ U PAMETNOM GRADU (SMART MOBILITY).....	5
2.1. Općenito o pametnom gradu	5
2.2. Javni prijevoz u pametnom gradu (Smart mobility)	9
3. KLASIFIKACIJA SUVREMENIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U JAVNOM PRIJEVOZU U PAMETNIM GRADOVIMA	11
3.1. Sustavi za naplatu i karte	11
3.1.1. Sustavi za automatsku naplatu usluge prijevoza (engl. Automated fare collection service ili AFCS).....	11
3.1.2. Smart ticketing system (Smart citizen card)	14
3.2. Sustavi za sakupljanje informacija	17
3.2.1. Automatic vehicle location system (AVLS).....	17
3.2.2. Data analysis and real – time management	19
3.2.3. Fleet management system.....	21
3.3. Sustavi za održavanje vozila	22
3.3.1. Depot management system.....	22
3.4.Sustavi za informiranje putnika	24
3.4.1. Passenger information system (PIS).....	24
3.4.2. Real – time vehicle monitoring.....	26
3.5. Sustavi za sigurnost u prometu	27
3.5.1. Smart camera systems	27
3.5.2. Green public transportation – IoT senzori	29
3.6. Sustavi automatskog upravljanja vozilom	31
3.6.1. Autonomous vehicle (AV) public transportation system.....	31
3.7.Sustavi za dijeljenje vozila	34
3.7.1. Car sharing service	34
3.7.2. Bicycle sharing service.....	36
4. PRIMJERI UPOTREBE SUVREMENIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U JAVNOM PRIJEVOZU U PAMETNIM GRADOVIMA	37
4.1. Rim – Integrirani mobilni e – ticketing servis i PIS	37
4.2. Pariz – AV metro linija 1	39
4.3. London – Green public transport	41

4.4. Split – bicycle sharing system	43
5. ZAKLJUČAK	45
LITERATURA.....	46
SAŽETAK.....	52
SUMMARY	52

1. UVOD

1.1. Definiranje problema istraživanja

Kao jedna od temeljnih značajki pametnih gradova ističe se informatizacija javnog prijevoza. Glavna ideja primjenjivanja suvremenih informacijskih sustava kod javnog prijevoza jest suočavanje s različitim problemima kako bi se poboljšala efikasnost te unaprijedila kvaliteta života u pametnom gradu.

U završnom će se radu predstaviti klasifikacija i analiza suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu u pametnim gradovima.

1.2. Ciljevi rada

Cilj je rada prikazati koji se suvoremeni informacijski sustavi implementiraju u svrhu unapređenja javnog prijevoza kod koncepta pametnih gradova. U tu će se svrhu koristiti adekvatna literatura i sekundarni podaci kako bi se prikazale sve karakteristike i klasificirali suvoremeni informacijski sustavi u javnom prijevozu.

U radu će biti prikazani primjeri pametnih gradova koji koriste suvremene informacijske sustave u javnom prijevozu, napraviti će se njihova analiza te utvrditi koje su njihove koristi za pametne gradove koji ih primjenjuju.

1.3. Metode rada

Metode rada koje će biti upotrijebljene za izradu ovog završnog rada su sljedeće: metoda analize, metoda sinteze, metoda usporedbe, deskriptivna metoda i metoda studije slučaja.

1.4. Struktura (sadržaj) rada

Rad će se sastojati od sljedećih pet cjelina:

1. Uvod
 - a. Problem, ciljevi, metode i sadržaj rada
2. Pametni grad i javni prijevoz u pametnom gradu (*smart mobility*)

3. Klasifikacija suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu u pametnim gradovima
4. Primjeri upotrebe suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu u pametnim gradovima
5. Zaključak

2. PAMETNI GRAD I JAVNI PRIJEVOZ U PAMETNOM GRADU (SMART MOBILITY)

2.1. Općenito o pametnom gradu

Svjetska populacija danas broji više od 7,5 milijardi ljudi, a više od dvije trećine svjetske populacije živi u urbanim područjima. Pretpostavlja se da će do 2050. na Zemlji živjeti više od 9 milijardi ljudi.¹ Upravo zbog povećanja svjetske populacije dolazi do pomanjkanja prirodnih resursa te se gradovi moraju suočiti s velikim problemima povezanim s negativnim utjecajem na okoliš, društveni razvoj i ekonomski rast. Odgovor na ova pitanja leži u pojavi ideje nove vrste grada, odnosno u konceptu „pametnog grada“ (eng. *smart city*).

Pametni grad ili *smart city* novi je koncept upravljanja gradovima koji je u posljednje vrijeme sve popularniji, a koji najčešće uključuje sljedeće: održivi razvoj, inteligentne i povezane gradske sustave, inovativno rješavanje gradske problematike i uređenje gradova.² Prisutan je velik broj naziva koji se upotrebljavaju za koncept pametnog grada, a koji su na primjer: umreženi grad, inteligentni grad, digitalni grad, tehnograd i drugo.³

Čitav koncept pametnih gradova počiva na traženju načina kojima se može pristupiti razvoju i povezivanju inovativnih i modernih tehnoloških rješenja, a koja bi svakom građaninu trebala pružiti kvalitetniji život u gradu. U literaturi postoji velik broj definicija koje se upotrebljavaju kako bi se definirao pojam pametnog grada, a neke od definicija različitih autora bit će prikazane u nastavku. Općenito, možemo reći da pametni grad predstavlja upotrebu informacijskih i komunikacijskih tehnologija za učinkovitije i

¹ Jukić T., Cvitanović Smode M., Smokvina M. (2010) "Vizije razvoja gradova početkom 21. Stoljeća, Usporedba planerskih postupaka: Pariz, London, Helsinki, Amsterdam"

² Paliaga M., Oliva E. (2018): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, str. 565

³ Caragliu, A., de Bo, C., Nijkamp, P. (2009): Smart cities in Europe

djelotvornije javne i privatne usluge koja za cilj ima poboljšanje kvalitete života i smanjenje negativnog utjecaja koji život u gradovima ima na okoliš.⁴

Doug Washburn definira pametan grad na način da naglasak stavlja na upotrebu pametne računalne tehnologije. Prema njemu je pametna računalna tehnologija rješenje za nestašicu prirodnih resursa, neadekvatnu i lošu infrastrukturu, probleme okoliša te probleme ljudskog zdravlja.⁵

Nam i Pardo istraživali su moguća značenja pojma „pametan“ u kontekstu pametnog grada. Konkretno, „pametnost“ predstavlja korisniji izraz od izraza „inteligentan“, a koji je uglavnom ograničen na brzi um i reagiranje na povratne informacije. Ostale interpretacije sugeriraju da izraz „pametan“ sadrži izraz „inteligentan“ jer se pametnost ostvaruje samo kada se inteligentni sustav prilagodi potrebama korisnika. Upravo zato smatraju da ulijevanje inteligencije u svaki sistem grada (promet, obrazovanje, energija, zdravstvena njega, hrana, voda, javna sigurnost, itd.) nije dovoljno da grad postane pametan grad. Da bi grad postao pametan, on se treba tretirati kao povezan sistem, odnosno kao mreža.⁶

Colin Harrison pametan grad definira kao koncept koji povezuje fizičku, društvenu, poslovnu i IT infrastrukturu u svrhu potpunog iskorištavanja inteligencije grada.⁷

Susanne Dirks i Mary Keeling naglašavaju organsku integraciju sustava. Smatraju da nijedan sustav ne može funkcionirati izoliran te naglašavaju da je svrha informacija u infrastrukturi pametnih gradova poboljšanje komfora, očuvanje energije, omogućavanje učinkovitije mobilnosti, povećavanje kvalitete zraka i vode, učinkovitije iskorištavanje resursa te brza identifikacija i rješavanje problema.

Naime, vidljivo je da se gore navedene definicije različitih autora međusobno poprilično razlikuju te svaka od njih fokus stavlja na drugačiju stavku pametnog grada. Razlog tomu leži u činjenici da se gradovi međusobno razlikuju u potrebama, količini resursa te raspoloživoj infrastrukturi, stoga možemo zaključiti da definicija pametnog grada ovisi o konkretnoj situaciji grada o kojemu je riječ.

⁴ Dameri, R. P. (2016): Urban Smart Dashboard: Measuring Smart city performance , str. 2

⁵ Deen Maqbool A., Ramesh A. (2012): Conceptual Understanding of Smart Cities, str. 1

⁶ Nam, T.A. Pardo (2011): Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions, str. 284

⁷ C. Harrison, J. Paraszczak, P. Williams (2010): Foundations for Smarter Cities

Struktura pametnog grada trebala bi počivati na međusobnoj interakciji čovjeka, digitalne tehnologije i grada koji formira bazu pametnog grada.⁸ Neki od pojmova na kojima se temelji koncept pametnih gradova su:

- Informacijsko-komunikacijska tehnologija, ICT (engl. *Information and Communications Technology*) – rješenje kojim se postižu energetske manje zahtjevni proizvodi i usluge u proizvodnji, distribuciji i prijenosu električne energije te povećanju energetske učinkovitosti. Korištenjem ICT rješenja smanjuje se emisija stakleničkih plinova kao i onečišćenje okoliša.⁹
- Pametna mreža (engl. *Smart grid*) – mreža koja upravlja sustavom te mu osigurava pravilno funkcioniranje u slučaju kvara. Ukoliko ne bi postojala pametna mreža koja je kvalitetna, optimizirana i koja spaja i koordinira sve gradske sustave ne bi bilo ni pametnih gradova.¹⁰
- Pametno mjerenje – ima svrhu mjerenja, odnosno registriranja potrošene električne struje ili plina nakon čega se podaci automatski šalju isporučitelju. Prednosti pametnog mjerenja su točni podaci o utrošenim resursima koji u konačnici vode do učinkovitije potrošnje energetskih resursa. Na pokazivačima je moguće u svakom trenutku očitati potrošnju te je veća mogućnost da potrošnja bude optimalno raspoređena tijekom godine, a koja će u konačnici dovesti do pozitivnih utjecaja na okoliš i zdravlje ljudi.¹¹
- Komunikacija između uređaja, M2M (engl. *Machine to Machine*) – upotrebljava se za razmjenu podataka između strojeva, uređaja ili aplikacija (npr. između vozila, između bankomata, različitih automata za naplatu robe i usluga i slično). Svi se sustavi jednostavno mogu kontrolirati s udaljenosti koristeći mobilnu mrežu, a podaci se šalju u nadzorni centar.¹² Cilj je osigurati dostupnost svih informacija onim korisnicima kojima su potrebne za donošenje odluka.
- Internet stvari, IoT (engl. *Internet of Things*) – automatizaciju sustava i procesa stavlja u jedinstvenu, zajedničku inteligentnu mrežu. IoT podrazumijeva instalaciju

⁸ Mulligan C., Olsson M. (2013): Architectural implications of smart city business models: an evolutionary perspective, str. 81

⁹ Racan L. (2016): Razvoj pametnih gradova u Japanu, str. 9

¹⁰ Tomić D. (2015): Budućnost pametnih gradova

¹¹ Burazer B. (2012): Normizacija u procesu kreiranja „pametnih gradova“, str. 2

¹² Sokač Š. (2017): Perspektive za ulaganja i realizacije razvojnih projekata baziranih na konceptu „Pametnih gradova“ u Hrvatskoj, str. 15

raznih senzora i njihovo povezivanje u lokalne i gradske Internet mreže kako bi se dobila funkcija prepoznavanja, nadzora i upravljanja objektima.

- ITS (engl. *Intelligent Transport System*) – velik broj vozila u gradovima uzrokuje veliko onečišćenje zraka, emisiju stakleničkih plinova, prometne nesreće te gužve. Rješenje za smanjenje tih problema jest uvođenje inteligentnih transportnih sustava. ICT tehnologije primjenjuju se u procesu proizvodnje vozila, za unapređenje komunikacije mreže između vozila (engl. *Vehicle to Vehicle* – V2V), kao i između vozila i infrastrukturne mreže (engl. *Vehicle to Infrastructure* – V2I). Ovo rješenje optimizira prometne rute i tijek prometa na cestama, omogućuje lagano i jednostavno biranje između različitih prometnih sredstava, pozitivno utječe na proces proizvodnje vozila te povećava kapacitet protoka robe i ljudi u prometu.
- Energetska učinkovitost – obuhvaća bolje upravljanje i opskrbu energijom te štedljivost i upotrebu obnovljivih izvora energije. Jedan od pet ciljeva iz strategije razvoja Europe 2020 odnosi se na energetska održivost i klimatske promjene.¹³

Može se reći da je pametan grad onaj koji maksimalno koristi sljedeće značajke:

- Pametna ekonomija – obuhvaća poduzetništvo, inovativnost, produktivnost, fleksibilnost tržišta rada te međunarodnu suradnju.
- Pametni ljudi – oni ljudi koji imaju visoku razinu kvalifikacije, uče cjeloživotno, imaju visoku razinu fleksibilnosti i kreativnosti, otvorenih su umova i spremni su otvoreno sudjelovati u javnom životu.
- Pametna vlast – vlast koncipirana da sudjeluje u donošenju odluka, nuđenju javnih i socijalnih usluga te donošenju političkih strategija.
- Pametna mobilnost – omogućava lokalnu i nacionalnu pristupačnost, dostupnost infrastrukture te održivi, sigurnosni i inovativni transportni sustav.
- Pametni okoliš – održivo upravljanje resursima u svrhu zaštite okoliša
- Pametan život – život čije su sastavnice kulturni sadržaji, zdravstveni uvjeti, osobna sigurnost, kvaliteta stanovanja, obrazovne ustanove, turistička aktivnost te socijalna kohezija.¹⁴

¹³ Burazer B. (2012): Normizacija u procesu kreiranja „pametnih gradova“, str. 3

¹⁴ Grubišić, F. (2014): Uloga geoprостorne znanosti i tehnologije za razvoj održive budućnosti, str. 77

2.2. Javni prijevoz u pametnom gradu (*Smart mobility*)

Javni prijevoz naziv je za zajednički prijevoz putnika, odnosno predstavlja uslugu koja je dostupna za korištenje široj javnosti, a obično se obavlja po rasporedu, na unaprijed utvrđenim rutama te uz naknadu za svako putovanje. Javni prijevoz uključuje gradske autobuse, trolejbus, tramvaje i putničke vlakove, metro i podzemnu željeznicu te trajekte.

U današnje vrijeme čestih demografskih promjena u urbanim područjima, mijenja se značenje pojma javnog prijevoza. Ove promjene pritišću sve javne prometne sustave da usvoje inovativne strategije. Uvođenje tehnologija u javni prijevoz pokazalo se idealnim odgovorom na izazove mobilnosti u pametnim gradovima.¹⁵ Uzme li se u obzir pojam pametnog grada te svega što on predstavlja, može se lako zaključiti da je cijeli koncept nemoguće izvesti bez dobro riješene prometne infrastrukture. Potreba za uvođenjem pametnih rješenja u sektoru prometa opravdana je činjenicom da će do 2050. čak 60 % populacije živjeti u velikim gradovima. Upravo iz tog razloga potrebno je mijenjati prometne navike ljudi.

Pojam koji u današnjim trendovima urbanizacije posebno treba istaknuti je pametna mobilnost (eng. *Smart Mobility*). Pametna mobilnost pojam je koji se prvenstveno odnosi na prelazak s uobičajenog načina mobilnosti na budućnost mobilnosti oblikovanu na način da predstavlja „uslugu dostupnu na zahtjev“ korisnicima koji ostvaruju trenutni pristup besprijekornog sustava čistog, zelenog, učinkovitog i fleksibilnog prijevoza.¹⁶ Dakle, pametna mobilnost koristi nove tehnologije kako bi se povećala učinkovitost prometne mreže. Pametna mobilnost odnosi se i na inteligentne transportne sustave (ITS). Odnosi se na povezivanje automobila i na inteligentno upravljanje prometom. Pametna mobilnost omogućava podatke koji se pružaju putnicima u realnom vremenu, planiranje logistike, informatičke sustave koji odgovaraju ponudi i potražnji za mobilnošću te velika podatkovna rješenja. Pametna mobilnost uključuje i nove usluge mobilnosti i to u pogledu iskorištavanja postojećih kapaciteta, na iznajmljivanje i dijeljenje vozila, na nove biciklističke sustave, na korištenje pametnih telefona za olakšavanje mobilnosti i šire.¹⁷

Pametna mobilnost počiva na sljedećim načelima:

¹⁵ Eros Pani F., Misso F.E., Porru S., Repetto C. (2019): Smart mobility and public transport: Opportunities and challenges in rural and urban areas, str. 89

¹⁶ Anable J., Docherty I., Marsden G. (2017): The governance of smart mobility, str. 115

¹⁷ Scrudato, M. (2018): Smart Mobility Reinventing insurance for the future of mobility

- Učinkovitost – skraćuje se vrijeme putovanja te se povećava kvaliteta prijevoza do odredišta
- Fleksibilnost – putnici imaju višestruke izbore za različite situacije
- Integracija – rute su isplanirane od početka do kraja, bez obzira na način prijevoza koji se koristi
- Sigurnost – smanjuje se rizik od smrtnog stradanja i ozljeda
- Čista tehnologija – koristi se tehnologija koja ne uzrokuje zagađenje te promovira „nultu emisiju“ štetnih plinova u prometu¹⁸

Smanjivanje vremena čekanja putnika i održavanje učinkovitog kretanja prometa dva su primarna cilja pametnog javnog prijevoza. Ovi pristupi pametnom prijevozu koriste kombinaciju GPS praćenja i GSM/GRPS povezivanja za prenošenje podataka u stvarnom vremenu putnicima, što omogućava planiranje putovanja na vrlo precizan način. Također, možemo govoriti i o rješenjima koja ubrzavaju naplatu javnog prijevoza, automatizirane semafore koji rade ovisno o stanju na cestama, punionice električnih vozila te povezanom javnom prijevozu koji funkcionira kao cjelina. Moguće je uvesti i pametni sustav parkiranja i lociranja vozila te softver koji dojavljuje informacije o poželjnoj promjeni rute ovisno o uvjetima na prometnicama. ¹⁹Bitno se i osvrnuti na danas sve češću prijetnju terorizma, a mnogim je gradovima važno da u svakom trenutku mogu uspostaviti krizni plan koji će se moći provesti u bilo kojem trenutku. Kako bi ovi sustavi mogli funkcionirati, pod pametnu infrastrukturu treba uključiti i prometnice bez oštećenja i s kapacitetom koji podržava svakodnevnu opterećenost gradskih ulica. ²⁰

U narednim poglavljima bit će detaljno obrađeni najpoznatiji suvremeni informacijski sustavi u javnom prijevozu u pametnim gradovima te će biti prikazana njihova klasifikacija temeljena na provedenim istraživanjima.

¹⁸ Gabelica A. (2019): Analiza razvijenosti pametne mobilnosti u Hrvatskoj i svijetu, str. 10

¹⁹ GoDigital (2020): Pametni javni prijevoz temelj sustava pametnog grada (2020)

²⁰ Ride Amigos(2019): Smart Mobility in the Smart Cities of Tomorrow

3. KLASIFIKACIJA SUVREMENIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U JAVNOM PRIJEVOZU U PAMETNIM GRADOVIMA

3.1. Sustavi za naplatu i karte

3.1.1. Sustavi za automatsku naplatu usluge prijevoza (engl. *Automated fare collection service* ili AFCS)

Sustavi za automatsku naplatu usluge prijevoza ili AFCS sustavi su koji ostvaruju precizno, pouzdano i beskontaktno naplaćivanje usluge prijevoza doprinoseći stabilnom i produktivnom javnom prijevozu. AFCS se sastoji od automatske prodaje i provjere karata uz pomoć automata. Umjesto plaćanja karte za korištenje usluge javnog prijevoza na tradicionalan način, koriste se automati za prodaju karata te Internetske usluge.²¹ AFCS integrira različite funkcionalnosti kontrole, praćenja i održavanja različitih operacija prilikom postupka izdavanja, distribucije, prodaje i provjere valjanosti prijevozne karte. Bitno je naglasiti da svaki pametni grad AFC sustav treba prilagoditi svojim potrebama javnog prijevoza, a to zahtijeva brojne analize.

Glavne komponente ovog sustava su:

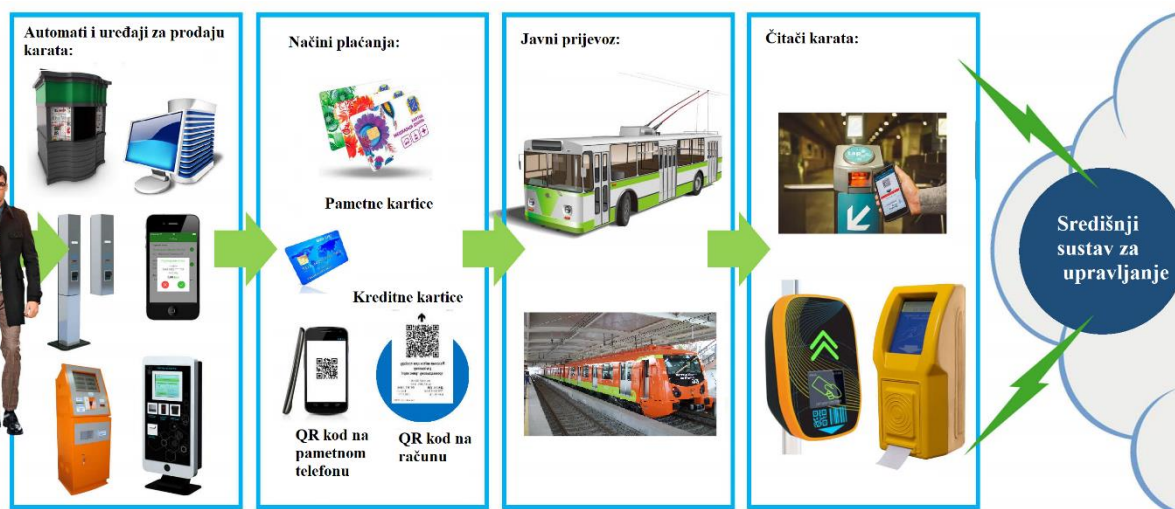
- Karte (papirne ili elektroničke)
- Automati za prodaju karata ili Internetske usluge s različitim mogućnostima plaćanja
- Povezani čitač karata
- Središnji sustav za upravljanje²²

AFCS funkcionira na način da korisnik usluge prijevoza obavi proces kupnje karte na odgovarajućem automatu za prodaju karata ili putem Interneta uz pomoć odabranog instrumenta plaćanja. Nakon kupnje karte, koja može biti u fizičkom ili digitalnom obliku, korisnik očitava kartu na čitaču karata koji provjerava ispravnost karte te u konačnici

²¹ The World Bank (2016): Public Transport Automatic Fare Collection Interoperability: Assessing Options for Poland, str. 12

²² Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A. (2016): Automatic Fare Collection (AFC), str. 1

omogućava korisniku da koristi uslugu javnog prijevoza. Svi navedeni koraci u ovom procesu navođeni su i kontrolirani od strane središnjeg sustava za upravljanje.



Slika 1: Komponente AFCS – a

Izvor: lotgroup, <https://lotgroup.eu/product/smart-city/afc/>

Ovi sustavi ključna su komponenta sustava održive, visokokvalitetne usluge javnog prijevoza te predstavljaju visokotehnološko i ekskluzivno rješenje dizajnirano za unapređenje javnog prijevoza. Ovakvi sustavi zahtijevaju integrirane i stabilne platforme za omogućavanje održavanja lakog protoka putnika u udarnim terminima te prikupljanje podataka. Međutim, njihova je implementacija složen i dalekosežan pothvat koji utječe na sve dijelove transportne organizacije i može potrajati nekoliko godina da bi se ostvario. Ukratko rečeno, AFCS nije jednostavan IT projekt za unapređenje usluge javnog gradskog prijevoza.²³ Da bi se AFCS uspješno implementirao, donositelji odluka moraju iznijeti jasnu viziju, vodeći računa da njihov integrirani sustav izdavanja karata udovoljava brojnim ključnim kriterijima kao što su:

- Sustav bi trebao biti interoperabilan, fleksibilan, siguran i skalabilan
- Sustav bi se trebao razvijati u gradskom vlasništvu te bi se trebalo spriječiti preuzimanje od strane privatnih davatelja usluga²⁴

²³ European Bank for Reconstruction and Development (2017): On the move: delivering automated fare collection, str. 1

²⁴ Canon Rubiano L., Darido G. (2019): The ticket to a better ride: How can Automated Fare Collection improve urban transport?

Tradicionalni sustavi prodaje karata, bez obzira jesu li gotovinski ili digitalizirani, ne udovoljavaju uvijek današnjim zahtjevima što pružateljima usluga predstavlja velik izazov koji je potrebno zadovoljiti. Sustavi za automatsku naplatu usluge prijevoza nude veću razinu transparentnosti i to ne samo za naplaćivanje karata, već se značajno smanjuje i razina zlouporabe, krađe i korupcije jer se smanjuje broj plaćanja prijevoznih usluga gotovinom.

Prednosti uvođenja sustava za automatsku naplatu usluge prijevoza za davatelje usluga prijevoza su:

- Smanjenje gotovinskih plaćanja čime se smanjuju troškovi
- Objedinjena platforma koja omogućava pristup raznim javnim uslugama
- Smanjenje troškova za servisiranje infrastrukture
- Smanjenje troškova za infrastrukturnu podršku za prodaju karata
- Poboljšanje učinkovitosti kodiranjem, obradom i distribucijom karata elektroničkim putem
- Smanjenje troškova kao rezultat centraliziranog upravljanja sustavom za izdavanje karata
- Smanjeni rizici od prijevare te zloupotrebe karata
- Učinkovita kontrola zahvaljujući mnogobrojnim izvještajima
- Niski troškovi ulaganja
- Mogućnost dobivanja statističkih podataka potrebnih za analizu i upravljanje operativnim aktivnostima

Prednosti uvođenja sustava za automatsku naplatu usluge prijevoza za korisnike usluga prijevoza su:

- Jednostavna naplata s jednog računa
- Mogućnost dopunjavanja iznosa na računu odabranim instrumentom plaćanja
- Automatski pristup najboljim cijenama i ponudama
- Besprijekorno korisničko iskustvo
- Pojedinačni pristup višestrukim uslugama prijevoza

Za korisnike usluga prijevoza razvoj AFCS-a presudan je korak prema povećanju učinkovitosti i pristupačnosti javnog prijevoza. Ovdje je ključna riječ integracija. AFCS danas su kompatibilni s velikim brojem načina plaćanja, osim pametnih kartica – uređaji za

komunikaciju u blizini naplatnog polja (uključujući pametne telefone), debitne i kreditne kartice, platforme za e-trgovinu (npr. PayPal, AliPay), pa čak i ispisani QR kodovi, jednokratne lozinke i SMS.

Omogućavajući višestrukim prometnim sustavima da imaju pristup podacima o plaćanju kroz cijelu mrežu, AFCS tehnologija putnicima znatno olakšava pristup različitim sustavima za ostvarivanje prava kao što su subvencije određenim skupinama stanovništva (korisnici s nižim prihodima, umirovljenici, studenti), diferencirane cijene ovisno o dobu dana, korištenje tjednih karata, otključavanje ulaznih vrata za korisnike s invaliditetom, vraćanje neiskorištenog stanja na izgubljenju kartici pa čak i pružanje „kreditnog“ putovanja kada stanje na kartici padne na nulu. Uvođenjem 5G, zajedno sa zasićenjem na tržištu pametnih telefona, osigurano je da većina stanovništva ima tehnologiju u pokretu što omogućava bolje funkcioniranje AFCS sustava u većini zemalja.²⁵

AFCS, osim što olakšavaju prodaju karata za prijevoz, generiraju i mnoštvo anonimnih podataka o korisnicima potičući na taj način inovacije u sektorima koji za cilj imaju poboljšanje pružanja usluga i korisničkog iskustva te integriranje usluga i učinkovitiju obradu transakcija. Primjerice, AFCS podaci u kombinaciji s podacima o automatskom lociranju vozila (AVL) vrijedni su izvori koji omogućavaju da se bolje razumiju obrasci mobilnosti, prepoznaju nedostaci, ali i prijetnje u sustavu javnog prijevoza.²⁶

3.1.2. Smart ticketing system (Smart citizen card)

Tradicionalna prijevozna karta je papir ili karton s podacima o podrijetlu i odredištu putovanja koje je plaćeno te bilo kojim povezanim uvjetima kao što su fleksibilnost, doba dana kada je dopušteno koristiti kartu i zakonski uvjeti koji vrijede za putovanje. Kako bi se povećala fleksibilnost za putnike i smanjila potreba korištenja printera u svrhu izdavanja karata, mnogi pružatelji usluga javnog prijevoza nude niz novih vrsta karata, uključujući one koje se temelje na QR kodovima koji se mogu prikazati na zaslonima pametnih telefonima i skenirati na ulaznim čitačima.²⁷

²⁵ Grad view research (2019): utomated Fare Collection Market Size, Share & Trends Analysis Report By System (TVM, TOM), By Technology (Smart Card, NFC), By Application, By Component (Hardware, Software), And Segment Forecasts, 2019 - 2025

²⁶ Canon Rubiano L., Darido G. (2019): The ticket to a better ride: How can Automated Fare Collection improve urban transport?

²⁷ Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport S ystems (ITS) in sustainable urban mobility planning, str. 48

Inovacije u izdavanju karata poklopile su se s inovacijama u tehnologijama plaćanja. Brojni gradovi danas izdaju neki oblik pametne kartice, odnosno uređaj veličine kreditne kartice koji ima malu količinu procesorske snage te skladište na mikročipu koji je ugrađen u pametnu karticu. Pametna kartica električnu energiju dobiva iz komunikacije s infrastrukturom u bliskom polju tako da napajanje baterije nije potrebno. Ova se vrsta gradske kartice može izdati jednokratno za jedno putovanje, ali postoje i kartice koje se mogu puniti novcem ovisno o željama i potrebama korisnika kartice. Također, postoje i kartice koje služe kao tjedna, mjesečna ili godišnja karta za prijevoz. Tradicionalne banke i kompanije kreditnih kartica također su se pojavile na tržištu prijevoznih usluga nudeći beskontaktnu platnu karticu u gradskom prijevozu na „swipe in“ i „swipe out“ terminalima.

Pametne kartice omogućavaju korisnicima usluga javnog prijevoza da neometano ulaze i izlaze iz autobusa, tramvaja ili vlakova bez korištenja tradicionalnih sustava plaćanja poput gotovine ili kupnje papirnatih karte. Beskontaktnu pametnu karticu korisnik može skenirati na statičkom ili ručnom automatu za prodaju karata kako bi odobrio svoje putovanje.

Sustav pametnih karata stavlja putnika na prvo mjesto i smatra se jednim od bitnijih čimbenika koji potiče ljude na korištenje javnog prijevoza jer ima sljedeće karakteristike:

- Praktičnost – uklanja potrebu za gotovinom
- Fleksibilnost – karte se mogu kupiti unaprijed i putem Interneta
- Brzina – smanjuje se vrijeme potrebno za ukrcaj i iskrcaj, a posljedično se povećava i točnost javnog prijevoza
- Jednostavnost upotrebe – može se koristiti tijekom putovanja „od vrata do vrata“ kod različitih načina prijevoza²⁸

Postoji mnogo prednosti korištenja sustava pametnih karata, a uglavnom su isti kao i one kod sustava za automatsku naplatu usluge prijevoza s obzirom da su sustavi pametnih karata u većini slučajeva važan dio AFCS-a. Neke od prednosti korištenja sustava pametnih karata su:

- Smanjeni troškovi rukovanja gotovinom
- Smanjen rizik od prijevare
- Dostupnost poslovnih podataka u stvarnom vremenu
- Veća fleksibilnost u određivanju cijena karata

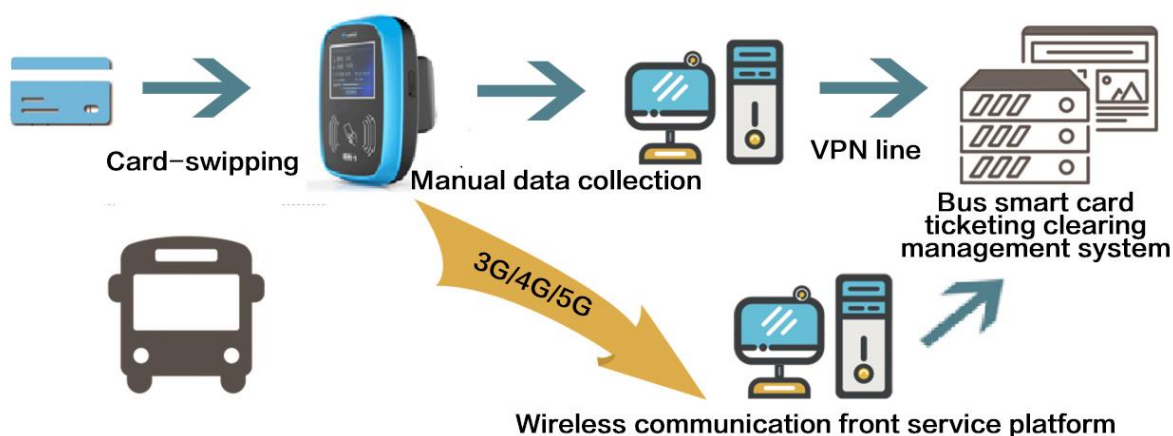
²⁸ ITSO (2018): What is smart ticketing?

- Lakše provođenje promjena u prijevoznom sustavu

Dizajnu sustava pametnih karata treba pristupiti s velikom pažnjom. Mnogi pružatelji usluga javnog prijevoza pokrenuli su vlastite e-scheme kako bi potaknuli lojalnost marki. Usluge bi trebalo planirati da se osigura da izdavatelji kartica i kompanije koje upravljaju računima nemaju monopol te da su zajamčene buduće nadogradnje i promjene sustava.

Kod sustava pametnih karata bitno je naglasiti da korisnici prijevoznih usluga žele „univerzalnu“ karticu, a ne novčanik s puno kartica. Stoga brojni pružatelji usluga javnog prijevoza nude korisnicima jednostavnost držanja samo jedne karte za sva putovanja ili zasebne karte u jednom sigurnom pametnom novčaniku. Na ovaj se način izbjegava složenost, rukovanje brojnim podacima te neugodnost za korisnika.²⁹

Jedan od značajnijih ishoda primjene sustava pametnih karata svakako je uvođenje novih proizvoda u sustav prijevoznih usluga koji prilikom korištenja tradicionalne karte nisu bili mogući. Postoje različite vrste rješenja koje najbolje odgovaraju zahtjevima različitih vrsta putovanja, kao što su, na primjer, pametne kartice u gradskim prometnim mrežama koje se često koriste i gdje su protok i brzina transakcija važni te bar kodovi na međugradskim željeznicama gdje je lakoća kupnje karte važna.



Slika 2: Smart ticketing system

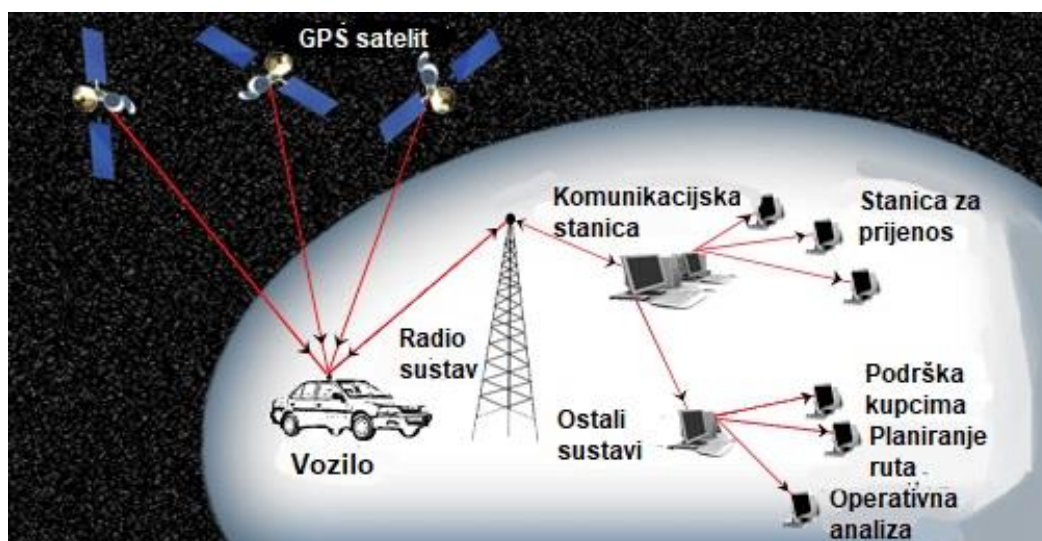
Izvor: <https://en.wxhjie.com/b070c208-ccfa-c7d3-c271-bb71a6e5df2a/9322782a-b69d-a348-6f6f-0a98f98aa9a4.shtml>

²⁹ The World Bank (2016): Public Transport Automatic Fare Collection Interoperability: Assessing Options for Poland, str. 13

3.2. Sustavi za sakupljanje informacija

3.2.1. Automatic vehicle location system (AVLS)

Velik broj godina dizajneri urbanih komunikacijskih sustava radili su na razvoju uređaja i sustava koji mogu kontinuirano nadzirati položaj i status vozila koja se nalaze u urbanom okruženju.³⁰ Proliferacija jeftinih i kompaktnih GPS prijamnika utjecala je na pojavu sustava automatskog lociranja vozila ili AVL koji danas gotovo isključivo koriste satelitske sustave za lociranje. AVL je sustav za zapovijedanje i upravljanje namijenjen prije svega praćenju vozila, s ciljem dobivanja preciznih koordinata kao što su vrijeme i mjesto određenog objekta promatranja. Korisnici podataka mogu na taj način putem uređaja stanica GPS-a u svakom trenutku vidjeti i biti u kontaktu s određenim vozilom.³¹ Ukratko, AVL sustavi imaju dva glavna dijela: GPS sustave na svakom vozilu javnog prijevoza koji prate lokaciju u stvarnom vremenu i softver koji prikazuje lokaciju autobusa na karti. GPS se obično prenosi najprije do satelita, a zatim do krajnjeg korisnika putem različitih informacijskih sustava u javnom prijevozu.³²



Slika 3: Sistem funkcioniranja AVL baziranog na GPS-u

Izvor: <https://www.roseindia.net/technology/vehicle-tracking/automatic-vehicle-location-advantage.shtml>

Formalno rečeno, AVL sustav je zbir elektroničkih ili elektromehaničkih uređaja koji se koriste za prikupljanje podataka o položaju vozila u urbanim područjima. Ključna riječ u ovoj definiciji je automatska s obzirom da sustav ne bi trebao zahtijevati (ili možda samo

³⁰ Riter S. (1977): Automatic vehicle location – An overview, str. 1

³¹ Ministarstvo unutarnjih poslova (2012): Videokonferencija s prezentacijom sustava AVL-a

³² U.S. Department of homeland security (2009): Automatic Vehicle Locating Systems, str. 1

povremeno) akciju od strane operatera vozila. Ovi uređaji kombiniraju GPS tehnologiju, „street – level“ mapiranje te intuitivno korisničko sučelje s ciljem poboljšanja upravljanja voznim parkom te korisničkom uslugom.³³ Primjerice, tvrtka koja koristi AVL sustav sposobna je odrediti dužinu, širinu, brzinu i smjer određenog vozila. Brzo se može pronaći lokacija vozila te se vozilo može preusmjeriti kako bi se pružila pravovremena usluga korisniku javnog prijevoza. AVL sustavi također omogućavaju tvrtkama koje se bave javnim prijevozom da učinkovitije kreiraju rute vozila sastavljanjem baze podataka o vozilima, uključujući lokaciju korisnika u odnosu na uspostavljene rute vozila. Sve informacije o lokaciji vozila se šalju u centralnu stanicu gdje se dalje obrađuju, pohranjuju te koriste za donošenje odluka o rutama vozila. Informacije o lokaciji vozila koristi velik broj tranzitnog osoblja, uključujući dispečere, operatere vozila, planere, osoblje za održavanje te osoblje za informiranje kupaca. Nedavni napredak AVL sustava, temeljen na globalnom sustavu pozicioniranja (GPS), osigurao je tranzitnoj industriji i poduzećima koja se bave javnim prijevozom alate za nadzor i kontrolu rada njihovih vozila te upravljanje flotom na veoma učinkovit i isplativ način.

Kao najvažnije prednosti AVL sustava možemo navesti sljedeće:

- Poboljšanje optimalnog korištenja flote
- Smanjenje potrošnje goriva
- Smanjenje broja radne snage
- Smanjenje kapitalnih troškova
- Povećanje broja informacija
- Povećanje učinkovitosti i produktivnosti sustava
- Poboljšanje korisničke usluge zbog mogućnosti predviđanja dolaska vozila u stvarnom vremenu³⁴

Glavna komponenta AVL sustava su informacije o lokaciji vozila koje su specifične jer je takve informacije nemoguće dobiti bez upotrebe ovog sustava. Informacije iz AVL sustava nužne su za funkcioniranje ostalih informacijskih sustava u javnom prijevozu kao što je na primjer sustav za informiranje putnika (PIS) jer putnicima osigurava pravodobnu i točnu informaciju o njihovom putovanju. Ove informacije povećavaju zadovoljstvo putnika, privlače nove

³³ TechTarget (2020): Automatic vehicle locator (AVL)

³⁴ P. Racca D. (2004): Cost and Benefits of Advanced Public Transportation Systems at Dart First State, str. 20

korisnike javnog prijevoza te korisnicima daju mogućnost da donose bolje odluke povezane s planiranjem svog prijevoza.

Troškovi AVL sustava uključuju nabavu, instalaciju i softver za ugrađeni uređaj i kontrolni centar. Tu su i troškovi rada koji se odnose na održavanje i novo osoblje za upravljanje sustavima. AVL sustavi dostupni su po različitim cijenama, a cijena ovisi o veličini, broju komponenata i sofisticiranosti sustava. AVL sustavi dostupni su u širokom rasponu modela. Postoje modeli s osnovnim značajkama poput GPS/DGPS AVL sustava koji imaju kompjuteriziranu otpremu, mobilne podatkovne terminale i tihe alarme. Na drugom kraju se nalaze modeli s vrlo sofisticiranim značajkama. Ovi su sustavi jeftiniji za veliku flotu koja treba slične značajke jer su troškovi središnjeg nadzornog sustava raspoređeni na veći broj vozila.³⁵

3.2.2. Data analysis and real – time management

Najvažniji resurs svakog poduzeća danas, pa tako i onih koji se bave javnim prijevozom, svakako su podaci. Da bi se išlo u korak s modernom tehnologijom, poduzeće mora biti u toku s podacima u stvarnom vremenu. Bilo koja tvrtka može koristiti ažurirane podatke za prikupljanje informacija i prodaju svojih proizvoda i usluga ako i samo ako se njihovi podaci bilježe u stvarnom vremenu.

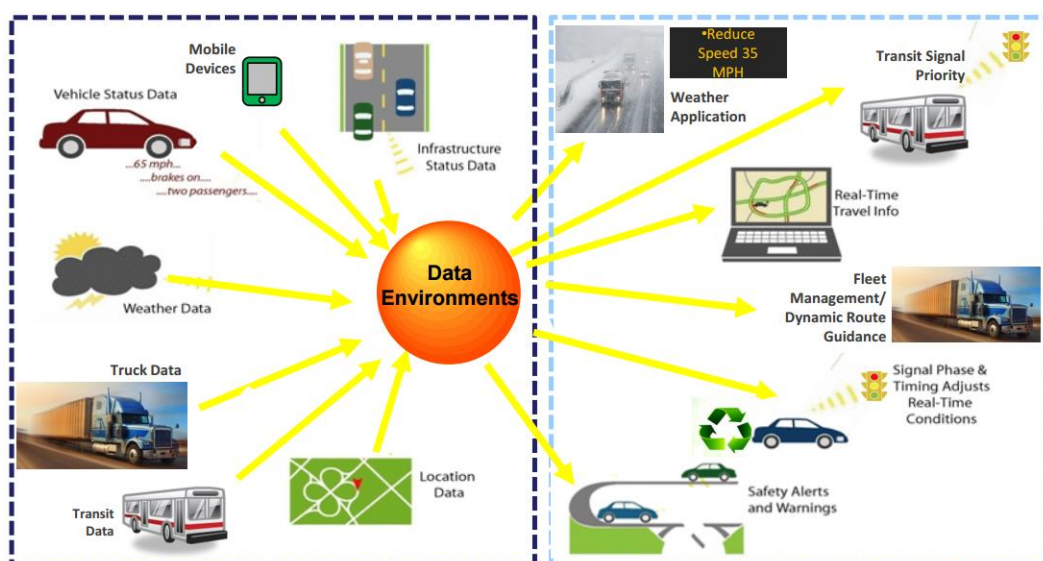
Mnogi izvori podataka emitiraju podatke u stvarnom vremenu, kao što su događaji interakcije korisnika iz mobilnih aplikacija, POS-a, IoT uređaja i bankovnih transakcija. Obrada podataka u stvarnom vremenu najbrža je tehnika obrade podataka koja izvršava podatke u kratkom vremenskom razdoblju te pruža najtočnije ishode. Obrada podataka u stvarnom vremenu bavi se unesenim podacima koji se hvataju u stvarnom vremenu i pruža automatizirani odgovor na temelju tokova podataka.

Kako bi se osigurali kontinuirani izlazi podataka, ulazi podataka moraju kontinuirano strujati. Primjerice, sustav za praćenje prometa u stvarnom vremenu, kao što su sustavi bazirani na automatskom praćenju lokacije vozila putem GPS-a, prikuplja podatke u stvarnom vremenu kako bi pokazao gužve u prometu ili automatski aktivirao druge sustave za upravljanje prometom. Ovakvi sustavi prikupljaju podatke u stvarnom vremenu kako bi dinamički ažurirali prikaz svojih vozila.

³⁵Rose India (2018): Automatic Vehicle Location Advantage

Obrada podataka u stvarnom vremenu metoda je koja se koristi kada se zahtjevi za unosom podataka trebaju brzo zadovoljiti. Proces obrade podataka u stvarnom vremenu započinje primanjem podataka. Unos podataka može biti jednokratan ili višekratan. Nakon primanja podataka, računalo šalje upit o tome što treba učiniti s danim podacima. U tom se slijedu mogu dogoditi različiti scenariji, a svaki je mogući ishod potrebno programirati. Sustav se zatim prilagođava scenariju te poduzima korake u skladu s tim. Nakon što u poduzeti koraci, izlaz se odmah prikazuje. Svi ovi koraci gotovi su u roku od nekoliko trenutaka.³⁶

Obrada podataka te analiziranje istih u javnom prijevozu može donijeti mnogo prednosti. Sa sigurnosnog gledišta, analitika može pomoći u prepoznavanju sumnjivih kretanja i ponašanja i na taj način pomoći u sprječavanju kriminala ili drugih zlonamjernih aktivnosti. Također, obrađeni podaci mogu uvelike pomoći onima koji upravljaju javnim prijevozom. Prometne gužve često uzrokuju kašnjenja autobusa i ostalih vozila javnog prijevoza. One su najčešće veliki problem za tranzitne službenike i operatore jer otežavaju planiranje. Međutim, analitika koju generiraju razni senzori može pomoći pružateljima javnog prijevoza da maksimiziraju efikasnost svojih usluga.³⁷



Slika 4: Izvori podataka za obradu

Izvor: <https://transportationops.org/BigData/BigData-overview>

³⁶ Axual (2020): Top Things to Know About Real – Time Data Processing

³⁷ Pao W. (2019): How public transit can benefit from data analytics

3.2.3. *Fleet management system*

Sustav za upravljanje flotom predstavlja organizaciju i koordinaciju vozila javnog prijevoza uz pomoć suvremenih tehnoloških rješenja. Učinkovito upravljanje voznim parkom može pomoći u smanjenju troškova i poboljšanju učinkovitosti vozila te se obično sastoji od praćenja lokacije vozila te mehaničkih informacija, kao i praćenja ponašanja vozača koristeći niz ugrađenih senzora za prikupljanje podataka bežičnim putem. Vozilo je povezano s operativnom bazom gdje se šalju sve potrebne informacije koje se potom obrađuju kako bi se postigla kvalitetna usluga za putnike.

Najvažnije funkcije sustava za upravljanje flotom su:

- Praćenje ponašanja vozača u svrhu poboljšanja učinkovitosti te smanjenja broja prometnih nesreća
- Omogućavanje sigurnosti putnicima
- Lociranje vozila kako bi se utvrdilo vrijeme dolaska na unaprijed određenim rutama na zakazanim stajalištima
- Olakšavanje postupaka servisiranja i licenciranja
- Nadgledanje trajanja putovanja vozila
- Nadgledanje radnog vremena vozača³⁸

Svrha upravljanja flotom i operacijski principi ostaju isti neovisno o tipu flote, ali zadaci koje sustav za upravljanje flotom ima variraju ovisno o veličini poduzeća koje se bavi javnim prijevozom te volumenom vozila. Za teža vozila sustav može nadgledati vozačevo vrijeme na poslu kako bi se omogućila usklađenost s međunarodnim regulativama. Za lakša se vozila mogu procijeniti performanse sličnih vozila, kao i mjerenje koliko su ekonomični vozači sa sličnim vozilima i rutama.

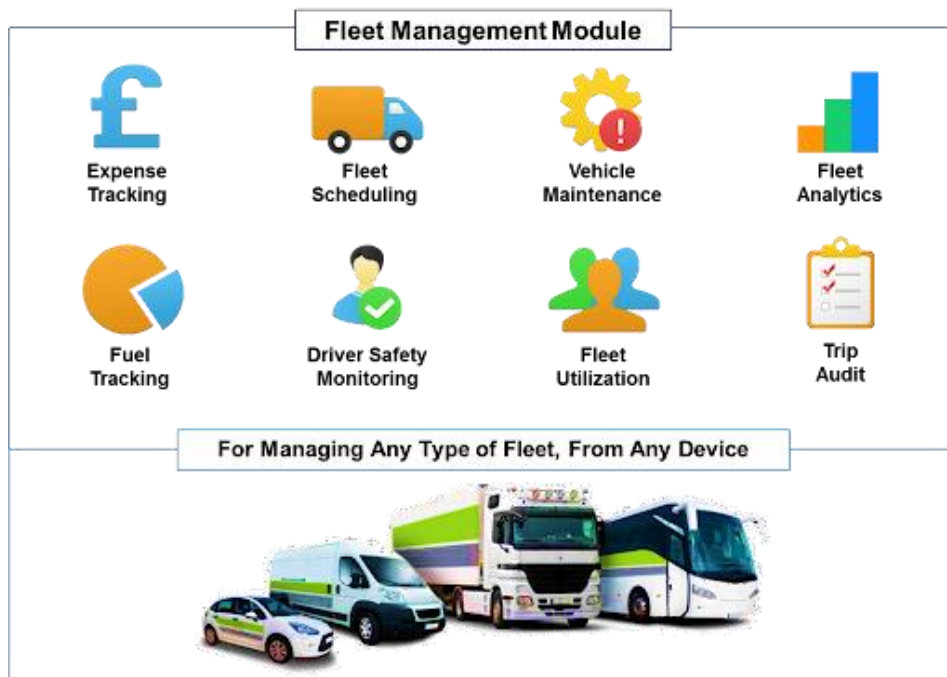
Neke od prednosti korištenja sustava za upravljanje flotom su:

- Sveukupno poboljšanje javnog prijevoza
- Sprječavanje gužvi u prometu
- Redukcija buke
- Redukcija CO₂

³⁸ MixTelematics (2021): Fleet solutions for the public transport industry

- Poboljšanje kvalitete zraka³⁹

Kod javnog je prijevoza bitna sigurnost putnika te je važno imati rješenje za upravljanje voznim parkom koje tu sigurnost osigurava. Potrebno je imati sustav koji prikuplja informacije o vozaču i vozilu te pomoću tih informacija učinkovito upravlja vozilima na brojnim rutama. Te zadatke sustav za upravljanje flotom efikasno obavlja, pritom štedeći i vrijeme i novac.



Slika 5 : Moduli sustava za upravljanje flotom

Izvor: <http://techmoukthika.com/vms.html>

3.3. Sustavi za održavanje vozila

3.3.1. Depot management system

Depo je mjesto gdje se vozila javnog prijevoza parkiraju i održavaju. Ovo mjesto uglavnom ima različite sadržaje kao što su mjesto za pranje vozila, regularno održavanje, servise i nalijevanje goriva. S obzirom na povećani broj sadržaja, sve se češće primjenjuje softver za upravljanje depoima, a koji za primarnu svrhu ima olakšati i automatizirati redovito održavanje vozila.

³⁹ Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning, str. 35

Sustav za upravljanje depoima (DMS) pomoću softvera prikuplja niz podataka kao što su podaci o voznom parku, o uredskoj administraciji te o punjenju goriva. Također, ovaj sustav omogućava korisnicima da na temelju ovih podataka donose bolje odluke, poboljšaju svoje performanse i postignu ciljeve. DMS omogućava da vozila javnog prijevoza budu uvijek spremna za dnevne operacije i upućeni na prave rute. Sustav promatra i nadgleda sve procese koji se događaju u depoima – počevši od dolaska vozila, do njihovog popravka i parkiranja – efikasno na način koji štedi resurse i sprječava troškove.⁴⁰

Neke od komponenti DMS-a su sljedeće:

- Praćenje vozila – uz pomoć GPS-a se prikupljaju podaci o vozilima kako bi se unaprijed odredilo vrijeme njihovog dolaska na depo. Kasniji dolasci od predviđenog prijavljuju se u sustavu kako bi se na vrijeme mogle izvršiti promjene.
- Automatsko dodjeljivanje parkirnog mjesta – kada vozilo dođe na depo, vozač automatski dobiva informaciju gdje može parkirati vozilo ovisno o tome treba li mu napuniti gorivo, pregledati ga, servisirati ili očistiti.
- Pružanje podataka o vozaču – DMS informira vozače o njihovoj smjeni, lokaciji vozila i stanju uz pomoć terminala i mobilnih telefona.
- Upravljanje kvalitetom – sustav prikuplja povijesne operativne podatke koji se potom analiziraju i grafički prikazuju u izvješćima te čine osnovu za analizu i optimizaciju procesa.
- Automatsko dodjeljivanje vozila i ruta – vozila se parkiraju u depoima tako da odgovarajuća vozila budu dostupna za sve naredne rute. Ako vozilo ne radi, novo raspoređivanje vrši se u stvarnom vremenu. Ako rutu nije moguće ispuniti jer nema dovoljno vozila, u sustav se odmah i automatski prijavljuje nedostatak vozila kako bi se moglo pravovremeno djelovati.⁴¹

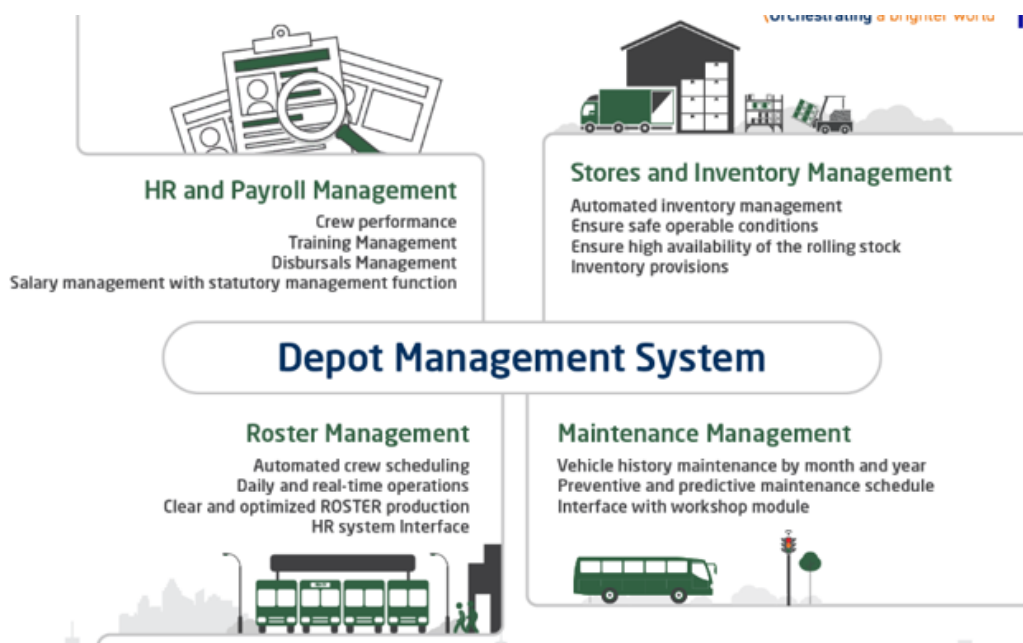
Neke od prednosti korištenja DMS-a su:

- Veća transparentnost
- Parkiranje i dodjeljivanje vozila u stvarnom vremenu
- Povećana dostupnost vozila
- Optimizirana opskrba vozila

⁴⁰ CEPT University (2018): A bus transport management document, str. 79

⁴¹ PSITraffic (2021): Depot Management - A clear overview of all processes

- Automatska otprema vozila
- Korištenje standardiziranih sučelja
- Integracija s ostalim informatičkim sustavima
- Integrirani sustav za upravljanje kvalitetom⁴²



Slika 6 : Moduli sustava za upravljanje depoima

Izvor: https://in.nec.com/en-IN/solutions_services/intelligent_transport_solutions/transportation.html

3.4. Sustavi za informiranje putnika

3.4.1. Passenger information system (PIS)

Sustavi za informiranje putnika (PIS) predstavljaju jedan od glavnih načina za poboljšanje iskustva putnika te za glavni cilj imaju na vrijeme dostaviti točnu informaciju korisnicima javnog prijevoza te ostalim sudionicima kako bi se rute vozila mogle prilagoditi tim informacijama. Ovi sustavi mogu funkcionirati putem različitih kompjuterskih terminala, mobilnih uređaja kao što su pametni telefoni te uređaja unutar vozila. Ovi su sustavi posebno važni s obzirom da putnici mogu u stvarnom vremenu biti informirani o svim promjenama, alternativnim mogućnostima baziranim na njihovim preferencijama i profilima ili situacijama koje mogu utjecati na njihovu odluku o putovanju (npr. promjene vremena, promjene u cijenama i slično). Za pametne gradove, sustav za informiranje putnika treba biti shvaćen kao ključni element u strategiji upravljanja potražnjom za javnim prijevozom s obzirom da ovi

⁴² PSITraffic (2020): In 5 Steps to a Depot Management System for Transport Companies

sustavi opskrbljuju putnike s direktnim informacijama. Ovi su sustavi jako bitni u planiranju ruta, ali i u reduciranju neizvjesnosti putnika s obzirom da su putnici informirani u slučaju kašnjenja prijevoza ili mijenjanja rute.

Omogućavanje ispravne informacije je također bitno kako bi se korisnicima omogućilo besprijekorno i bezbrižno iskustvo korištenja javnog prijevoza. Aktivni načini javnog prijevoza poput vožnje biciklom često se zaboravljaju kada je riječ o pružanju i prikupljanju podataka, ali imaju najveći utjecaj na održivu mobilnost.⁴³

Kako bi sustav za informiranje putnika bio ispravan i efikasan, potrebno je prije svega povezati sva vozila koja sudjeluju u prijevozu. Vozila se najlakše povezuju koristeći sustave za kompjuterski potpomognuto slanje podataka i sustave za automatsko lociranje vozila. U konačnici, putnici su najbolje informirani kada je svako vozilo u javnom prijevozu povezano i spojeno na Internet.

Kod informiranja putnika postoji velik broj distribucijskih kanala preko kojih putnici dobivaju informacije o svom putovanju. Različiti putnici imaju različite preferencije za način dobivanja informacija, stoga razlikujemo sljedeće suvremene distribucijske kanale:

- Web stranice
- Mobilne aplikacije
- Google mape
- SMS obavijesti
- Informacijski displeji
- Audio sustavi obavješćavanja

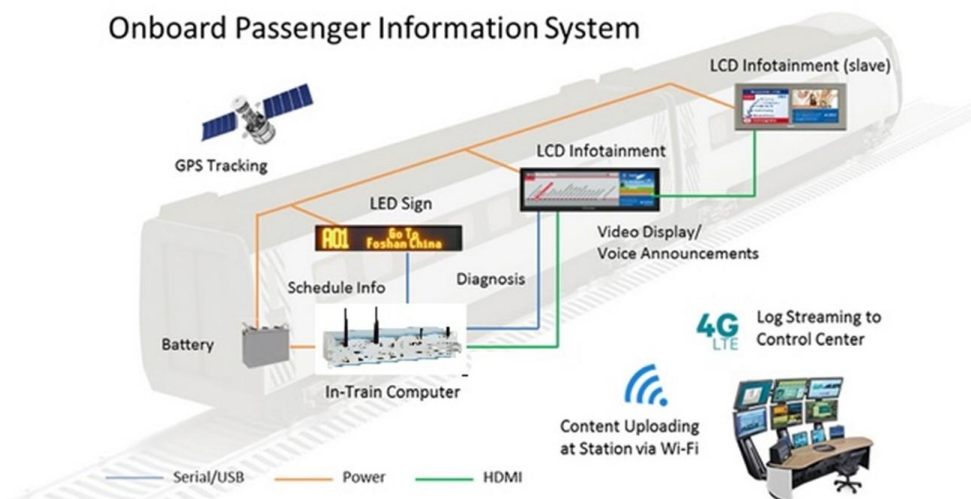
Idealnu situaciju kod informiranja putnika predstavlja omni – kanal koji integrira sve gore navedene distribucijske kanale kako bi omogućio da putnici imaju pristup informacijama u stvarnom vremenu u svim fazama njihova putovanja.

Informacije koje se daju putnicima ovise o brojnim faktorima, a najčešće o fazi putovanja. Putnici najčešće traže informacije kao što su informacije o rutama, vremenu dolaska, vremenu putovanja, povezanosti, incidentima, odgodama, cijenama i popustima. Ove su informacije

⁴³ Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning, str. 36

često povezane s ostalim lokalnim informacijama kao što su vrijeme, događaji, novosti, usluge i ostalo. Svakako, kod informiranja putnika najvažnije je da je informacija točna.

Kako bi informacija bila dostupna svima u pravo vrijeme, potrebno je koristiti odgovarajuću tehnologiju za informiranje putnika. Korištenje tehnologije za informiranje putnika kod putnika stvara osjećaj da se vrijeme čekanja na prijevoz smanjuje i da putovanje traje kraće.⁴⁴



Slika 7 : Mogući oblici PIS-a

Izvor: <https://samancontrol.com/solutions/passenger-information-system-onboard-pis/>

3.4.2. Real-time vehicle monitoring

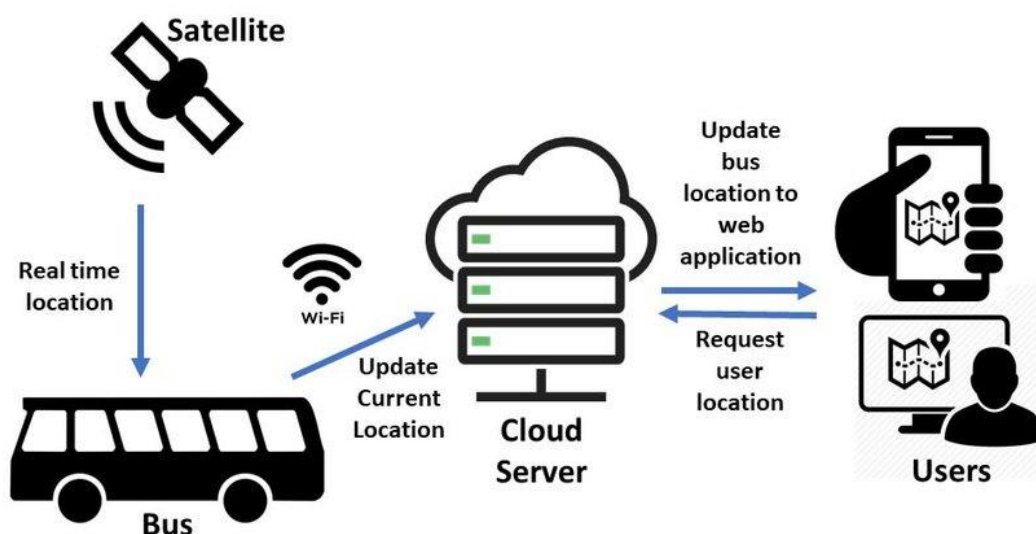
Sustav za praćenje vozila u stvarnom vremenu omogućava praćenje vozila i vozača u stvarnom vremenu koristeći bilo koji uređaj povezan na Internet. Ovaj je sustav jako jednostavan jer bez upotrebe dodatnog softvera omogućava pouzdane informacije u stvarnom vremenu za pružatelje javnog prijevoza.

Sustav za praćenje vozila u stvarnom vremenu bilježi podatke o ponašanju vozila u prometu. Sustav identificira gdje je vozilo stalo i u kojem vremenu. Svaka radnja u putovanju zabilježena je s početnim i završnim vremenom, distancom koje je vozilo napravilo te vremenu *praznog hoda*. Ovaj sustav također ima prikaze mapa koje pokazuju sva putovanja i rute koje su se

⁴⁴ Hribernik U. (2020): Passenger Information Systems (PIS): Your top 8 questions answered

odvile u određenom danu, sa svim oznakama smjera i brzine. Na ovaj način moguće je lako unaprijediti i prilagoditi rute trenutnim potrebama.

S obzirom da je ovaj sustav jednostavan i može se koristiti na svim uređajima povezanim na Internet, česta je i upotreba sustava uz pomoć mobilne aplikacije. Mobilna aplikacija ovog sustava daje pojednostavljene informacije kao što su lista svih vozila i njihov trenutni status, lokacija vozila te povijest svih vožnji.⁴⁵



Slika 8 : Način funkcioniranja sustava za praćenje vozila u stvarnom vremenu

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-real-time-on-Campus-Public-Transportation-Monitoring-System_fig1_325492689

4. Sustavi za sigurnost u prometu

4.1.1. Smart camera systems

Privatnost i sigurnost putnika predstavlja veliku važnost u javnom prijevozu. U osiguravanju iste mnogo pomaže sustav sigurnosnih kamera koji je danas sveprisutan, a najveći značaj ima u velikim gradovima. Danas se sve više pridaje pažnja načinu na koji se sustav sigurnosnih kamera može unaprijediti koristeći suvremenu tehnologiju kako bi se sigurnost i privatnost putnika podigla na višu razinu. Sve je češće korištenje pametnih IoT kamera,

⁴⁵ Quatrix (2021): Real – time vehicle tracking

opremljenih snažnim procesorima i softverom za video analizu koji mogu prepoznati objekte i interpretirati događaje u okruženju na isti način kao što mogu i ljudi. Ove kamere, ukoliko su spojene sa ostalim IoT uređajima, mogu reagirati u stvarnom vremenu na različite događaje, kao što je na primjer slanje poruka u opasnosti ili poticanje aktivnosti drugih sustava.⁴⁶

Postoji mnogo načina na koje pametne sigurnosne kamere mogu javni prijevoz učiniti sigurnijim i efikasnijim. Prije svega, pametne kamere detektiraju opasnost. Primjerice, pametne su kamere puno efikasnije u prepoznavanju požara nego klasični detektori dima i vatre. Također, ove su kamere često povezane sa sustavima koji u slučaju požara automatski pozivaju vatrogasce. Pametne kamere efikasne su i u prepoznavanju ljudi u nevolji. Uz pomoć prepoznavanja lica, bez ugrožavanja njihovog identiteta i privatnih podataka, vrlo lako mogu prepoznati ukoliko osoba ima srčani udar ili pada u nesvijest. Sustav u ovim slučajevima jako brzo reagira te automatski poziva pomoć. Video analiza bazirana na IoT kamerama može povećati sigurnost javnog prijevoza koristeći pametnu viziju. Ove kamere imaju visoku rezoluciju video tehnologije i mogućnost analize video podataka, stoga su jako brze u detektiranju prijetnji i pomažu u intervenciji čim opasnost nastane.

Kao što mogu prepoznati lica i različite događaje, pametne kamere mogu prepoznati i različite predmete. Primjerice, prtljaga bez nadzora predstavlja veliku prijetnju za prevenciju terorizma na stanicama javnog prijevoza. Pametne kamere te objekte vrlo lako prepoznaju, čak i bolje od ljudi u slučajevima kada je na nekom mjestu velika gužva. S obzirom da ove kamere lako prepoznaju ljude i njihove kretnje, pametne kamere su jako efikasne u otkrivanju kriminalnih radnji te prevenciji istih.⁴⁷

Osim poboljšavanja sigurnosti putnika i njihovog zadovoljstva, pametne kamere olakšavaju planiranje i alokaciju resursa u stvarnom vremenu. S obzirom da su pametne kamere opremljene sustavom za video analitiku, one mogu interpretirati podatke s videa u statističke svrhe. Obradivanje ovih podataka stvara jako korisne informacije pružateljima javnog prijevoza jer im daje jasne smjernice za poboljšanje poslovnih procesa.

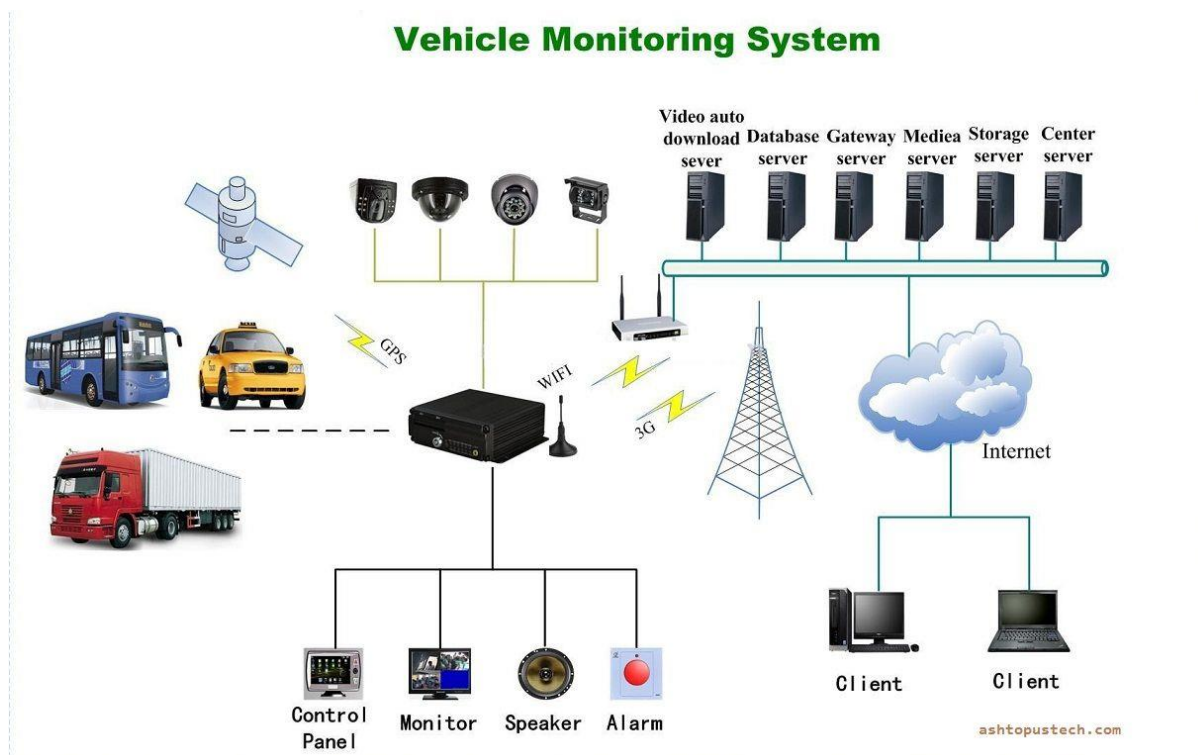
Pametne kamere poboljšavaju javni prijevoz na tri glavna načina:

- Povećavaju kvalitetu javnog prijevoza

⁴⁶ Penfold A. (2020): Why we should not underestimate the value of smart video cameras in public

⁴⁷ Penfold A. (2020): 5 use cases for smart cameras to improve security in public transportation

- Omogućuju pravovremenu reakciju
- Štede resurse



Slika 9 : Način funkcioniranja sustava sigurnosnih kamera

Izvor: <https://www.pinterest.com/pin/558164947544320947/>

4.1.2. Green public transportation - IoT senzori

Internet stvari (IoT) definiraju se kao mreža uređaja koji međusobno komuniciraju i razmjenjuju podatke putem interneta. Predmeti su opremljeni raznim vrstama senzora, odašiljača i prijemnika koji su međusobno povezani i čine mrežu koja se može analizirati.

Prema statistici, dokazano je da je cestovni promet odgovoran za 10 – 15 % svih emisija CO₂ u Zemljinu atmosferu. Globalni prijevoz povećava se svake godine i procjenjuje se da će porasti za 60 % do 2050. unatoč tome što se može vidjeti porast svijesti i spremnosti za odgovor među pojedincima i poduzećima.⁴⁸ Utjecaj cestovnog prometa na lokalnu kvalitetu zraka postao je glavna briga javne politike. Ovaj je problem potaknuo značajan broj istraživanja usmjerenih na poboljšanje temeljnih tehnologija za upravljanje vozilima i

⁴⁸ Centlewski B., Warchol J. (2021): IoT and its Role in Sustainable Transportation

prometom i informiranje o akcijama javne politike. U posljednje je vrijeme sve veći broj istraživanja koja dokazuju kako bi ovaj problem mogli riješiti IoT sustavi koji sakupljaju podatke u stvarnom vremenu, a koji se tiču važnih aspekata ponašanja u prometu, emisije vozila, disperzije zagađivača te koncentracije i izloženosti putnika.⁴⁹

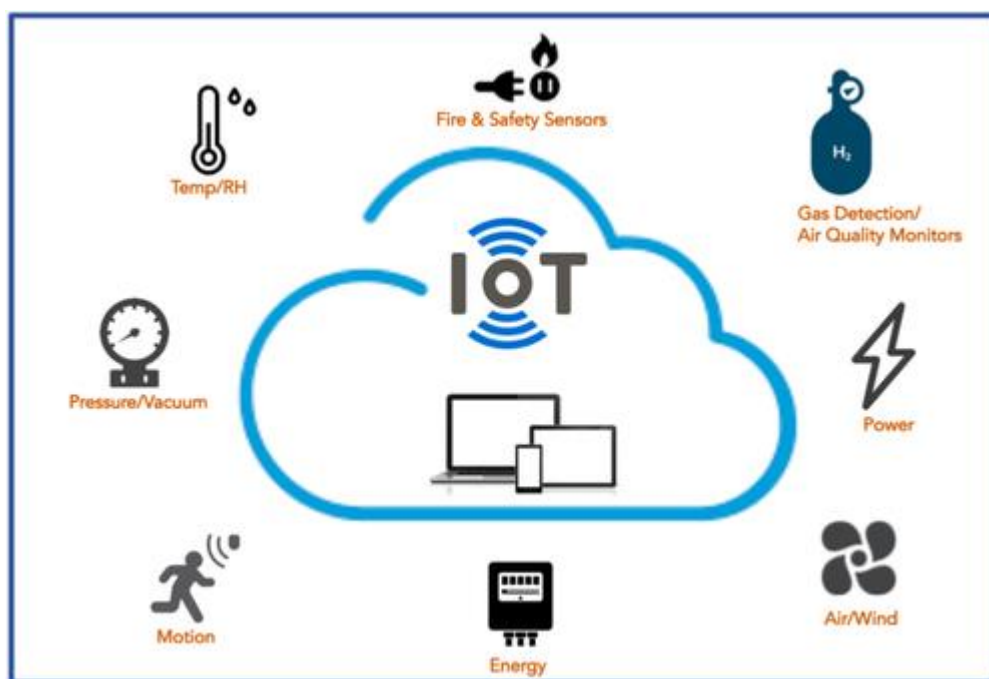
Poboljšana navigacija jedan je od primarnih načina na koje IoT može pomoći u smanjenju emisija štetnih plinova. IoT uređaji u voznom parku, u stvarnom vremenu, prenose informacije o prometu i vremenu između vozila. Pomoću ovih informacija pametni navigacijski sustavi mogu prilagoditi rutu kako bi osigurali što manje kašnjenja, a s obzirom da se kašnjenje smanjuje, smanjit će se i putovanje vozila te posljedično i emisija štetnih plinova.

Održavanje vozila je često zanemaren aspekt zelenog javnog prijevoza. Motori vozila su učinkovitiji kada su u dobrom stanju, pa sprječavanje kvarova i rano rješavanje problema može spriječiti veće emisije štetnih plinova. IoT može pomoći na ovom području pružajući podatke potrebne za stvaranje manje rasipnih i učinkovitijih praksi održavanja vozila. Mnoge flote se danas oslanjaju na preventivno održavanje, a u tome pomaže IoT jer omogućava prediktivno održavanje koje pomoću prikupljenih podataka predviđa kada će vozilu trebati popravak. Ovaj pristup zasnovan na podacima sprječava kvarove i nepotrebne popravke. Motori nisu jedini dio vozila kojemu je potrebno održavanje kako bi se očuvala učinkovitost goriva i smanjila emisija štetnih plinova. Npropisno održavane gume mogu povećati otpor kotrljanja koji povećava trošenje goriva. IoT senzori mogu otkriti sve ove probleme unaprijed i time pomoći u sprječavanju prekomjernih emisija štetnih plinova.

Koncept pametnih gradova predstavlja važan aspekt razvoja IoT-a u prijevozu. Kada bi infrastruktura poput stop svjetla u cijelom gradu imala IoT povezanost, to bi moglo revolucionirati navigaciju. Ova mreža uređaja mogla bi otkriti prometne obrasce i komunicirati s navigacijskim sustavima vozila optimizirajući rutu javnog prijevoza i sprječavajući zagušenja. Smanjenje prometnih gužvi imalo bi značajan utjecaj na emisije. Uklanjanje *praznog hoda* bilo bi jednako uklanjanju 1,6 milijuna automobila s ceste. To bi, u kombinaciji sa smanjenim vremenom vožnje zbog bolje navigacije, javni prijevoz učinilo mnogo održivijim.

⁴⁹ Xhafka E., Teta J., Agastra E. (2015): Mobile Environmental Sensing and Sustainable Public Transportation Using ICT Tools, str. 2

Da bi prijevoz postao uistinu održiv, vozila koja imaju nula emisija štetnih plinova moraju zamijeniti ona na fosilna goriva. Postizanje tog cilja potrajat će godinama pa prijevoz u međuvremenu mora krenuti drugim putevima kako bi se smanjile emisije. IoT pruža prometnom sektoru sve alate potrebne za to. Brojne IoT aplikacije već su počele značajno pozitivno utjecati na prijevoz, a druge su blizu da postanu stvarnost. Kako usvajanje IoT-a u prometu raste, svijet će postajati sve „zeleniji“.⁵⁰



Slika 10 : Mogućnosti IoT senzora

Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/factory-iot-automation-project-21653851388.html>

4.2. Sustavi automatskog upravljanja vozilom

4.2.1. Autonomous vehicle (AV) public transportation system

Autonomno vozilo je vozilo s kojim se može upravljati bez potrebe ljudske intervencije na način da osjeća okruženje, detektira i klasificira objekte te identificira navigacijske puteve.

The US Department of Transportation klasificirao je autonomna vozila u šest nivoa:

- Nivo 0 – nema autonomnosti

⁵⁰ Marsh J. (2021): How IoT can make transportation more sustainable

- Nivoi 1-3 – vozač ima primarnu kontrolu nad vozilom i autonomnost vozila se djelomično koristi
- Nivoi 4 – 5 – vozilo je potpuno autonomno

Koncept AV se prvi puta pojavio dvadesetih godina prošlog stoljeća, a istraživao se više od 30 godina. AV sustav opremljen je velikim brojem senzora, uključujući daljinomjere, bočne i prednje radare, kamere visoke razlučivosti, GPS module, žiroskope i ostalo. Ovi sustavi vozilu omogućavaju potpunu mogućnost osjeta kako bi se mogli prilagoditi okruženju i imati potpuno automatiziranu kontrolu. 2007. godine DARPA *Urban Challenge* pojačao je svijest o mogućnostima AV sustava u prometu te o njihovom izvođenju složenih manevara. U 2010. je *VisLab* proveo eksperiment u kojemu je nekoliko vozila bez vozača uspješno proputovalo 13 000 kilometara od Italije do Kine. Brojna istraživanja omogućila su da su do kraja 2013. godine brojne države usvojile zakone kojima je dopušteno da AV prometuju cestama.⁵¹

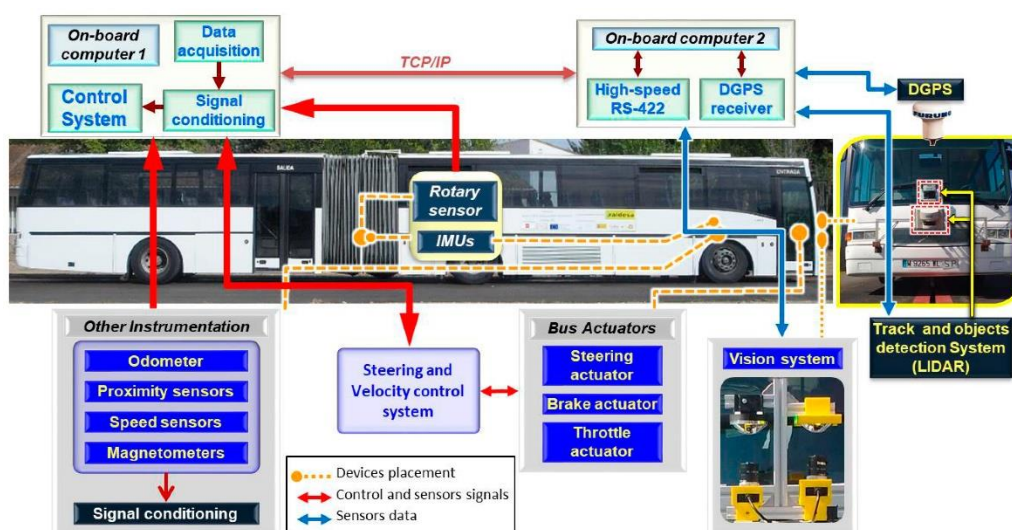
AV su prilika za vlade, prometne vlasti i agencije za poboljšanje učinkovitosti, kompetitivnosti, sigurnosti, pristupačnosti i pouzdanosti trenutačnih usluga javnog prijevoza. AV poboljšavaju sigurnost u prometu jer se izbjegava loša vožnja i odvlačenje pažnje vozača. Istraživanja su pokazala da autonomna vozila javnog prijevoza predstavljaju manji rizik za nesreće u odnosu na konvencionalna vozila.

Jedna od velikih mana pojave autonomnih vozila u javnom prijevozu je redukcija poslova vozača te se procjenjuje da će u budućnosti ta redukcija porasti na 60 – 100 % svih vozača. S druge strane, ovaj gubitak mogu nadomjestiti drugi poslovi kao što su inženjerstvo, menadžment i održavanje vozila. Međutim, upravo zbog redukcije broja vozača može doći i do velike redukcije ukupnih troškova. Velike uštede jedna su od najbitnijih prednosti autonomnih vozila javnog prijevoza jer se kreću između 50 – 60 % svih operativnih troškova. Vrijeme putovanja u autonomnoj tranzitnoj mreži pozitivno može utjecati na vrijeme čekanja, ukupne troškove i pouzdanost sustava. AV u javnom prijevozu uglavnom imaju pozitivan utjecaj na okoliš. Istraživanja su pokazala da kolektivna autonomna mobilnost može pozitivno utjecati na emisije i potrošnju energije, posebno u usporedbi s privatnim AV. Također je utvrđeno da bi električna i potpuno autonomna vozila javnog

⁵¹ Lam A., Leung Y., Xiaowen C. (2014): Autonomous Vehicle Public Transportation System, str. 2

prijevoza bila cjenovno konkurentna troškovima s vozilima javnog prijevoza na dizelski pogon.⁵²

Osiguravanje sigurne, zelene, pristupačne i pravedne mobilnosti građanima načela su svakog grada ili regije. Nove bi tehnologije trebale biti korištene kako bi gradovi postigli ove ciljeve. Stoga uloga vlasti mora biti stvaranje regulatornih propisa koji osiguravaju da AV donose dobrobit gradovima i da se navedena načela poštuju. Autonomna vozila nude priliku pružiti više mogućnosti javnog prijevoza ljudima i na lokacijama na kojima je prije bilo teško ili nemoguće zbog visokih operativnih troškova. Dijeljeni autonomni „robo – taksiji“ i prijevoz na zahtjev vrlo su isplativi budući da su bez troškova vozača te nude pokretljivost od vrata do vrata. AV se integrira u svestrani i vrlo učinkoviti sustav javnog prijevoza gdje građani mogu odabrati najbolju opciju mobilnosti putem integrirane multi modalne platforme za mobilnost koja nudi mobilnost kao uslugu („MaaS“).⁵³



Slika 11 : Arhitektura autonomnog autobusa

Izvor: <https://www.mdpi.com/2076-3417/7/11/1131/htm>

⁵² Azad M., Hoseinzadeh N., Brakewood C. (2019): Fully Autonomous Buses: A Literature Review and Future Research Directions, str. 4

⁵³ UITP (2017): Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility

4.3. Sustavi za dijeljenje vozila

4.3.1. *Car sharing service*

Car sharing predstavlja uslugu baziranu na pretplati koja ima mrežu stanica i vozila koje omogućavaju alternativu tradicionalnom korištenju automobila. Ova je usluga sve više prisutna u globaliziranoj industriji, a temelji se na omogućavanju pristupa privatnom automobilu onda kada to korisniku treba, bez potrebe korištenja vlastitog automobila. U zadnja tri desetljeća *car sharing* je porastao iz osnovne usluge koju pružaju lokalne organizacije do široko prepoznate, transformirajuće industrije urbanog prijevoza.

Sustav *car sharinga* korištenje osobnog vozila čini jednostavnim i dostupnim. Ta usluga građane rasterećuje troškova kupnje, registracije, održavanja i osiguranja, gubitka njegove vrijednosti te dodatnih briga poput onih o punjenju goriva i traženju mjesta za parkiranje. Iako je riječ o inovativnom sustavu, ovaj je sustav iznimno jednostavan za korištenje jer se vozila rezerviraju, otključavaju i plaćaju aplikacijom s pametnog telefona.⁵⁴

Za razliku od uobičajenih širenja javnog prijevoza, koji su najčešće nametnuti od strane vlade, rast *car sharing* usluga je inicijalno bio pokrenut od strane privatnih organizacija kao što su *Zipcar*, *Greenwheels* i *Car2Go*. Moderni *car sharing* je nastao u Švicarskoj i Njemačkoj 1980-ih godina, a najveću je popularnost dobio u prvom desetljeću 21. stoljeća. U 2009. godini broj gradova koji su nudili usluge *car sharinga* popeo se na 1 000.

Najčešći model *car sharing* usluga je dvosmjerni model koji od korisnika zahtijeva da posude i vrate automobil na istu stanicu. Ovaj se model pokazao dobrim jer je imao pozitivne društvene utjecaje i utjecaje na okoliš, uključujući reduciranje potrebe za vlasništvom privatnog vozila. Jedno dijeljeno, dvosmjerno vozilo može zamijeniti 6 – 23 privatnih vozila u SAD-u te 4 – 10 privatnih vozila u Europi. Također, ova vozila mogu reducirati proputovane kilometre u prosjeku za 44 % u SAD-u te 28 – 45 % u Europi. Upravo zbog ovih prednosti, dvosmjerni je model dobio veliku podršku vlade u Europi, Sjevernoj Americi te Australiji najčešće putem besplatnih ili subvencioniranih parkinga.

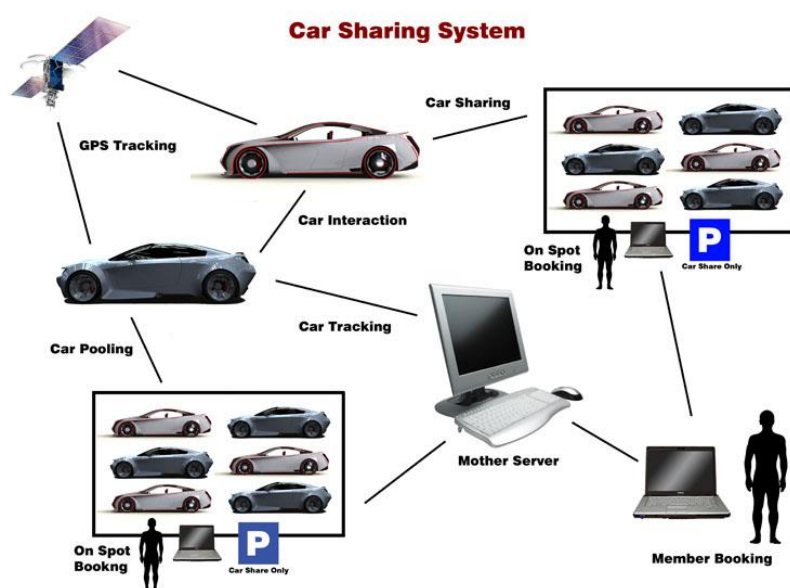
Peer-to-peer i jednosmjerni modeli noviji su razvoji u *car sharing* industriji. U *peer-to-peer* modelima, dijeljena vozila u vlasništvu su jedne osobe, čime se iskorištava postojeća zaliha

⁵⁴ DuList (2019): Koristite car sharing i zaboravite na brigu o parkingu!

privatnih vozila. Prvi sustav koji je implementirao ovaj model bio je *RentMyCar*, a danas njegova upotreba sve više raste jer ovaj model ne zahtijeva inicijalno ulaganje u kupnju automobila. Jednosmjerni je model najnoviji model koji omogućava da korisnik pokupi vozilo na jednoj lokaciji i vrati ga na drugoj. Ovaj he model zadnjih godina doživio veliki rast profita, a najpoznatije su usluge koje nude *Car2Go* i *DriveNow*.⁵⁵

Neke od prednosti *car sharing* sustava su:

- Ušteda novca zbog izbjegavanja održavanja i kupnje vozila
- Iskorištavanje prednosti različitih vrsta automobila
- Smanjenje emisije štetnih plinova
- Smanjenje potrebe za slobodnim prostorima na parkingu
- Manje automobila u prometu
- Manje restrikcija nego kod najma automobila
- Povećano korištenje električnih automobila⁵⁶



Slika 12 : Način funkcioniranja *car sharinga*

Izvor: <https://edwinconan.wordpress.com/2008/10/29/muscle-car-sharing-system/>

⁵⁵ Lane C., Hidalgo D., Schleeter R., Mackie K. (2017): On the move: Car – sharing scales up

⁵⁶ Make a wish (2021): 11 Car sharing benefits

4.3.2. *Bicycle sharing service*

Sustav dijeljenja bicikla (engl. *Bicycle sharing system*) usluga je zajedničkog prijevoza u kojoj su bicikli dostupni pojedincima na kratkoročnoj osnovi za zajedničku upotrebu uz određenu naplatu ili besplatno. Mnogi sustavi za dijeljenje bicikala omogućavaju ljudima da posude bicikl s terminala i vrate ga na drugi terminal koji pripada istom sustavu. Terminali ili pristaništa posebni su nosači za bicikle koji zaključavaju i oslobađaju bicikl uz pomoć računala. Kada korisnik unese podatke o plaćanju i zatraži bicikl, računalo ga otključava na terminalu. Korisnik nakon vožnje vraća bicikl stavljajući ga u terminal koji ga zaključava.

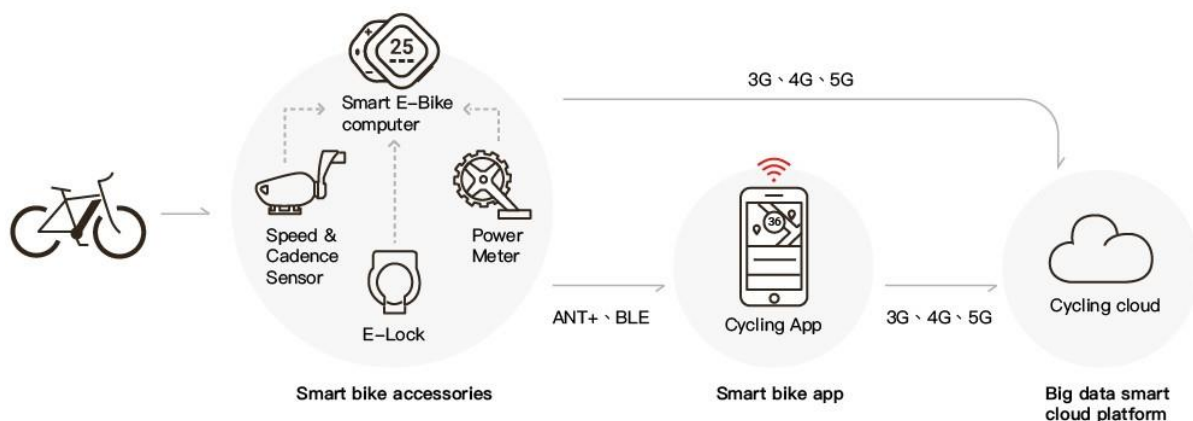
Za mnoge sustave dijeljenja bicikla postoje aplikacije dizajnirane da se na mapi prikazuju dostupne bicikle u blizini i otvoreni terminali. U srpnju 2020. godine *Google Maps* je počeo uključivati sustave dijeljenja bicikla u svoje preporuke za rute.

Ljudi koriste sustave dijeljenja bicikla iz različitih razloga. Neki, koji bi inače koristili vlastiti bicikl, su zabrinuti zbog krađe ili vandalizma, parkiranja ili skladištenja te održavanja bicikla. Međutim, većina gradskih programa dijeljenja bicikala imaju brojne terminale za bicikle i djeluju slično sustavima javnog prijevoza, odnosno uslugama opskrbljuju turiste i posjetitelje, kao i lokalno stanovništvo. Njihov je središnji koncept pružanje besplatnog ili pristupačnog pristupa biciklima za kratka putovanja u urbanom području kao alternativa privatnim vozilima, smanjujući tako zagušenja, buku i zagađenje zraka. Sustavi za dijeljenje bicikla također su navedeni kao način za rješavanje problema „posljednje milje“ mreža javnog prijevoza.

Sustavi dijeljenja bicikla generiraju brojne ekonomske vanjske učinke, pozitivne i negativne. Pozitivni učinci uključuju smanjenje prometnih zagušenja i zagađenja, dok negativni učinci mogu uključivati degradaciju urbanog okoliša i smanjenje parkirnih mjesta. Neke od prednosti korištenja sustava za dijeljenje bicikala su:

- Manje gužvi u prometu
- Reduciranje zagađenja okoliša
- Zdraviji transport
- Jeftiniji transport

- Jednostavno korištenje⁵⁷



Slika 13 : Način funkcioniranja sustava za dijeljenje bicikla

Izvor: <https://www.program.com.tw/en/solution/transportation/category/smart-bike-solution>

5. PRIMJERI UPOTREBE SUVREMENIH INFORMACIJSKIH SUSTAVA U JAVNOM PRIJEVOZU U PAMETNIM GRADOVIMA

4.1. Rim – Integrirani mobilni e – ticketing servis i PIS

U drugoj polovici 2015. godine nova usluga pod imenom BIPiù pokrenuta je u Rimu. Nova je usluga omogućila kupnju nematerijalizirane autobusne i metro karte putem pametnih telefona. Usluga BIPiù dostupna je putem *myCicero* besplatne aplikacije koja je dostupna u *App Store*-u i *Google Play*-u. *MyCicero* integrira u istu aplikaciju sve informacije o lokalnoj mobilnosti, rasporedu i izračunu rute, kupnji karata za autobus i metro te informacijama o parkiranju na ulici.

MyCicero od 2015. pruža u Rimu novu uslugu za beskontaktnu kupnju karata putem mobilnih uređaja. Ovim se sustavom, s jedne strane odgovara na potrebe novih segmenata kupaca kroz dematerijalizaciju medija, a s druge se strane odgovara na potrebe virtualizacije prodajne mreže putem novih distribucijskih kanala koji mogu osigurati vremensko pokrivanje od 24 sata i specifičnu ponudu u skladu s promjenjivim potrebama kupaca. U osnovi, jednom kada je korisnik registriran na *myCicero*, on može kupiti kartu putem aplikacije i dobiti ekvivalent papirne karte na svoj pametni telefon. Kako bi iskoristio uslugu prijevoza, korisnik dobivenu

⁵⁷ Kass A. (2020): Bike sharing benefits and disadvantages

kartu na svom pametnom uređaju mora približiti čitaču QR koda koji će mu potom dozvoliti korištenje usluge javnog prijevoza. Uz novi sustav prodaje karata i metode upravljanja postaju tehnološke: kontrolori imaju ručni uređaj s namjenskom aplikacijom za provjeru je li karta stvarno očitana.⁵⁸



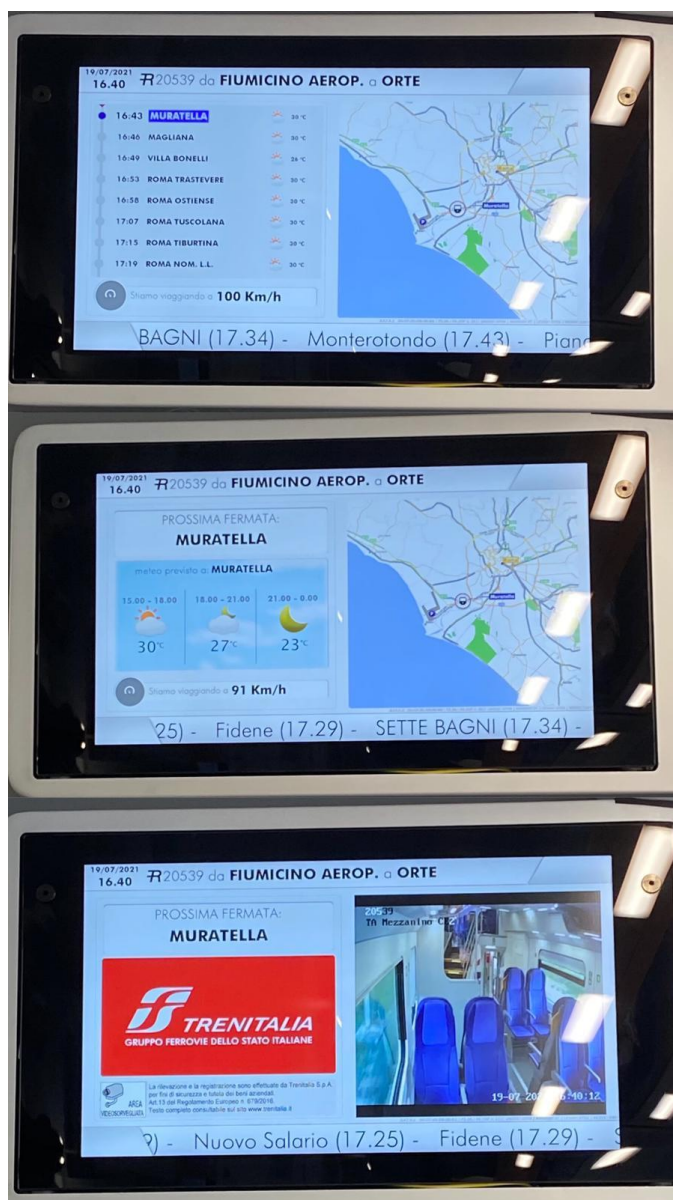
Slika 14: Korištenje aplikacije myCicero u javnom prijevozu u Rimu

Izvor: Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning

U vlakovima Trenitalia u Rimu koristi se sustav informiranja putnika koji prikazuje sve informacije koje putniku trebaju na jednom mjestu. Informacije se prikazuju na ekranima koji su postavljeni na više mjesta u vlakovima, a prikazuju sljedeće informacije:

- Trenutačnu lokaciju vlaka na mapi
- Stanice na kojima će vlak stati
- Procijenjeno vrijeme kada će vlak stići na svaku stanicu
- Brzinu kojom se vlak kreće
- Snimku pametne nadzorne kamere
- Informacije o datumu, vremenu i vremenskoj prognozi

⁵⁸ Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning



Slika 15: PIS u Trenitalia vlakovima

Izvor: autorica rada

4.2. Pariz – AV metro linija 1

Od početka 2000-ih, RATP, pariški operater gradskog prijevoza, je poduzeo opsežan program ponovne signalizacije za modernizaciju sustava automatske kontrole vlakova (ATC) na svojoj metro mreži. Cjelokupni program ima za cilj povećati sigurnost i transportni kapacitet te poboljšati udobnost putnika. Program za cilj ima automatizirati vlakove koje voze vozači (pariške linije 3, 5, 9, 10 i 12), a *Siemens Transportation Systems* je već doprinio programu te je ovaj program dio cjelokupne sheme modernizacije pariškog transporta. Osim prednosti koje

se tiču poboljšanja sigurnosti i udobnosti putnika, cilj je postići zamjenjivost u upravljanju vlakom, odnosno omogućiti da se vlakovi voze automatski, bez vozača. U suradnji s programom OURAGAN izrađene su studije izvedivosti koje je proveo RATP radi nadogradnje postojećih linija s velikom transportnom potražnjom do linija bez vozača, slijedeći primjer linije 14 koja prometuje od 1998. i bez vozača je od prvog dana.

Velika se pažnja pridaje automatizaciji linije 1 koja je najprometnija metro linija u Parizu. Automatizacija linije 1 ostvaruje dva cilja:

- Nadogradnja PA BF (vrsta oznake automatskog rješenja za upravljanje vlakom koju je Siemens projektirao ranih 1970-ih) za kontrolu vlakova temeljenu na komunikacijama
- Potpuna konverzija na upravljanje vlakom bez vozača

Linija 1 otvorena je za javnost 1900. godine i proteže se kroz Pariz od istoka do zapada s udaljenosti preko 17 km. To je najstarija linija metroa, a ujedno i najprestižnija jer su njezinih 25 stanica smještene na većini zanimljivih turističkih mjesta u glavnom gradu Francuske, kao i brojnim poslovnim četvrtima i trgovinama. Godišnji promet na liniji 1 iznosi 207 milijuna putnika i najviši je u cijeloj mreži metroa što ga čini najtraženijom linijom u pariškom metrou. Ove karakteristike linije 1 dovode do visokog zahtjeva za prilagodljivost transportne ponude, a koja je teško dostupna ukoliko ovom linijom upravljaju vozači.

Oprema linije 1 za promet bez vozača sastoji se od:

- Operacijskog kontrolnog centra koji je instaliran na Boulevard Bourdon-u
- Signalizacije na putu koja se koristi za sigurno odvajanje vlakova
- PA BF

Prelaskom na prometovanje linije 1 bez vozača omogućilo se povećanje transportnog kapaciteta zahvaljujući smanjenju vremenskog napretka sa 105 na 85 sekundi. Brzina kojom vlakovi s vozačima voze je ograničena na 70 km/h, dok s vlakovima bez vozača maksimalna brzina raste na 80 km/h, što ubrzava prijevoz. Sve veći udio kašnjenja zbog putnika također je utjecao na izbor automatizacije linije 1. 72 % kašnjenja nastaju zbog putnika i među njima njih 69 % se može kontrolirati pomoću postavljanja vrata na stanicama koja odvajaju stanicu od tračnica. S ekonomskog stajališta, automatizacija linije 1 reducira operativne troškove za 10 – 15 %, ne uzimajući u obzir nesreće koje se na taj način izbjegavaju. Konačno, automatizacija

linije 1 izazvala je zadovoljstvo putnika čime se dokazalo da je taj proces bio najbolje rješenje za probleme ove metro linije.⁵⁹



Slika 16: Automatizirana vrata koja odvajaju stanicu od tračnica

Izvor: <https://www.youtube.com/watch?v=wIbLyaHhAkI>



Slika 17: Pariški metro bez vozača na liniji 1

Izvor: <https://www.railway-technology.com/projects/paris-metro-france/paris-metro-france3>

4.3. London – *Green public transport*

S obzirom na sve više negativnih trendova povezanih s prijevozom, grad London je razvio Transportnu strategiju kojom se nastoji promijeniti način na koji putnici biraju vrstu prijevoza. Do 2041. očekuje se da će 80 % stanovnika Londona putovati pješice, biciklom ili javnim prijevozom. Emisija štetnih plinova iz vozila uništava ulice, šteti zdravlju te pridonosi

⁵⁹ Braban C., Charon P. (2010): Re – signaling Paris Line 1: from driver – based to driverless operation, str. 46

klimatskim promjenama. London za cilj ima što prije ispuniti zakonske granice kvalitete zraka, a stvaranje ulica i ruta koje potiču pješaćenje, vožnju biciklom i korištenje javnog prijevoza igrat će veliku ulogu u postizanju ovog cilja. Transport za London (TfL) ostvarit će ove ciljeve primjenom pristupa zdravih ulica za vođenje svih svojih odluka.⁶⁰

Šest prioriteta TfL-a su:

- Ubrzavanje prelaska na javni i aktivni prijevoz
- Dekarbonizacija cestovnih vozila
- Dekarbonizacija načina na koji roba i usluge dolaze do odredišta
- Rješenja za smanjenje emisija na temelju određenih lokacija
- Velika Britanija kao središte zelene tehnologije i inovacija
- Smanjenje ugljika u globalnom gospodarstvu⁶¹

Za ona vozila koja ostaju na cestama, bitno je da se što prije smanji emisija te da se prebace na tehnologije s nultom emisijom. TfL će ostvariti svoj pristup nakon široko rasprostranjenih javnih konzultacija i uvođenja zone ultra niske emisije te naknade za toksičnost (T-Charge). Od sljedeće godine u Londonu se očekuje da većina dvokatnih autobusa bude hibridna ili električna kako bi u javnom prijevozu sudjelovali samo najzeleniji i najčišći autobusi. Očekuje se da će do 2037. godine svih 9 200 autobusa diljem Londona imati nultu emisiju.

Uspjeh londonskog prometnog sustava u budućnosti će ovisiti o tome da grad postane mjesto gdje ljudi odlučuju hodati i voziti bicikl. Ukupno 20,1 milijarde funti bit će uloženo u stvaranje zdravih ulica s naglaskom na povećanje pješaćenja, vožnje biciklom i javnim prijevozom te poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa, javnih prostora i kvalitete zraka. Nova mreža strateških biciklističkih ruta u cijelom Londonu promijenit će udobnost i iskustvo vožnje biciklom za sve vrste putovanja.

TfL također proširuje svoju upotrebu senzora prometa pomoću AI za otkrivanje sudionika u prometu i odlučivanje o načinu prijevoza koji koriste. Senzori iz laboratorija *Vivacity Labs* čija je izrada započela 2018. godine pokazali su se 98 % točnijim od ručnih metoda i sposobni su prikupljati podatke 24 sata dnevno za puno detaljniju sliku o načinu korištenja cesta. Sav video zapis snimljen senzorima obrađuje se i odbacuje u roku od nekoliko sekundi što znači da se nikada ne pohranjuju osobni podaci. Prikupljeni podaci pomažu u procjeni potražnje za

⁶⁰ Mayor of London (2021): Green transport

⁶¹ Campbell M. (2020): UK announces „ambitious“ plan to become hub for green transport

novim biciklističkim rutama te TfL-u pomažu u planiranju načina na koji upravlja cestovnom mrežom kako bi se ostvarili ciljevi Transportne strategije.⁶²

4.4. Split – *Bicycle sharing system*

Split parking d.o.o. za komunalne usluge, u suradnji s gradom Splitom, je u okviru europskog projekta REMEDIO uveo *Sustav javnih bicikala* kao novi oblik javnog gradskog prijevoza. Ovaj sustav usvojen je kao dio novog multimodalnog načina funkcioniranja prometa u Splitu koji omogućava zdraviji i mobilniji način života te smanjuje prometne gužve i emisiju štetnih plinova. Sustav javnih bicikala u Splitu omogućio je bolju prometnu povezanost gradskog područja te je pozitivno odgovorio na suvremene izazove zaštite okoliša.⁶³

Sustav javnih bicikala *Nextbike* u Splitu sastoji se od ukupno 280 javnih bicikla (od čega je njih 120 električno) i 51 stanice koje su postavljene po cijelom gradu. *Nextbike* sustav javnih bicikala trenutno je prisutan u 20 gradova diljem Hrvatske, tri grada u BiH te osam gradova u Sloveniji. Registracija na *Nextbike* sustav javnih bicikala valjana bilo gdje u svijetu. Sustav korištenja je jednostavan: nakon skidanja aplikacije i uplate godišnje pretplate od 200 kuna korisnik ima na raspolaganju neograničen broj polusatnih vožnji između označenih postaja. Kako bi se korisnici mogli koristiti sustavom javnih bicikala moraju na svom pametnom uređaju imati instaliranu aplikaciju *Nextbike* na kojoj se trebaju registrirati. Nakon što se registriraju i dođu do stanice s koje žele unajmiti bicikl, moraju se prijaviti u svoj račun na aplikaciji te unijeti svoj broj mobitela i broj bicikla koji žele unajmiti. Nakon toga je bicikl spreman za najam te ga korisnici mogu povući sa stalka na stanici. Sustav omogućava i privremeno parkiranje bicikla uz pomoć aplikacije i poluge na biciklu. Nakon korištenja bicikla, vratiti ga se može na bilo koju stanicu u gradu na način da ga se gurne u stalak i spusti poluga na bravi za zaključavanje. Ukoliko se dogodi da su svi stalci na stanici zauzeti, korisnicima je omogućeno ostavljanje bicikla između ostalih bicikala uz spuštanje poluge na bravi za zaključavanje. Plaćanje usluge također se vrši putem aplikacije te se za plaćanje može koristiti kreditna kartica ili SMS.

Cilj sustava javnih bicikala nije financijska zarada, već pružanje alternativnog oblika prijevoza i niza opcija od kojih svaki korisnik može odabrati što mu odgovara. Većinu sredstava ostvarenih kroz najmove i pretplate grad Split ulaže u održavanje i širenje sustava.

⁶² Smart Cities Connect (2020): Transport for London Expands Use of Traffic Sensors Using AI

⁶³ Turistička zajednica Split (2021): Javni bicikli



Slika 18: Stanica sustava javnih bicikala u Splitu

Izvor: autorica rada

5. ZAKLJUČAK

Suvremeni informacijski sustavi temelj su svega što čini pametan grad, pa tako i javnog prijevoza. Suvremeni informacijski sustavi se u javnom prijevozu koriste na brojne načine, a svaki od njih ima svrhu olakšati i unaprijediti javni prijevoz građana. Današnje demografske promjene u urbanim područjima promijenile su značenje javnog prijevoza te potaknule snažnu informatizaciju javnog prijevoza.

Korištenje suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu nudi brojne prednosti, a neke od njih su da se skraćuje vrijeme putovanja te povećava kvaliteta prijevoza. Suvremeni informacijski sustavi omogućavaju veću fleksibilnost jer se putnicima omogućava višestruki izbor vezan uz njihovo putovanje. Neki suvremeni informacijski sustavi olakšavaju planiranje ruta putovanja unaprijed, a neki povećavaju sigurnost putnika i smanjuju emisiju štetnih plinova u atmosferu čime se promiče održivi javni prijevoz u pametnom gradu. Svim suvremenim informacijskim sustavima u javnom prijevozu, koju god namjenu imali, zajednički je cilj poboljšanje zadovoljstva putnika javnim prijevozom.

S obzirom da su suvremeni informacijski sustavi u javnom prijevozu mnogobrojnih namjena i vrsta, kroz primjere nekoliko pametnih gradova prikazano je kako svaki grad ima svoju inačicu određenog informacijskog sustava kojima se ostvaruju ciljevi pametne mobilnosti.

LITERATURA:

1. Anable J., Docherty I., Marsden G. (2017): The governance of smart mobility, University of Glasgow, str. 115
2. Azad M., Hoseinzadeh N., Brakewood C. (2019): Fully Autonomous Buses: A Literature Review and Future Research Directions, Journal of Advanced Transportation, str. 4
3. Braban C., Charon P. (2010): Re – signaling Paris Line 1: from driver – based to driverless operation, RATP, str. 46
4. Burazer B. (2012): Normizacija u procesu kreiranja „pametnih gradova“, Hrvatski zavod za norme, str. 2
5. Burazer B. (2012): Normizacija u procesu kreiranja „pametnih gradova“, Hrvatski zavod za norme, str. 3
6. Caragliu A., de Bo C., Nijkamp P. (2009): Smart cities in Europe, CERS, str. 49
7. CEPT University (2018): A bus transport management document, str. 79
8. Dameri R. P. (2016): Urban Smart Dashboard: Measuring Smart city performance , Springer International Publishing, str. 2
9. Deen Maqbool A., Ramesh A. (2012): Conceptual Understanding of Smart Cities, International Journal of Science and Research, str. 1
10. Eros Pani F., Misso F.E., Porru S., Repetto C. (2019): Smart mobility and public transport: Opportunities and challenges in rural and urban areas, JTTE, str. 89
11. European Bank for Reconstruction and Development (2017): On the move: delivering automated fare collection, str. 1
12. Gabelica A. (2019): Analiza razvijenosti pametne mobilnosti u Hrvatskoj i svijetu, Sveučilište u Splitu, str. 10
13. Grad view research (2019): utomated Fare Collection Market Size, Share & Trends Analysis Report By System (TVM, TOM), By Technology (Smart Card, NFC), By Application, By Component (Hardware, Software), And Segment Forecasts, 2019 - 2025
14. Grubišić, F. (2014): Uloga geoprostorne znanosti i tehnologije za razvoj održive budućnosti, Sveučilište u Zagrebu, str. 77
15. Harrison C., Paraszczak J., Williams P.(2010): Foundations for Smarter Cities, IBM

16. Jukić T., Cvitanović Smode M., Smokvina M. (2010) "Vizije razvoja gradova početkom 21. Stoljeća, Usporedba planerskih postupaka: Pariz, London, Helsinki, Amsterdam", Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet
17. Lam A., Leung Y., Xiaowen C. (2014): Autonomous Vehicle Public Transportation System, str. 2
18. Mulligan C., Olsson M. (2013): Architectural implications of smart city business models: an evolutionary perspective, Ericsson, str. 81
19. Nam T.A. Pardo (2011): Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions , International Conference on Digital Government Research, str. 284
20. P. Racca D. (2004): Cost and Benefits of Advanced Public Transportation Systems at Dart First State, Center for Applied Demography and Survey Research, str. 20
21. Paliaga M., Oliva E. (2018): Trendovi u primjeni koncepta pametnih gradova, str. 565
22. Racan L. (2016): Razvoj pametnih gradova u Japanu, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, str. 9
23. Riter S. (1977): Automatic vehicle location – An overview, str. 1
24. Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning, European platform on sustainable mobility plans, str.48
25. Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning, European platform on sustainable mobility plans, str. 35
26. Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in sustainable urban mobility planning, European platform on sustainable mobility plans, str. 36
27. Samspon E., Signor L., Flachi M., Hemmings E., Somma G., Aifadopoulou G., Mitsakis E., Sourlas V. (2019): The role of Intelligent Transport Systems (ITS) in

- sustainable urban mobility planning, European platform on sustainable mobility plans, str. 49
28. Scrudato M. (2018): Smart Mobility Reinventing insurance for the future of mobility
29. Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A. (2016): Automatic Fare Collection (AFC), str. 1
30. Sokač Š. (2017): Perspektive za ulaganja i realizacije razvojnih projekata baziranih na konceptu “Pametnih gradova” u Hrvatskoj, Sveučilište Sjever, str. 15
31. The World Bank (2016): Public Transport Automatic Fare Collection Interoperability: Assessing Options for Poland, Korea Green Growth Partnership, str. 12
32. The World Bank (2016): Public Transport Automatic Fare Collection Interoperability: Assessing Options for Poland, str. 13
33. U.S. Department of homeland security (2009): Automatic Vehicle Locating Systems, str. 1
34. Xhafka E., Teta J., Agastra E. (2015): Mobile Environmental Sensing and Sustainable Public Transportation Using ICT Tools, International Conference on Computational and Experimental Science and Engineering , str. 2

Internetski izvori:

35. Axual (2020): Top Things to Know About Real – Time Data Processing, dostupno 23.6.2021. na internetskoj stranici:
<https://axual.com/top-things-to-know-about-real-time-data-processing/#:~:text=The%20time%20between%20the%20input,successfully%20provided%20timely%20and%20accurately>
36. Campbell M. (2020): UK announces „ambitious“ plan to become hub for green transport, dostupno 28.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.euronews.com/green/2020/03/30/uk-announces-ambitious-plan-to-become-hub-for-green-transport>
37. Canon Rubiano L., Darido G. (2019): The ticket to a better ride: How can Automated Fare Collection improve urban transport?, dostupno 1.6.2021. na internetskoj stranici:

<https://blogs.worldbank.org/transport/ticket-better-ride-how-can-automated-fare-collection-improve-urban-transport>

38. Centlewski B., Warchol J. (2021): IoT and its Role in Sustainable Transportation, dostupno 21.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://lingarogroup.com/blog/iot-and-its-role-in-sustainable-transportation/>
39. DuList (2019): Koristite car sharing i zaboravite na brigu o parkingu! , dostupno 24.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://dulist.hr/prvi-u-hrvatskoj-koristite-car-sharing-i-zaboravite-na-brigu-o-parkingu/613101/>
40. GoDigital (2020): Pametni javni prijevoz temelj sustava pametnog grada, dostupno 24.5.2021. na internetskoj stranici:
<https://godigital.hrvatskitelekom.hr/pametni-javni-prijevoz-temelj-sustava-pametnog-grada/>
41. Hribernik U. (2020): Passenger Information Systems (PIS): Your top 8 questions answered, dostupno 20.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://lit-transit.com/insights/passenger-information-systems-pis-your-top-8-questions-answered/>
42. ITSO (2018): What is smart ticketing?, dostupno 3.6.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.itso.org.uk/about-us/what-is-smart-ticketing/#:~:text=ITSO%20Smart%20ticketing%20is%20a,usually%20embedd%20on%20a%20smartcard>
43. Kass A. (2020): Bike sharing benefits and disadvantages, dostupno 26.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://kassandmoses.com/bicycle/blog/bike-sharing-benefits-and-disadvantages>
44. Lane C., Hidalgo D., Schleeter R., Mackie K. (2017): On the move: Car – sharing scales up, dostupno 24.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/move-car-sharing-scales/208451/>
45. Make a wish (2021): 11 Car sharing benefits, dostupno 25.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.wheelsforwishes.org/11-car-sharing-benefits/>

46. Marsh J. (2021): How IoT can make transportation more sustainable, dostupno 22.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.theinternetofallthings.com/how-iot-can-make-transportation-more-sustainable/>
47. Mayor of London (2021): Green transport, dostupno 27.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.london.gov.uk/what-we-do/transport/green-transport>
48. Ministarstvo unutarnjih poslova (2012): Videokonferencija s prezentacijom sustava AVL-a, dostupno 10.6.2021. na internetskoj stranici:
<https://mup.gov.hr/vijesti-8/videokonferencija-s-prezentacijom-sustava-avl-a/130967>
49. MixTelematics (2021): Fleet solutions for the public transport industry, dostupno 30.6.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.mixtelematics.com/industries/public-transport>
50. Pao W. (2019): How public transit can benefit from data analytics, dostupno 24.6.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.asmag.com/showpost/30842.aspx#:~:text=Data%20can%20be%20aggregated%20on,times%2C%E2%80%9D%20the%20post%20said>
51. Penfold A. (2020): Why we should not underestimate the value of smart video cameras in public, dostupno 21.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.securityandsafetythings.com/insights/not-underestimate-smart-cameras-public>
52. Penfold A. (2020): 5 use cases for smart cameras to improve security in public transportation, dostupno 21.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.securityandsafetythings.com/insights/5-ways-smart-cameras-improve-public-transport>
53. PSITraffic (2021): Depot Management - A clear overview of all processes, dostupno 15.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.psitrans.de/en/solutions/depot-management/>
54. PSITraffic (2020): In 5 Steps to a Depot Management System for Transport Companies, dostupno 15.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.psi.de/en/blog/psi-blog/post/in-5-steps-to-a-depot-management-system-for-transport-companies/>

55. Ride Amigos (2019): Smart Mobility in the Smart Cities of Tommorow, dostupno 26.5.2021. na internetskoj stranici:
<https://rideamigos.com/smart-mobility-in-smart-cities/>
56. Rose India (2018): Automatic Vehicle Location Advantage, dostupno 19.6.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.roseindia.net/technology/vehicle-tracking/automatic-vehicle-location-advantage.shtml>
57. Smart Cities Connect (2020): Transport for London Expands Use of Traffic Sensors Using AI, dostupno 2.8.2021. na internetskoj stranici:
[https://smartcitiesconnect.org/transport-for-london-expands-use-of-traffic-sensors-using-ai/#:~:text=Transport%20for%20London%20\(TfL\)%20is,of%20transport%20they%20are%20using.&text=The%20sensors%20are%20also%20able,trucks%2C%20motorcyclists%2C%20and%20buses](https://smartcitiesconnect.org/transport-for-london-expands-use-of-traffic-sensors-using-ai/#:~:text=Transport%20for%20London%20(TfL)%20is,of%20transport%20they%20are%20using.&text=The%20sensors%20are%20also%20able,trucks%2C%20motorcyclists%2C%20and%20buses)
58. TechTarget (2020): Automatic vehicle locator (AVL), dostupno 13.6.2021. na internetskoj stranici:
[https://whatis.techtarget.com/definition/automatic-vehicle-locator-AVL#:~:text=An%20automatic%20vehicle%20locator%20\(AVL,fleet%20by%20using%20the%20Internet](https://whatis.techtarget.com/definition/automatic-vehicle-locator-AVL#:~:text=An%20automatic%20vehicle%20locator%20(AVL,fleet%20by%20using%20the%20Internet)
59. Tomić D. (2015): Budućnost pametnih gradova, dostupno 24.5.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.ictbusiness.info/poslovna-rjesenja/buducnost-pametnih-gradova>
60. Turistička zajednica Split (2021): Javni bicikli, dostupno 2.8.2021. na internetskoj stranici:
<https://visitsplit.com/hr/4280/javni-bicikli>
61. UITP (2017): Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility, dostupno 24.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.uitp.org/publications/autonomous-vehicles-a-potential-game-changer-for-urban-mobility/>
62. Quartix (2021): Real – time vehicle tracking, dostupno 20.7.2021. na internetskoj stranici:
<https://www.quartix.com/>

SAŽETAK

U ovom radu prikazani su najpoznatiji suvremeni informacijski sustavi u javnom prijevozu u pametnim gradovima te je detaljno objašnjena njihova svrha i prednosti koje nude korisnicima javnog prijevoza. Problem istraživanja jest analiza upotrebe suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu u pametnim gradovima.

Cilj ovog rada jest klasificirati najpoznatije suvremene informacijske sustave koji se koriste u javnom prijevozu te prikazati primjere korištenja suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu u nekoliko pametnih gradova u Europi.

U radu je dana definicija pametnih gradova, kao i definicija pametne mobilnosti i onoga što ona uključuje. Na temelju dostupnih podataka i literature izrađena je klasifikacija suvremenih informacijskih sustava u javnom prijevozu. U radu se razlikuju sustavi koji su namijenjeni poboljšavanju naplate karata, sustavi za sakupljanje informacija, sustavi za održavanje vozila, sustavi za informiranje putnika, sustavi za sigurnost u prometu, sustavi automatskog upravljanja vozilom i sustavi za dijeljenje vozila.

Rim, Pariz, London i Split su primjeri pametnih gradova koji uspješno koriste suvremene informacijske sustave u svrhu unaprjeđenja usluga javnog prijevoza.

KLJUČNE RIJEČI: pametni grad, suvremeni informacijski sustavi, javni prijevoz, pametna mobilnost

SUMMARY

This paper presents the most well – known modern information systems in public transport in smart cities and explains their purposes and advantages that they offer to the public transport users. The research problem is the analysis of the use of modern information systems in public transport in smart cities.

The aim of this paper is to classify the most well – known modern information systems used in public transport and to show examples of the use of modern information systems in public transport in several smart cities in Europe.

This paper gives a definition of smart cities, as well as a definition of smart mobility and what it includes. Based on the available data and literature, a classification of modern information systems in public transport was made. This paper distinguishes between systems designed to improve the process of ticket purchasing, data collection systems, vehicle maintenance systems, passenger information systems, traffic safety systems, automatic vehicle control systems and vehicle sharing systems.

Rome, Paris, London and Split are examples of smart cities that successfully use modern information systems to improve their public transport services.

KEY WORDS: smart city, modern information systems, public transport, smart mobility

