

INTERNET INTELIGENTNIH UREĐAJA I DRUMSKI SAOBRAĆAJ

Prof. dr. Pavle Gladović, dipl. inž. saobraćaja, email: anaipavle@gmail.com
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu
Dr. Nemanja Deretić, dipl. inž. saobraćaja, email: nemanja.deretic@bbs.edu.rs
Akademija poslovnih strukovnih studija Beograd

Sažetak: Internet inteligentnih uređaja donosi promene u organizaciji kao nijedna tehnologija do sada. Internet inteligentnih uređaja utiče na promene u organizaciji više od reinženjeringa poslovnih procesa, koncepta „six sigma“, koncepta „lean“ proizvodnje ili bilo kog drugog poslovnog koncepta koji se periodično javlja, doživi uspeh i onda se zaboravi kada se pojavi sledeća velika stvar. Uzajamno približavanje informaciono-komunikacionih tehnologija i tehnologije operacija je dovelo do tačke promene za shvatanje vizije i potrebe za povezanim preduzećem. Kombinacija informacija iz oba sveta, i informaciono-komunikacionih tehnologija i tehnologije operacija, te bezbedno povezivanje podataka iz proizvodnje sa poslovnim podacima i informacijama, dovodi do brojnih prednosti. Internet inteligentnih uređaja dovodi do ubrzavanja funkcija povezanog preduzeća. Procenjuje se da će uticaj interneta inteligentnih uređaja na poslovno okruženje doneti više promena u narednih 10 godina, nego sve ostale tehnologije u prošlih 50 godina. U radu su prikazane teorijske osnove interneta inteligentnih uređaja, platforme za razvoj i tehnologije. Sistemi koji se zasnivaju na primeni informaciono-komunikacionih tehnologija u saobraćaju i transportu se nazivaju inteligentni transportni sistemi. U radu je dat pregled elemenata, arhitekture i primera korišćenja inteligentnih transportnih sistema i interneta inteligentnih uređaja u drumskom saobraćaju.

Ključne reči: internet inteligentnih uređaja, drumski saobraćaj, inteligentni transportni sistemi

INTERNET OF THINGS AND ROAD TRAFFIC

Abstract: Internet of things brings changes in the organization as none of the technologies so far. Internet of things affects on changes in the organization more than reengineering of business processes, the concept of „six sigma“, the concept of „lean“ production or any other business concept that occurs periodically, achieves success and is forgotten when the next big thing or technology appears. Mutual approaching of information and communication technologies and operations technology has led to a point of change for understanding a vision and a need for a related enterprise. The combination of data from both worlds, from information and communication technologies and from operations technology, and the secure connection of data from production with business data and information, leads to numerous advantages. Internet of things leads to acceleration of functions of a related enterprise. It is estimated that the impact of the internet of things, on the business environment, will bring more changes over the next 10 years, than any other technology in the past 50 years. The paper presents theoretical basics of the internet of things, platforms for development and technologies. Systems based on the application of information and communication technologies in traffic and transport are called intelligent transport systems. The paper also presents an overview of elements, architecture and examples of the use of intelligent transport systems and the internet of things in road traffic.

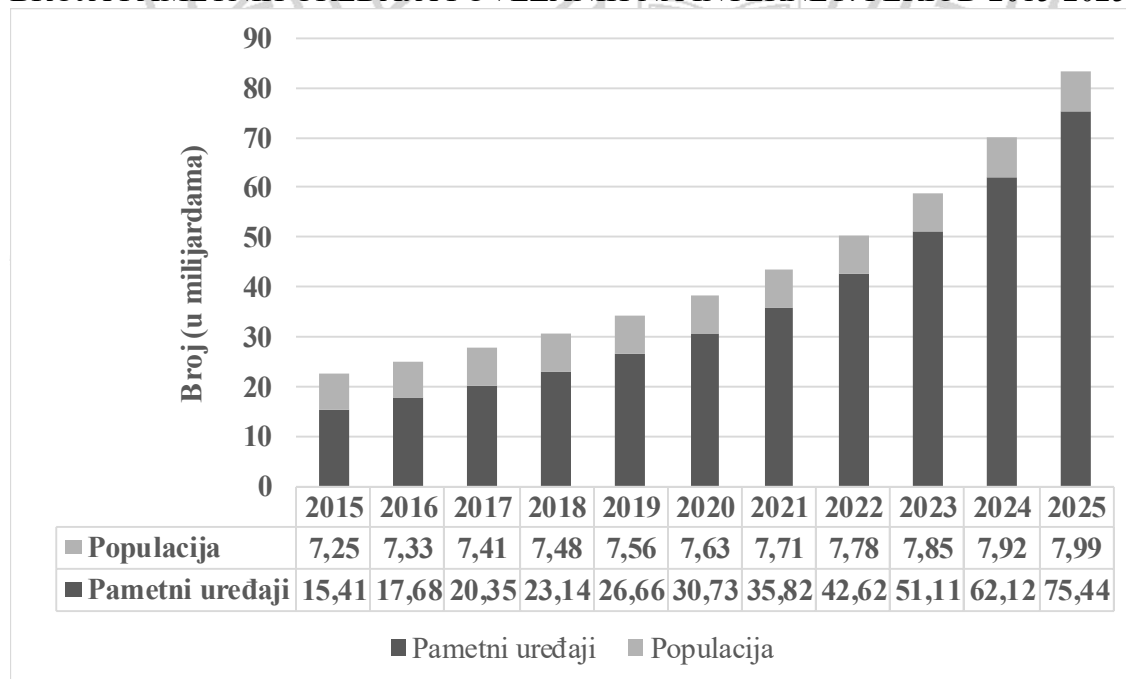
Key words: internet of things, road traffic, intelligent transport systems

1. Uvod

Dramatični porast urbanizacije u modernim gradovima zahteva „pametna“ rešenja za rešavanje kritičnih pitanja kao što su: mobilnost stanovništva, zdravstvo, energija i civilna infrastruktura. Internet inteligentnih uređaja (engl. Internet of things - IoT) je jedna od najperspektivnijih tehnologija za rešavanje navedenih izazova stvaranjem masovne mreže međusobno povezanih fizičkih objekata, koji su locirani širom sveta, a opremljeni su elektronikom, softverima, senzorima i mrežno su povezani. Prema Alavi, Jiao, Buttler i Lajnef (2018), u članku Ashton (2009), termin „Internet inteligentnih uređaja (IoT)“ se prvi put javlja 1999. godine nakon pojave tehnika baziranih na Internetu tokom 1990-ih. Kako se navodi u izveštaju Guillemine i Friess (2009), IoT se može definisati kao globalna infrastruktura koja omogućava napredne usluge povezivanjem fizičkih i virtualnih stvari pomoću interoperabilnih informacija i komunikacionih tehnologija.

Prema većem broju radova (Perera, Liu i Jayawardena, 2015; Botta, De Donato, Persico i Pescapé, 2016; Luo i Ren, 2016), zahvaljujući brzom razvoju tehnologija zasnovanih na oblaku (engl. Cloud), povećanju kapaciteta memorija i efikasnosti obrade informacija, smanjenju troškova proizvodnje i ugradnje prilikom primene, upotreba senzora je značajno porasla u poslednjih nekoliko decenija. Prema raznim procenama (Sundmaeker, Guillemine, Friess i Woelfflé, 2010), korišćenjem različitih informaciono-komunikacionih tehnologija, od 50 do 100 milijardi uređaja biće povezano na internet do kraja 2020. godine. Ako se uporede statistički podaci i procene (Statista, 2019; World Population, 2019), pa izračuna odnos broja „pametnih“ uređaja i stanovnika, onda se dobija da će se broj „pametnih uređaja“ po glavi stanovnika povećati od otprilike 2 u 2015. do skoro 10 u 2025. godini (Slika 1). Prema izveštaju Ujedinjenih nacija (Petrolo, Loscri, Mitton, 2017), procenjuje se da će 70% svetske populacije živeti u gradovima do 2050. godine.

SLIKA 1: POREĐENJE PROCENJENE SVETSKE POPULACIJE I PROJEKTOVANOG BROJA PAMETNIH UREĐAJA POVEZANIH NA INTERNET: PERIOD 2015-2025.



Izvor: Alavi, Jiao, Buttler i Lajnef (2018), Statista (2019), World Population (2019).

2. IoT i mogućnosti primene u drumskom saobraćaju

Prema (Gómez, Huete, Hoyos, Perez, Grigori, 2013; Radenković, Despotović-Zrakić, Bogdanović, Barać, Labus, Bojović, 2017), internet inteligentnih uređaja se može definisati kao mrežna infrastruktura na globalnom nivou, koja omogućava povezivanje fizičkih i virtuelnih uređaja interoperabilnim komunikacionim protokolima i inteligentnim interfejsima. Infrastrukturu čine tri osnovne komponente: inteligentni uređaji, mrežna infrastruktura za njihovo povezivanje i sistemi koji koriste podatke koje stvaraju inteligentni uređaji.

Kako bi se postigla automatizacija i povećala efikasnost pojedinih procesa, sistema ili složenih uređaja, primenjuje se komunikacija mašine sa mašinom (engl. Machine to machine – M2M). Prema (Radenković, Despotović-Zrakić, Bogdanović, Barać, Labus, Bojović, 2017), mrežni protokoli interneta inteligentnih uređaja se mogu podeliti na:

- Mrežne protokole: Ethernet, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth, IEEE 802.15.4, ZigBee;
- Vlasničke komercijalne protokole: EnOcean, T-wave, Insteon;
- Protokole mreža kućnih uređaja: X10, KNX, LonWorks
- Protokole mobilnih mreža: 3G, 4G, 5G;
- Protokole mrežnog internet sloja: IPv4, IPv6, 6LoWPAN;
- Bežične mesh mreže;
- Protokole transportnog sloja: TCP i UDP.

Prema istom izvoru, za razvoj aplikacija mogu se koristiti sledeće platforme kao servisi za internet inteligentnih uređaja:

- Xively PaaS za IoT je onlajn servis za programere koji razvijaju aplikacije na podacima prikupljenim iz senzora;
- Carriots PaaS za IoT predstavlja razvojnu i hosting platformu, posebno razvijenu za projekte interneta inteligentnih uređaja i M2M komunikaciju;
- ThingWorx PaaS za IoT obezbeđuje projektovanje, implementaciju i korišćenje IoT aplikacija;
- Aneka PaaS za IoT obezbeđuje servise za kontrolu, skaliranje, rezervaciju i nadgledanje aplikacija.

Kako se navodi u Drajić (2017), u IoT se koriste sledeći protokoli: MQTT, CoAP, AMQP, JMS, DDS, REST i XMPP. Za primenu u aplikacijama u okviru IoT koriste se različiti IoT moduli. Prema Drajić (2017), sa jedne strane se koriste Raspberry Pi, Arduino i Android, a sa druge strane moduli i modemi (od kojih je većina u čipu), kao i neke tekuće primene, odnosno rešenja. U istom izvoru, navedeni su neki od specijalnih modula kao LoRa i Sigfox.

U pogledu transporta i logistike, prema (Radenković i dr., 2017), najčešće korišćene IoT tehnologije su: senzori, aktuatori, komunikacija uređaja u bliskom polju (engl. Near-field communication - NFC), komunikacija uređaja preko radio frekvencija (engl. Radio-frequency identification - RFID), bežične mreže i Bluetooth. Preko ovih tehnologija je moguće u realnom vremenu da se prate procesi na gotovo svakom koraku u lancu snabdevanja: od nabavke sirovina, proizvodnje, transporta, skladištenja, distribucije do prodaje proizvoda i posle prodajnih usluga. Prema (Carton, Hedman, Damsgaard, Tan i McCarthy, 2012), tehnologija NFC se može koristiti za naplatu putarine, kupovinu putnih karata, dobijanje obaveštenja i informisanje o transportnim uslugama. Korišćenjem „pametnog“ telefona i očitavanjem oznaka mogu se dobiti informacije o stanici, broju putnika, troškovima, raspoloživosti sedišta i dr.

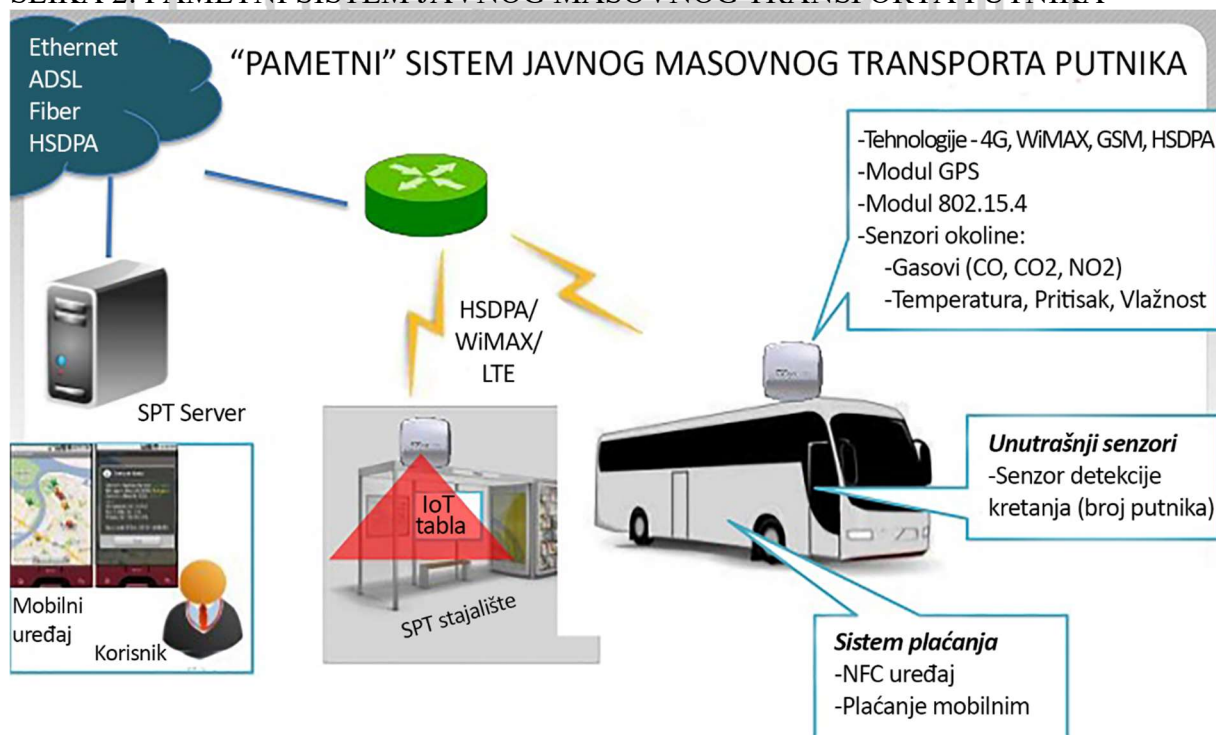
U skladu sa Pop i Proštan (2018), organi državne uprave pripremaju mnoge planove za korišćenje tehnologije kako bi pojednostavile i rešile gradska pitanja u vidu regulisanja i upravljanja saobraćajem. Planovi se prave sa ciljem da preduzete mere poboljšaju život građana. Neki od primera koji su povezani za upravljanje saobraćajem u „pametnom“ gradu su:

- Primena sistema koji u realnom vremenu može najaviti vreme vozila javnog masovnog transporta putnika u svakoj stanici;
- Primena tzv. zelenih transportnih sistema kao što su: javni sistemi za deljenje bicikala, stanice za punjenje električnih i hibridnih vozila i dr.;
- Primena inteligentnih parking sistema;
- Primena inteligentnih sistema regulisanja saobraćaja na signalisanim raskrsnicama;
- Primena javne rasvete uz korišćenje alternativnih energija i inteligentnih senzora.

3. IoT i javni masovni transport putnika

Prema Internet of Things (2019), SAD nisu poznate po svom javnom masovnom transportu putnika. Prema Statista (2015a), samo 23% milenijalaca (ljudi rođenih od ranih osamdesetih do ranih dvehiljaditih godina) preferira više javni masovni transport putnika od vožnje putničkog automobila, a samo 21% njih smatra da je sigurniji vid prevoza. Druga studija, Statista (2015b), je pokazala da 59% ove starosne grupe misli da bi širenje mreže javnog masovnog transporta putnika trebalo da ima visok ili izuzetno visok prioritet. Jasno je da je potrebna revizija javnog masovnog transporta putnika. Jedan od načina na koji gradovi mogu da unaprede sistem javnog masovnog transporta putnika je uključivanje IoT. Jedna od shema implementacije IoT i sistema javnog masovnog transporta putnika je data na Slici 2.

SLIKA 2: PAMETNI SISTEM JAVNOG MASOVNOG TRANSPORTA PUTNIKA



Izvor: <https://www.slideshare.net/usmanusb/the-internet-of-things-the-next-technology-revolution> (slajd 39)

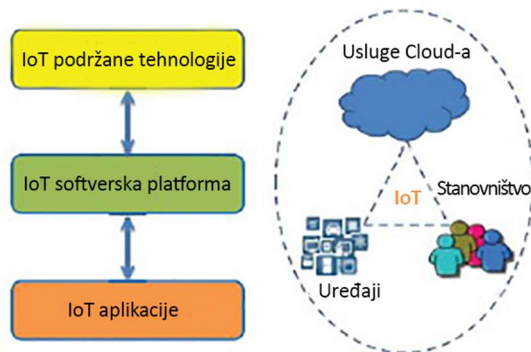
Implementacija IoT omogućava bolje iskustvo vožnje i bezbednost putnika. IoT omogućava praćenje autobusa i vozova u realnom vremenu, što pogoduje i vozaču i menadžmentu transportnog preduzeća. Putnik će znati kada i gde će javni prevoz da stigne, a operateri javnog prevoza mogu da upozore i obaveste javnost o bilo kakvim kašnjenjima u redu vožnje. Savremena vozila javnog masovnog transporta putnika sada imaju ugrađen Wi-Fi, što je drastično poboljšalo iskustvo vožnje za mnoge putnike. Mogućnost rada u javnom prevozu u jutarnjim satima ili odgovaranje na e-mailove u večernjim satima, dok ste na putu kući, veoma je poželjan dodatak dnevnim putovanjima. Nove tehnologije povezivanja idu mnogo dalje od Wi-Fi, pa će saopštiti vozaču i putnicima procenu kada će vozilo stići na odredište, kada u vozilu nema slobodnih mesta za sedenje i kada je dostignut maksimalni kapacitet. Sve u svemu, ova poboljšanja će omogućiti bolje iskustvo vožnje za putnike. U transportnim preduzećima, IoT omogućava tehnike prediktivnog održavanja, što znači da će zaposleni na održavanju znati kada određeni deo na vozilu može da otkaze. U tom slučaju, navedeni deo vozila može da se da se popravi na vreme, umesto da se čeka otkaz, što uzrokuje kašnjenja.

4. IoT i električna vozila

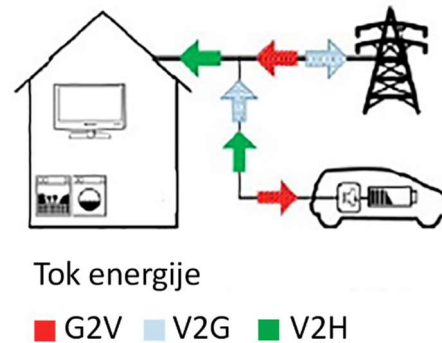
Kako se navodi u radu Arunkumar i Vijith (2018), kako je u sve više zemalja primetan problem zagađenja vazduha, električna vozila (EV) dobijaju sve veću popularnost širom sveta. Kako se broj EV povećava, infrastruktura za punjenje EV će takođe biti osnovna potreba (Slika 3a). Sistem koji sadrži IoT će definitivno pojednostaviti performanse punjenja EV. Ovaj metod je koristan za transportne sisteme i sisteme vozilo-električna mreža (engl. Vehicle to Grid - V2G). Ovaj predloženi sistem će poboljšati procese planiranja u gradovima i olakšati gradski život. Sa IoT lakše može da se upravlja celim V2G sistemom, koji će sigurno uštedeti vreme i novac. Za ovaj posao može da se napravi „pametna” aplikacija za povezivanje sa mrežom i da se znaju različite tarifne stope za korišćenje električne mreže.

Kod tarifnih stopa treba razlikovati stopu za isporuku energije u električnu mrežu i tarifu za preuzimanje električne energije iz mreže. Ako je korisnik vozila potpuno napunio akumulator svog EV, on može isporučiti električnu energiju u mrežu i time zaraditi nešto novca. EV donose koristi uslugama koje grad isporučuje stanovništvu i osiguravaju naknadu za održive izvore energije. Ova nova metoda je efektivna i relevantna zbog činjenice da je većina EV parkirana u proseku od 91 do 95 procenata njihovog perioda korišćenja. Takođe, većina EV je parkirana kod kuće/zgrade vlasnika između 21 časa uveče i 6 sati izjutra. Kada su EV uključeni u električnu mrežu, energija se može usmeriti do ili od baterija EV (Slika 3b), odnosno od električne mreže do vozila i od vozila ka električnoj mreži (G2V i V2G) ili do kuće (engl. Vehicle to Home - V2H).

SLIKA 3A: ARHITEKTURA IoT



SLIKA 3B: TOKOVI ENERGIJE



Izvor: Arunkumar i Vijith (2018)

5. IoT i parkiranje

Prema GSMA (2019), parkiranje u gradovima prolazi kroz velike promene jer napredak u tehnologijama omogućava nove načine maksimiziranja korišćenja parking mesta, a vozači postaju sve zahtevniji u korišćenju aplikacija i drugih usluga kako bi pronašli slobodan prostor za parkiranje svog vozila. Rezultati njihovog istraživanja su dati na slici 4.

SLIKA 4: EFEKTI PRIMENE IoT U PARKIRANJU



Izvor: <https://www.gsma.com/iot/smart-cities/smart-parking/>

Ključni indikator učinka (engl. Key Performance Indicator - KPI) je merljiva vrednost koja pokazuje koliko efektivno kompanija ostvaruje ključne poslovne ciljeve. U tabeli 1 su dati KPI od efekata primene IoT u parkiranju.

TABELA 1: KPI OD EFEKATA PRIMENE IOT U PARKIRANJU

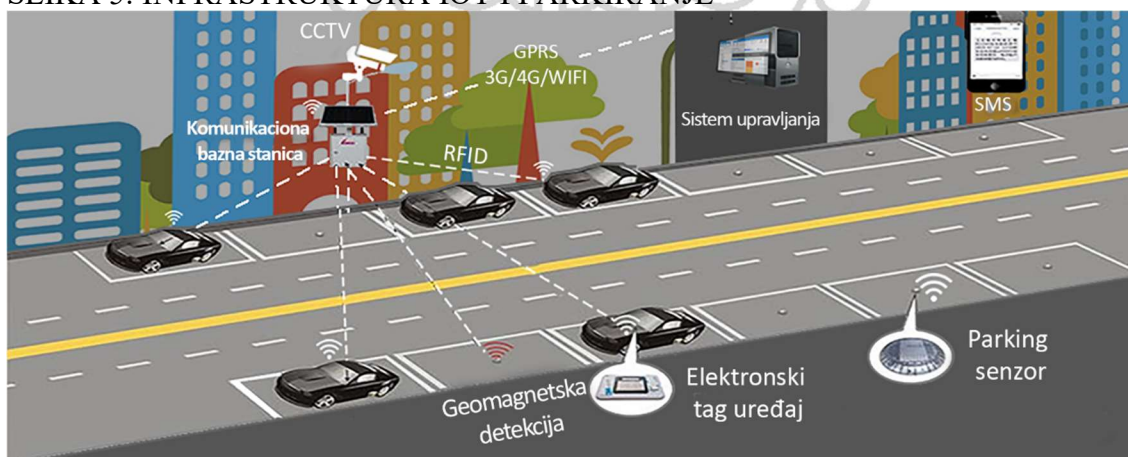
Korišćenje parking prostora	Upravljanje parking prostorom
- Koliko sati dnevno je zauzeto parking mesto? - Koliko vozila dnevno je koristilo parking mesto? - Smanjenje vremena potrebnog vozačima da pronađu slobodan prostor. - Smanjenje pređenih kilometara vozila da bi se pronašao slobodan prostor.	- Prihodi od parkiranja. - Troškovi upravljanja po parking mestu ili po lokaciji. - Profitna marža od parkiranja. - Vreme instalacije senzora. - Troškovi održavanja „pametnog“ parkiranja.

- Zadovoljstvo korisnika uslugom parkiranja.	
„Pametne“ parking usluge	Karakteristike tehnologije
- Dostupnost podataka i stope pristupa. - % prikupljenih prihoda. - Stopa uspešnosti plaćanja. - Potreba za akcijama izvršenja u slučaju neplaćanja. - Sigurnost parking mesta.	-Broj poslatih/primljenih poruka. -Stopa uspešnosti isporuke poruka. -Vreme čekanja od slanja poruke do prihvatanja zahteva za parkiranjem (latencija). -Trajanje baterije senzora. -Pristup otvorenim podacima. -Pokrivenost mreže.

Izvor: <https://www.gsma.com/iot/smart-cities/smart-parking/>

Implementacija „pametnog“ rešenja za parkiranje zahteva pristup koji je fleksibilan i sposoban da angažuje relevantne zainteresovane strane u promenama koje su potrebne da bi se maksimalno iskoristila bilo koja investicija. Na slici 5 je prikazan primer infrastruktura IoT sa primenom u parkiranju.

SLIKA 5: INFRASTRUKTURA IOT I PARKIRANJE



Izvor: <https://www.mobiloitte.com/blog/wp-content/uploads/2017/08/smart-parking.png>

6. Rangiranje pametnih gradova sa osvrtom na mobilnost, životnu sredinu i transport

Rangiranje „pametnih“ gradova se vrši kako bi se poredila konkurentnost gradova. Za rangiranje je potrebno odabrati uzorak gradova za istraživanje. U skladu sa ciljem projekta i njegovim vremenskim okvirom (Giffinger, Fertner, Kramar i Meijers, 2007), uzorak treba da ispunjava dva kriterijuma: gradovi treba da budu srednjeg obima i trebaju biti pokriveni dostupnim i relevantnim bazama podataka. Najopsežniji spisak gradova u Evropi obezbeđuje projekat Espon 1.1.1. Ovaj projekat pokriva skoro 1.600 gradova u prostoru Espon (EU27 + Norveška + Švajcarska) sa podacima o stanovništvu i nekim drugim funkcionalnim podacima. Iz ovih razloga, na osnovu posmatranih 1.600 gradova, definisana su tri kriterijuma za sužavanje izbora (Tabela 2):

- Broj stanovnika između 100.000 i 500.000 (grad srednje veličine);
- Najmanje jedan univerzitet (da bi se izuzeli gradovi sa slabom bazom znanja);
- Oblast obuhvatanja grada koja sadrži manje od 1.500.000 stanovnika (isključuje gradove u čijoj blizini se nalazi dominantni veći grad).

TABELA 2: POREĐENJE PAMETNIH GRADOVA EVROPE SREDNJE VELIČINE U 6 KATEGORIJA

Država	Grad	<u>Ekonomija</u>	<u>Stanovništvo</u>	<u>Državna uprava</u>	<u>Mobilnost</u>	<u>Životna sredina</u>	<u>Kvalitet života</u>	<u>Ukupno</u>
Luksemburg	Luxembourg	1	2	13	6	25	6	1
Danska	Aarhus	4	1	6	9	20	12	2
Finska	Turku	16	8	2	21	11	9	3
Danska	Aalborg	17	4	4	11	26	11	4
Danska	Odense	15	3	5	5	50	17	5
Finska	Tampere	29	7	1	27	12	8	6
Finska	Oulu	25	6	3	28	14	19	7
Holandija	Eindhoven	6	13	18	2	39	18	8
Austrija	Linz	5	25	11	14	28	7	9
Austrija	Salzburg	27	30	8	15	29	1	10

Izvor: Giffinger, Fertner, Kramar, Meijers, (2007).

Prema projektu (Giffinger, Fertner, Kramar i Meijers, 2007), „pametni“ gradovi su se rangirali u 6 kategorija: [ekonomija](#), [stanovništvo](#), [državna uprava](#), [mobilnost](#), [životna sredina](#) i [kvalitet života](#).

Prema radu (Berrone i Ricart, 2016), istraživani su indeks gradova u pokretu (engl. [Cities in Motion Index](#) - CIMI). Ovaj indeks ispituje 77 gradskih indikatora koji pokrivaju 10 dominantnih kategorija u urbanim sredinama: ekonomija, tehnologija, ljudski kapital, povezanost društva, međunarodnu saradnju, životnu sredinu, mobilnost i transport, urbano planiranje, javno upravljanje i državnu upravu. Koristeći CIMI, Berrone i Ricart su vršili procenu 181 grada u više od 80 zemalja kako bi odredili „najpametnije“ gradove širom sveta. U narednim tabelama (Tabela 3 i Tabela 4) su dati rezultati za ekonomiju, životnu sredinu, tehnologiju i mobilnost i transport.

TABELA 3: POREĐENJE GRADOVA SVETA PO CIMI INDEKSU (EKONOMIJA I ŽIVOTNA SREDINA)

Ekonomija	Rang	Životna sredina	Rang
New York City - SAD	1	Zurich - Švajcarska	1
San Francisco - SAD	2	Tallinn - Estonija	2
Boston - SAD	3	Vienna - Austrija	3
London - Velika Britanija	4	Stockholm - Švedska	4
Los Angeles - SAD	5	Linz - Austrija	5
Tokyo - Japan	6	Zagreb - Hrvatska	6
Washington, D.C. - SAD	7	Vilnius - Litvanija	7
Chicago - SAD	8	Tokyo - Japan	8
Houston - SAD	9	Ljubljana - Slovenija	9
Dallas - SAD	10	Singapore - Singapur	10

Izvor: IESE (2017).

**TABELA 4: POREĐENJE GRADOVA SVETA PO CIMI INDEKSU
 (TEHNOLOGIJA I MOBILNOST I TRANSPORT)**

Tehnologija	Rang	Mobilnost i transport	Rang
Taipei - Tajvan	1	London - Velika Britanija	1
New York City - SAD	2	Seoul - Južna Koreja	2
Baltimore - SAD	3	Frankfurt - Nemačka	3
Seoul - Južna Koreja	4	Shanghai - Kina	4
Tokyo - Japan	5	Paris - Francuska	5
Amsterdam - Holandija	6	Madrid - Španija	6
Shanghai - Kina	7	Stockholm - Švedska	7
Beijing - Kina	8	Berlin - Nemačka	8
Taichung - Taiwan	9	Vienna - Austrija	9
Chicago - SAD	10	Munich - Nemačka	10

Izvor: IESE (2017).

7. Zaključak

Urbanizacija je pokrenula mnoge od najvećih društvenih izazova u novijoj istoriji. Problemi i izazovi koji iz toga proizlaze stvorilo je tržište za „pametne“ gradske tehnologije. Među mnogim obećavajućim tehnologijama javlja se i IoT. IoT bi mogao da igra ključnu ulogu u oblikovanju budućnosti „pametnih“ gradova.

Koncept „pametnog“ grada se pojavio kao posledica primene interneta inteligentnih uređaja. Među raznim konceptima koji koriste informaciono-komunikacione tehnologije u urbanim sredinama, odnosno „digitalnom“ gradu, „zelenom“ gradu, „održivom“ gradu, „inteligentnom gradu“, itd. „pametni grad“ uz IoT ima šansu da poboljša uslove života svojih stanovnika. Drugim rečima, „pametni grad“ deluje kao kompozicija drugih oblika strategija upravljanja urbanom sredinom. Ovaj rad je predstavio osnove „pametnog“ grada u smislu definicija, standarda i primena. U razvijenim zemljama širom sveta, zbog saobraćajnih zagušenja, vozači i putnici u drumskom, ali i u ostalim vidovima saobraćaja, gube puno vremena, što se odražava i u povećanim troškovima. Primena rešenja u regulisanju saobraćaja, inspirisana IoT, utiče na povećanje kvaliteta usluge i zadovoljstva korisnika, odnosno putnika. Ako se rešenja IoT primene na raskrsnicama, bilo signalisanim ili nesignalisanim, onda se posrednim putem može smanjiti broj saobraćajnih nezgoda.

Rešenja IoT će se u budućnosti primenjivati na „pametnim“ vozilima, gde će ona obavljati sa jedne strane komunikaciju sa infrastrukturuom (stanice za snabdevanje gorivom, garaže, parkinzi, i dr.), a sa druge strane ostvarivaće međusobnu komunikaciju.

Literatura

- [1] Alavi, A. H., Jiao, P., Buttlar, W. G., & Lajnef, N. (2018). Internet of Things-enabled smart cities: State-of-the-art and future trends. *Measurement*, 129, 589-606.
- [2] Arunkumar, P., & Vijith, K. (2018). IOT Enabled smart charging stations for Electric Vehicle. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119 (7), 247-252.
- [3] Ashton, K. (2009). That ‘Internet of Things’ Thing. In the real world, things matter more than ideas. *RFID J.*
- [4] Berrone, P., & Ricart, J. E. (2016). New York edges out London as the world’s smartest city. *IESE Insight Review*.

- [5] Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: a survey. *Future generation computer systems*, 56, 684-700.
- [6] Carton, F., Hedman, J., Damsgaard, J., Tan, K. T., & McCarthy, J. (2012). Framework for mobile payments integration. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 15(1), 14-25.
- [7] Drajić, D. (2017). Uvod u IoT (Internet of Things), Akademska misao, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd.
- [8] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, 1-12.
- [9] Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139.
- [10] Gsma, Smart Parking : A Guide to Ensuring a Successful Mobile IoT Deployment. (2019). <<https://www.gsma.com/iot/smart-cities/smart-parking/>> pristupljeno 28. aprila 2019.
- [11] Guillemin, P., & Friess, P. (2009). Internet of things strategic research roadmap. The Cluster of European Research Projects, Tech. Rep.
- [12] IESE (2017) Business School, University of Navarra, <https://blog.iese.edu/cities-challenges-and-management/2017/05/25/164/>, pristupljeno 29. aprila 2019.
- [13] Internet of Things. (2019). <<https://internet-of-things-innovation.com/insights/the-blog/internet-of-things-public-transportation/#.XMgK5ugzblU>> pristupljeno 29. aprila 2019.
- [14] Luo, S., & Ren, B. (2016). The monitoring and managing application of cloud computing based on Internet of Things. *Computer methods and programs in biomedicine*, 130, 154-161.
- [15] Perera, C., Liu, C. H., & Jayawardena, S. (2015). The emerging internet of things marketplace from an industrial perspective: A survey. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 3(4), 585-598.
- [16] Petrolo, R., Loscri, V., & Mitton, N. (2017). Towards a smart city based on cloud of things, a survey on the smart city vision and paradigms. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 28(1), e2931.
- [17] Pop, M. D., & Proștean, O. (2018). A comparison between smart city approaches in road traffic management. *Procedia-social and behavioral sciences*, 238, 29-36.
- [18] Radenković, B., Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., Barać, D., Labus, A., & Bojović, Ž. (2017). Internet inteligentnih uređaja. Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu.
- [19] Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., & Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission, 3(3), 34-36.
- [20] Statista, Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025. (2019). <<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>> pristupljeno 29. aprila 2019.
- [21] Statista, Opinions among transit riders who used public transit in the last 30 days as of May 19, 2015, by generation. (2015a). <<https://www.statista.com/statistics/571073/transit-riders-opinions-by-generation/>> pristupljeno 29. aprila 2019.
- [22] Statista, Share of U.S. adults who think expanding public transportation should be a high or extremely high priority in 2015, by generation. (2015b). <<https://www.statista.com/statistics/571544/public-transit-priorities-expanding-public-transport-by-generation/>> pristupljeno 29. aprila 2019.
- [23] World Population, (2019). <<http://www.geoba.se/population.php?pc=world%26page=3%26type=028%26st=rank%26asde=%26year=2025>> pristupljeno 29. aprila 2019.