

# ULOGA INTERNET STVARI (IOT) U RAZVOJU PAMETNIH GRADOVA / THE ROLE OF THE INTERNET OF THINGS (IOT) IN THE DEVELOPMENT OF SMART CITIES

Nehad Gaši<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Internacionalni Univerzitet Travnik, Aleja Konzula – Meljanac bb, 72270 Travnik, BiH  
e-mail: nehad.gasi@iu-travnik.com

**Stručni članak**

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401360>

**UDK / UDC 004.056:711.4:502.131.1**

## Sažetak

*Internet stvari (IoT) predstavlja ključnu tehnologiju u razvoju pametnih gradova, omogućavajući povezivanje različitih uređaja i sistema radi efikasnijeg upravljanja urbanim resursima. Integracijom IoT rješenja u svakodnevnu infrastrukturu gradova, moguće je unaprijediti kvalitetu života građana, optimizirati potrošnju resursa i osigurati održiv razvoj. Jedan od značajnih primjera primjene IoT-a je pametna rasvjeta, gdje se ulična rasvjeta automatski prilagođava prema prisustvu ljudi ili vozila, čime se postiže značajna ušteda energije i povećava sigurnost. Upravljanje saobraćajempomoću senzora i pametnih semafora omogućava smanjenje zagušenja, bolje upravljanje tokom vozila i brže reagovanje u slučaju nesreća. Također, nadzor kvalitete zraka putem umreženih senzora omogućava kontinuirano praćenje zagađivača u stvarnom vremenu, što gradskim vlastima pruža podatke potrebne za pravovremene ekološke mjere. Korištenjem IoT tehnologija, pametni gradovi postaju fleksibilniji, prilagodljiviji i efikasniji, a podaci prikupljeni u realnom vremenu omogućavaju donošenje informiranih odluka koje poboljšavaju urbani život.*

**Ključne riječi:** internet stvari (iot), pametni gradovi, pametna rasvjeta, upravljanje saobraćajem, digitalizacija, urbani razvoj, senzori

**JEL klasifikacija:** M290

## Abstract

*The Internet of Things (IoT) is a key technology in the development of smart cities, enabling the connection of different devices and systems for more efficient management of urban resources. By integrating IoT solutions into the everyday infrastructure of cities, it is possible to improve the quality of life of citizens, optimize resource consumption and ensure sustainable development. One of the significant examples of IoT applications is smart lighting, where street lighting automatically adjusts according to the presence of people or vehicles, thereby achieving significant energy savings and increasing safety. Traffic management using sensors and smart traffic lights allows for reduced congestion, better management of vehicle flow and faster response in case of accidents. Also, air quality monitoring through networked sensors allows for continuous monitoring of pollutants in real time, which provides city authorities with the data needed for timely environmental measures. By using IoT technologies, smart cities become more flexible, adaptable and efficient, and data collected in real time enables informed decisions that improve urban life.*

**Keywords:** internet of things (iot), smart cities, smart lighting, traffic management, digitalization, urban development, sensors

**JEL classification:** M290

## UVOD

Suvremeni gradovi suočavaju se s nizom izazova: sve većom urbanizacijom, zagađenjem okoliša, prometnim gužvama, visokim energetske troškovima i povećanim pritiskom na javne usluge. Tradicionalni modeli upravljanja gradovima više ne zadovoljavaju potrebe građana ni standarde održivog razvoja. U tom kontekstu, koncept pametnih gradova dobija na značaju kao rješenje koje koristi digitalne tehnologije kako bi se poboljšala efikasnost, održivost i kvaliteta života.

Jedna od ključnih tehnologija koja omogućava ovu transformaciju je Internet stvari (IoT). IoT ne samo da povezuje fizičke objekte sa internetom, već i omogućava obradu i analizu podataka u stvarnom vremenu, što je temelj za donošenje pametnih odluka. U ovom radu analiziramo kako IoT doprinosi razvoju pametnih gradova kroz konkretne primjene i potencijalne izazove.

## 1. TEHNIČKA OSNOVA IOT SISTEMA

Internet stvari (IoT) je koncept koji omogućava povezivanje fizičkih objekata putem interneta s ciljem prikupljanja, razmjene i analize podataka u stvarnom vremenu. U kontekstu pametnih gradova, IoT tehnologije se koriste za nadzor, upravljanje i optimizaciju različitih urbanih sistema – od saobraćaja do kvalitete zraka i energetske efikasnosti. Tehnička osnova IoT sistema sastoji se od četiri ključne komponente:

### 1.1. SENZORI I UREĐAJI (EDGE UREĐAJI)

Senzori i aktuatori predstavljaju "osjetila" IoT sistema. Oni su odgovorni za prikupljanje podataka iz fizičkog svijeta. U pametnim gradovima najčešće se koriste:

Senzori za temperaturu, vlagu i zagađenje zraka

- Kamere i detektori pokreta
- Senzori za brojanje vozila i mjerenje brzine
- Aktuatori za upravljanje rasvjetom, signalizacijom i ventilacijom

Ovi uređaji često imaju malu potrošnju energije i rade u mrežama s niskim protokom podataka (Low Power Wide Area Networks – LPWAN).

### 1.2. MREŽNA POVEZANOST (KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE)

Podaci koje prikupljaju senzori šalju se dalje putem komunikacijskih protokola. Tehnologije koje se koriste u urbanim IoT sistemima uključuju:

- Wi-Fi – za kratke udaljenosti i visoku brzinu
- 5G – za velike brzine i nisku latenciju u realnom vremenu
- NB-IoT (Narrowband IoT) – za uređaje male potrošnje koji šalju male količine podataka
- LoRaWAN – za široko pokrivanje uz nisku potrošnju energije

Odabir tehnologije zavisi od konkretne primjene, broja uređaja i potreba za prenosom podataka.

### 1.3. OBLAK (CLOUD) I OBRADA PODATAKA

Nakon što se podaci prenesu, oni se pohranjuju i analiziraju u centralnim sistemima, često u "oblaku". Cloud platforme omogućavaju:

- Skalabilnu pohranu velike količine podataka
- Analizu u realnom vremenu (stream analytics)
- Primjenu vještačke inteligencije (AI) i mašinskog učenja (ML)
- Upravljanje uređajima na daljinu

Alternativno, u nekim slučajevima koristi se "edge computing", gdje se obrada podataka vrši lokalno, bliže izvoru (npr. na samom senzoru ili gateway uređaju), kako bi se smanjila latencija.

## 1.4.PLATFORME ZA UPRAVLJANJE I VIZUALIZACIJU

Pametni gradovi koriste centralizovane IoT platforme koje služe za:

- Vizualizaciju podataka putem kontrolnih panela (dashboards)
- Automatizaciju procesa (npr. automatsko paljenje ulične rasvjete)
- Upravljanje incidentima i alarmima
- Integraciju s drugim gradskim sistemima (npr. javni prijevoz, komunalne službe)

Popularne platforme uključuju Microsoft Azure IoT, Amazon AWS IoT, Google Cloud IoT i open-source rješenja kao što su ThingsBoard ili Kaa.

## 2.IOT I URBANA INFRASTRUKTURA

Primjena IoT-a u gradovima transformira i modernizira osnovnu infrastrukturu:

- **Vodovod i kanalizacija:** senzori za otkrivanje curenja, kontrola pritiska, predviđanje kvarova.
- **Energetska mreža:** pametna brojila, praćenje potrošnje, upravljanje opterećenjem.
- **Javni prijevoz:** GPS praćenje vozila, pametne stanice, aplikacije za korisnike.

Ova poboljšanja dovode do značajne uštede resursa, veće sigurnosti i transparentnosti u radu javnih službi.

### 2.1.PROŠIRENI PRIMJERI PRIMJENE

#### 2.1.1.Pametna rasvjeta – više od štednje

Pametna rasvjeta nije samo alat za smanjenje potrošnje električne energije. Integracijom s drugim sistemima, kao što su nadzorne kamere, meteorološki senzori i sistemi za hitne slučajeve, pametna rasvjeta može služiti i kao infrastrukturna osnova za širu digitalnu mrežu grada.

##### **Primjer iz prakse:**

U Copenhagenu, pametni stubovi rasvjete uključuju senzore za buku i pokret, te omogućavaju automatsku prijavu vandalizma i drugih incidenata.

#### 2.1.2.Upravljanje saobraćajem – ka autonomnom gradu

Upravljanje saobraćajem pomoću IoT-a ne odnosi se samo na pametne semafore. Današnje tehnologije omogućavaju:

- Dinamičko preusmjeravanje vozila na osnovu zastoja
- Prediktivnu analizu nesreća
- Praćenje zagađenja u prometnim zonama

##### **Primjer iz prakse:**

Singapur koristi napredne IoT sisteme za predikciju zagušenja i automatsku regulaciju tokova saobraćaja, čime se vrijeme putovanja smanjuje i do 20%.

### 2.1.3. Nadzor kvalitete zraka – digitalna zaštita zdravlja

Nadzor kvalitete zraka putem IoT-a ima i zdravstvenu i ekološku funkciju. Senzori se mogu postaviti na školske zgrade, bolnice i javne ustanove, a podaci se mogu integrirati s aplikacijama koje preporučuju kada je sigurno boraviti na otvorenom.

#### Primjer iz prakse:

U Beču, građani putem aplikacije mogu u realnom vremenu pratiti indeks kvalitete zraka i planirati svoje aktivnosti u skladu s tim.

## 2.2. PAMETNI GRADOVI KAO PLATFORMA ZA INOVACIJE

IoT otvara prostor za saradnju između javnog i privatnog sektora. Tehnološke kompanije, start-upovi i univerziteti razvijaju nova rješenja temeljena na otvorenim podacima koje gradovi prikupljaju putem IoT mreža.

#### Primjer:

Barcelona ima javnu platformu za otvorene podatke gdje svi zainteresovani mogu koristiti podatke iz različitih IoT izvora za razvoj aplikacija i inovativnih usluga.

## 2.3. EKONOMSKI I DRUŠTVENI UTICAJI

Osim tehničkog aspekta, IoT u pametnim gradovima ima snažan ekonomski i društveni uticaj:

- **Ekonomski:** smanjenje troškova upravljanja gradom, privlačenje investicija, razvoj tehnološkog sektora.
- **Društveni:** bolja povezanost građana, brži pristup informacijama, povećano učešće u odlučivanju.

Pametni gradovi tako postaju ne samo funkcionalniji, već i pravedniji i uključiviji.

## 2.4. RIZICI I ETIČKE DILEME

Sa sve većim brojem senzora i prikupljanjem podataka, otvaraju se važne etičke teme:

- **Privatnost građana:** da li se podaci anonimiziraju? Ko ima pristup podacima?
- **Nadzor i sloboda:** gdje je granica između sigurnosti i kontrole?
- **Digitalni jaz:** da li svi građani imaju jednak pristup pametnim uslugama?

Za rješenje ovih problema, potrebna je transparentna i odgovorna politika upravljanja podacima, kao i zakonska regulativa koja štiti građane.

## 3. PRAVNI OKVIR I REGULATIVA

Uvođenje IoT tehnologija u urbano upravljanje zahtijeva jasan pravni okvir koji reguliše pitanja poput:

- **Zaštite podataka:** Pošto IoT prikuplja osjetljive informacije (npr. lokacija korisnika), ključno je osigurati usklađenost sa zakonima o zaštiti ličnih podataka.
  - U EU, ključna regulativa je Opća uredba o zaštiti podataka (GDPR), koja propisuje načine obrade, čuvanja i dijeljenja podataka.
  - U Bosni i Hercegovini, Zakon o zaštiti ličnih podataka (usvojen po uzoru na GDPR) određuje obaveze operatera koji koriste IoT u javnom prostoru.
- **Kibernetička sigurnost:** Potrebna je zakonska osnova koja obavezuje pružaoce IoT rješenja da implementiraju sigurnosne mjere protiv hakerskih napada. U EU to uređuje Direktiva o mrežnoj i informacijskoj sigurnosti (NIS).

- **Otvoreni podaci i transparentnost:** Gradovi koji koriste IoT trebali bi zakonski omogućiti pristup neosjetljivim podacima kako bi se potakla inovacija i građansko učešće. Zemlje regije još uvijek nemaju usklađene zakone koji precizno uređuju primjenu IoT-a u pametnim gradovima, što predstavlja izazov za bržu digitalnu transformaciju

#### 4.DIGITALNA INFRASTRUKTURA U REGIJI ZAPADNOG BALKANA

Razvoj pametnih gradova direktno zavisi od dostupnosti digitalne infrastrukture, uključujući:

- **Pokrivenost brzim internetom**
  - Slovenija i Hrvatska imaju najrazvijeniju mrežnu infrastrukturu, s velikim pokrivanjem 5G mrežama i optikom.
  - Srbija, BiH i Crna Gora bilježe napredak, ali još uvijek postoji neravnomjerna pokrivenost, posebno u ruralnim dijelovima.
- **Pametni gradovi u razvoju**
  - Novi Sad razvija pametnu mobilnu platformu za upravljanje komunalnim uslugama.
  - Sarajevo je pokrenulo projekte pametne rasvjete i senzora za mjerenje zagađenja zraka.
  - Skoplje implementira sistem pametnog parkiranja i digitalne evidencije javnih površina.
- **Prepreke**
  - Nedostatak institucionalne saradnje između gradova i tehnoloških kompanija
  - Niska digitalna pismenost kod dijela stanovništva
  - Ograničena sredstva za infrastrukturne projekte

Tabela 1. Poređenje IoT primjena u gradovima regije

| Grad      | Pametna rasvjeta | Upravljanje saobraćajem | Nadzor kvalitete zraka | Otvoreni podaci |
|-----------|------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| Ljubljana | Da               | Da                      | Da                     | Da              |
| Novi Sad  | Da               | U razvoju               | Ne                     | Djelimično      |
| Sarajevo  | U razvoju        | Ne                      | Da                     | Ne              |
| Skoplje   | Da               | Da                      | Ne                     | Ne              |
| Zagreb    | Da               | Da                      | Da                     | Da              |



## ZAKLJUČAK

Internet stvari (IoT) predstavlja temeljnu tehnologiju za razvoj pametnih gradova, omogućavajući efikasnije, održivije i građanima prilagođene usluge. Kroz primjenu pametne rasvjete, upravljanja saobraćajem i nadzora kvalitete zraka, IoT demonstrira svoj potencijal da oblikuje budućnost urbanog života. Ipak, kako bi se u potpunosti iskoristile njegove prednosti, potrebno je riješiti izazove povezane s infrastrukturom, privatnošću i inkluzijom. Pametni gradovi nisu samo tehnološki napredni – oni su i gradovi u kojima su ljudi, podaci i inovacije povezani na održiv i odgovoran način. IoT ima potencijal da temeljno preobrazi način na koji funkcionišu gradovi – od upravljanja javnim uslugama do svakodnevnog života građana. Primjenom IoT rješenja u pametnoj rasvjeti, saobraćaju i zaštiti okoliša, gradovi postaju otporniji, efikasniji i održiviji. Ipak, uspjeh ove transformacije zavisi od spremnosti lokalnih vlasti da investiraju u infrastrukturu, osiguraju zaštitu podataka i uključe građane u digitalnu tranziciju. Pametni gradovi su vizija budućnosti, a IoT je tehnologija koja tu budućnost čini mogućom – već danas. Tehnička osnova IoT sistema predstavlja kičmu svakog pametnog grada. Integracija senzora, stabilna mrežna povezanost, analiza podataka i upravljačke platforme omogućavaju gradskim vlastima da donose informisane odluke, poboljšaju efikasnost usluga i povećaju kvalitet života građana. Bez ovih tehnoloških temelja, koncept pametnog grada ostaje samo teorijska ideja. Digitalna infrastruktura u Zapadnom Balkanu doživljava značajan razvoj, što predstavlja temelj za implementaciju pametnih gradova i unapređenje urbanih usluga. Iako zemlje u regiji, poput Slovenije i Hrvatske, već imaju dobro razvijene mreže s visokom pokrivenošću optičkim mrežama i naprednim 5G sistemima, druge države poput Srbije, Bosne i Hercegovine i Crne Gore još uvijek se suočavaju s izazovima u pogledu neravnomjerne pokrivenosti, posebice u ruralnim područjima. Dok su urbane sredine često dobro opremljene modernim komunikacijskim rješenjima, ruralna područja ostaju nedovoljno integrisana u digitalnu mrežu, što stvara digitalni jaz i otežava potpunu digitalnu transformaciju. Potrebna su kontinuirana ulaganja u modernizaciju i proširenje infrastrukture, što zahtjeva potporu kako državnih institucija, tako i privatnog sektora. Zajednička strategija i regionalna saradnja mogli bi ubrzati proces modernizacije. Razvoj digitalne infrastrukture mora biti praćen prilagodbom zakonskih okvira i standarda, koji omogućavaju siguran, transparentan i inkluzivan pristup digitalnim uslugama za sve građane. Unatoč izazovima, regija pokazuje značajan potencijal za razvoj pametnih gradova i digitalnih inovacija. Projekti u gradovima poput Novog Sada, Sarajeva i Skoplja već pokazuju pozitivan pomak ka implementaciji IoT rješenja, što otvara prostor za dalji razvoj i unapređenje urbanih usluga. Ukupno, digitalna infrastruktura u Zapadnom Balkanu predstavlja ključni segment za tehnološku modernizaciju regije. Ulaganjem u ovu infrastrukturu, uz aktivnu saradnju svih relevantnih aktera, moguće je postići uravnotežen razvoj koji će omogućiti učinkovitije upravljanje resursima, unapređenje kvaliteta života građana i brži razvoj inovativnih rješenja prilagođenih potrebama modernih gradova.

## LITERATURA

1. European Commission. *Smart Cities – European Innovation Partnership*.
2. IEEE IoT Journal. *Applications of IoT in Urban Infrastructure*.
3. UN-Habitat. *Smart Cities and Urban Development Strategies*.
4. Agencija za zaštitu ličnih podataka u BiH. *Zakon o zaštiti ličnih podataka*.
5. Smart Cities Council. *Smart Street Lighting Projects in Europe*.
6. World Bank. *Digital Economy in the Western Balkans*.
7. Ministarstvo komunikacija BiH. *Digitalna agenda 2023–2030*.