



RAZVOJ PAMETNIH GRADOVA

Anita Kulaš Miroslavljević¹, Valentina Vuleta¹

¹ Sveučilište u Slavonskom Brodu, Trg I. B. Mažuranić 2, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska,
ePošta: akmirosavljevic@unisb.hr

Sažetak: U posljednjih nekoliko godina pametni gradovi postali su svjetski fenomen s različitim oblicima koji se pojavljuju u različitim dijelovima svijeta. Pametni grad se definira kao metropolitansko područje koje primjenom moderne tehnologije omogućuje veću kvalitetu života svojim stanovnicima. Njegov glavni cilj je poboljšati urbani život korištenjem informacijske tehnologije u pogledu prometa, sigurnosti, energije, otpada, pa čak i zdravstvenih usluga. Svrha rada je istražiti na koji način funkcioniraju pametni gradovi i kako dolaze do podataka. Cilj rada je istražiti koliko su građanima jasne dobrobiti pametnih gradova te prednosti digitalnih tehnologija. Ovo istraživanje temelji se na kvalitativnoj i deskriptivnoj metodologiji, s fokusom na analizu sekundarnih podataka. Pristup uključuje pregled relevantne znanstvene i stručne literature, strateških dokumenata Europske unije, nacionalnih razvojnih strategija te javno dostupnih izvješća vezanih uz razvoj pametnih gradova. Glavni izvori podataka uključuju dokumente politike EU-a, akademske članke, institucionalna izvješća i provjerene internetske platforme. Rezultati su pokazali kako je kombinacija digitalnih tehnologija s urbanom infrastrukturom povećala stupanj ovisnosti pametnih gradova o ogromnim količinama podataka prikupljenih od građana, senzora i drugih digitalnih sustava. Rad je omogućio predstavljanje svih izazova i perspektiva razvoja pametnih gradova opisujući izazove sigurnosti podataka i zaštita privatnosti, društvene izazove i digitalnu uključenost te buduće tehnologije u razvoju pametnih gradova.

Ključne riječi: pametni gradovi, razvoj, sigurnost

1. Uvod

Ovaj rad bavi se izazovima s kojima se susreću pametni gradovi. Pozornost se posvećuje tome kako gradovi asimiliraju informacijsku i komunikacijsku tehnologiju (IKT) u gradske sustave i usluge za poboljšanje života građana. Istraživanje ima za cilj proučiti koliko su građanima jasne dobrobiti pametnih gradova te prednosti digitalnih tehnologija. Štoviše, cilj nastoji procijeniti doprinose projekata pametnih gradova postizanju ciljeva kao što su uključenost u digitalne tehnologije i građansko sudjelovanje, uz obraćanje pozornosti na druge jednako važne čimbenike kao što su privatnost podataka i kibernetička sigurnost. Ovim istraživanjem autori žele proširiti znanje

o procesima i koracima poduzetim prema razvoju pametnih gradova strateškim korištenjem tehnologija i inovacija kako bi se gradovima omogućilo rješavanje urbanih problema i povećanje društvenih, ekonomskih i ekoloških potreba stanovništva.

2. Metodologija

Ovo istraživanje temelji se na kvalitativnoj i deskriptivnoj metodologiji, s fokusom na analizu sekundarnih podataka. Pristup uključuje pregled relevantne znanstvene i stručne literature, strateških dokumenata Europske unije, nacionalnih razvojnih strategija te javno dostupnih izvješća vezanih uz razvoj pametnih gradova. Glavni izvori podataka uključuju

dokumente politike EU-a, akademske članke, institucionalna izvješća i provjerene internetske platforme.

3. Pojamno određenje pametnih gradova

Počevši od sredine 20. stoljeća, diljem svijeta dogodile su se brojne društvene, ekonomske i ekološke krize koje su imale razoran utjecaj na razvojni napredak gradova. Međutim, u posljednja dva desetljeća, metropolitanske regije diljem svijeta poduzele su brojne projekte usmjerene na poboljšanje urbane infrastrukture i javnih sadržaja, što zauzvrat pokušava poboljšati socio-ekonomske uvjete i cjelokupno okruženje metropolitanskih područja (Lee i sur., 2014). Pametni gradovi razvijeni su s namjerom korištenja digitalne informacijske tehnologije u raznim aspektima postojanja, uključujući, ali ne ograničavajući se na zdravstvo, mobilnost, energetiku, obrazovanje, širenje znanja, pa čak i upravljanje građanskim resursima (Deakin & Al Waer, 2012).

Pojam „pametnog grada“ funkcionira kao krovna fraza koja obuhvaća mnoštvo poddomena kao što su pametniji urbani razvoj, novo gospodarstvo, zeleniji i inteligentniji okoliš, visoke tehnologije, inteligentno upravljanje energijom, bolja mobilnost, poboljšana zdravstvena skrb, između ostalog (Galati, 2018). Caragliu i sur. (2009) konceptualiziraju pametni grad sa sljedećim glavnim karakteristikama:

- (a) poboljšana administrativna i ekonomska učinkovitost koja omogućuje razvoj kulture i društva korištenjem umrežene infrastrukture;
- (b) temeljni naglasak na poslovno orijentiranom urbanom razvoju;
- (c) snažan fokus na cilju ostvarivanja socijalne uključenosti različitih vrsta urbanih stanovnika u javne usluge;
- (d) naglasak na značajnoj ulozi visokotehnoloških i kreativnih industrija u dugoročnom rastu; (e) perspektiva da se velika pažnja posveti funkciji

društvenog i relacijskog kapitala u razvoju grada, i;

(f) vizija da se društvena i ekološka održivost smatra važnim aspektom razvoja pametnog grada.

Marsal-Llacuna i sur. (2015) ističu važnost procjene pametnih gradova koja integrira lekcije iz već postojećih ekološki prihvatljivih i ugodnih urbanih područja te njihov fokus na održivost i kvalitetu života u kombinaciji s potrebnim tehnološkim komponentama. Osim toga, Lazaroiu i Roscia (2012) sugeriraju da bi pametni grad trebalo smatrati međusobno povezanom tehnološkom zajednicom koja je izdržljiva, udobna, privlačna i sigurna.

Općenito, pametni grad ima šest međusobno povezanih dimenzija, a to su gospodarstvo temeljeno na znanju, pametna mobilnost, ekološka održivost, ljudski i društveni kapital, kvaliteta života i participativno upravljanje (Lee i sur., 2014). Međutim, nijedan grad do danas nije ni blizu potpunom uključivanju svih šest dimenzija u jedan grad.

4. Tehnološki aspekt pametnog grada

Pametni grad ne samo da integrira informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT), već ih i inovativno koristi za poboljšanje kvalitete života svojih građana, što daleko nadilazi jednostavno usvajanje tehnologija. Internet stvari (IoT) je primarna komponenta koja integrira urbane sustave poput semafora, ulične rasvjete i vodoopskrbe u jednu digitalnu mrežu. IoT analitika ne samo da pruža uvide već i praktične informacije usmjerene na to kako grad funkcionira; od prometnih obrazaca, potrošnje energije do sigurnosnih mjera.

Fizičke aspekte pametnih gradova temeljno poboljšava umjetna inteligencija (AI), koja pojednostavljuje predviđene tokove skupova podataka u potrazi za informacijama koje bi mogle

ukazivati na potencijalni problem, rizik ili prijetnju društvu. Decentralizirana priroda blockchain tehnologije povećava stupanj sigurnosti za pametne gradove. Svaka transakcija u vezi s distribucijom energije, odlaganjem otpada ili čak prijevozom postaje sigurna, provjerljiva i nepromjenjiva putem blockchaina. Cijela infrastruktura izgrađena je na računalstvu u oblaku čime se smanjuje ovisnost o lokalnim poslužiteljima, pružajući pristup s gotovo bilo kojeg mjesta. Ova jednostavnost pristupa omogućuje veću razmjenu podataka među dionicima i bolju integraciju iz različitih dijelova urbanih sustava.

5. Društveni izazovi

5.1. Sigurnost podataka i zaštita privatnosti

Kombinacija digitalnih tehnologija s urbanom infrastrukturom povećala je stupanj ovisnosti pametnih gradova o ogromnim količinama podataka prikupljenih od građana, senzora i drugih digitalnih sustava. Iako urbano upravljanje temeljeno na podacima omogućuje veću učinkovitost u pružanju usluga, održivost i transparentnost, upravljanje i zaštita privatnosti osobnih podataka predstavlja veliki izazov za gradske menadžere. Smanjenje tih rizika nužno je za izgradnju povjerenja javnosti i osiguravanje funkcioniranja sustava unutar pravnih i etičkih okvira. Obično platforme za pametne gradove primaju podatke iz različitih izvora koji često uključuju osjetljive informacije poput geolokacije, obrazaca korištenja energije, slika lica i zdravstvenih pokazatelja. Bez odgovarajućih zaštitnih mjera, tim će informacijama vjerojatno pristupiti ili neovlaštene osobe, ili će biti zlonamjerno nadzirane ili podvrgnute kibernetičkim napadima, što će ugroziti sigurnost i prava pojedinca (European Data Protection Supervisor, 2022). U Europskoj uniji, Opća uredba o zaštiti podataka (GDPR) temeljna je regulativa za svaku obradu osobnih podataka na području Europske unije. Prema GDPR-u, poznato je da su gradovi „kontrolori

podataka” na temelju svoje odgovornosti za održavanje procesa prikupljanja podataka i kao takvi moraju primijeniti ograničavajuće mjere poput minimiziranja podataka, enkripcije i pseudonimizacije (European Commission, 2020, 2023). Osim toga, građani trebaju biti svjesni koji se podaci od njih prikupljaju, namjeravanoj svrsi takvog prikupljanja i postupcima koji su im dostupni za pristup, izmjenu ili brisanje svojih podataka. Također, načelo privatnosti po dizajnu i prema zadanim postavkama, koje je također postavljeno GDPR-om, navodi da bi tehnologije pametnih gradova trebale biti projektirane sa zaštitom podataka kao ključnom komponentom od samog početka. Takvo je načelo, međutim, teško ostvarivo u praksi, posebice kada u osmišljavanju i implementaciji pametnih rješenja sudjeluje niz javnih i privatnih dionika. Sofisticirane strukture upravljanja mogu zamagliti odgovornost za kontrolu podataka i, kao rezultat toga, mogućnost nepoštivanja propisa ili sigurnosnih propusta postaje vjerojatnija (European Data Protection Supervisor, 2022). Druga bitna komponenta je kibernetička sigurnost. Integracija urbanih sustava, koji često ovise o cloud sustavima i integracija podataka u stvarnom vremenu, povećava mogućnost izloženosti kibernetičkim prijetnjama kao što su hakiranje, napadi ransomwarea i prekidi usluga. Kibernetički napadi koji su na neko vrijeme paralizirali javne službe Atlante, Baltimorea i Barcelone i iz kojih su procurile vitalne informacije pokazuju što bi se moglo dogoditi u nedostatku odgovarajućih zaštitnih mjera (European Union Agency for Cybersecurity, 2023). Kao rješenje, Europska unija usvojila je NIS2 Direktivu (Direktiva o sigurnosti mrežnih i informacijskih sustava) koja postavlja strože obveze pružateljima osnovnih i digitalnih usluga, uključujući i gradske vlasti odgovorne za pametnu infrastrukturu. Pametni gradovi moraju usvojiti strategije upravljanja rizikom, obavljati periodične revizije sustava i prijaviti kršenja sigurnosti određenim tijelima (European Commission, 2022). No, izvješća ENISA-e 2022. pokazala su

da je, unatoč sve većoj svijesti o kibersigurnosnim rizicima, njezina primjena i dalje nasumična među državama članicama sa značajnim razlikama između regija velikih gradova i ostalih gradova (European Union Agency for Cybersecurity, 2022).

Osim toga, postoje etička pitanja u vezi s masovnim prikupljanjem podataka i potencijalnom špijunažom. Korištenje prepoznavanja lica, praćenja u stvarnom vremenu i praćenja ponašanja na javnim mjestima stvara dilemu između javne sigurnosti i prava pojedinca. Organizacije civilnog društva i tijela zadužena za zaštitu osobnih podataka izrazili su zabrinutost zbog neregulirane i nedemokratske uporabe takvih tehnologija (European Data Protection Board, 2021). Kako bi se borile protiv ovih problema, neki su pametni gradovi osmislili povelje o urbanim podacima i etičke okvire za usmjeravanje upotrebe pametnih tehnologija. Neki od njih su Amsterdam i Barcelona.

5.2. Društveni izazovi i digitalna uključenost

Stvaranje pametnih gradova ne samo da obećava automatizaciju, već postavlja i vrlo ozbiljne društvene izazove, posebno u pogledu digitalnog sudjelovanja, pristupačnosti i jednakosti. Implementacija pametnih usluga koje od korisnika zahtijevaju digitalnu povezanost i relativno poznavanje interneta stavlja mnoge društvene skupine u opasnost od daljnje marginalizacije. Bez proaktivnih inovativnih politika, neki ljudi mogu postati žrtve društvenog e-upravljanja, mobilnih aplikacija javnog prijevoza u stvarnom vremenu ili pametnih aplikacija za zdravstvenu skrb te postati društveno nenormalniji (European Commission, 2023). To je osobito slučaj u gradovima srednje i istočne Europe, uključujući niz hrvatskih gradova koji daleko zaostaju u pogledu digitalnih kompetencija i internetske pokrivenosti (Ministry of Regional Development and EU Funds, 2023). U isto vrijeme još jedan značajan

faktor je dostupnost samih usluga. Kako bi se osigurala inkluzivnost, višejezične mogućnosti, korisničko testiranje i standardi dizajna trebali bi biti integrirani u platforme pametnih gradova od samog početka (European Commission, 2021). Kako bi premostila te nedostatke, Europska unija usredotočuje se na povećanje proračunskih izdvajanja za skladno uključivanje građana u prednosti koje dolaze s inovacijama kroz dizajn pametnih gradova. Inicijative poput Akcijskog plana za digitalno obrazovanje i Digitalnog kompasa EU-a naglašavaju potrebu za širim pružanjem javnog Wi-Fi-ja, gradske tehnologije prilagođene korisniku i obuke digitalnih vještina (European Commission, 2021). Štoviše, potiče se angažman građana u razvoju i evaluaciji usluga i tehnologija. Relevantnost usluge je poboljšana, ali povjerenje unutar zajednica i javne digitalne infrastrukture postiže se participativnim pristupima (European Commission, 2022).

5.3. Buduće tehnologije u razvoju pametnih gradova

Predviđa se da će integracija naprednih tehnologija u pametne gradove dramatično promijeniti način na koji gradovi funkcioniraju, a te tehnologije zasigurno će poboljšati dostupnost i pružanje javnih usluga. Pomoći će im u promjeni odnosa između građana i države, transformaciji upravljanja resursima i planiranju održivog razvoja. Gradovi će se morati uhvatiti ukoštac s novim mogućnostima i preprekama koje nude te tehnologije. Svaki od njih ima neviđene prilike za pozitivan napredak. Međutim, oni također nude nepredviđene rizike i probleme koje treba procijeniti i riješiti. Jedan od najznačajnijih razvoja je integracija umjetne inteligencije i strojnog učenja u urbane operacije. Primjer bi bili sustavi za kontrolu prometa koji koriste kamere pokretane umjetnom inteligencijom koje prate i analiziraju obrasce zagušenja kako bi odlučili kada automatski produžiti ili skratiti vrijeme signala za zaustavljanje na minimalne moguće granice kako bi se

smanjila kašnjenja i emisije. Isto se može dogoditi s komunalnim mrežama u kojima algoritmi umjetne inteligencije mogu otkriti abnormalne uzorke unutar njih, a kvarovi infrastrukture se obično predviđaju prije nego što se pojave, što omogućuje proaktivno održavanje (World Economic Forum, 2023).

Tehnologija digitalnih blizanaca još je jedan alat koji brzo napreduje i omogućuje gradovima stvaranje virtualnih replika fizičkih urbanih sustava u stvarnom vremenu. Politike dinamičkog urbanog razvoja mogu se analizirati korištenjem simulacija scenarija koje pomažu planerima u procjeni politike i analizi infrastrukture. Kako bi ublažili utjecaj poplava, Singapur i Rotterdam eksperimentiraju s digitalnim gradovima blizancima za optimizaciju energije, prijevoza i potrošnje. Europska komisija je razvila inicijativu Destination Earth (DestinE), koja nastoji stvoriti vrlo precizne digitalne prikaze Zemlje za promicanje poboljšanih ekoloških i urbanih politika (European Commission, 2023).

Hiperpovezani urbani ekosustavi imat će 5G tehnologiju kao svoju jezgru, a njezina niska latencija s velikom propusnošću omogućit će integraciju automobila s autonomnom vožnjom, prikupljanje podataka o okolišu u stvarnom vremenu, usluge zdravstvene skrbi na daljinu i usluge pametnog hitnog odgovora. Napredak u 6G već je u tijeku s još većom predviđenom latencijom i ugradnjom AI sustava koji omogućuju holografsku komunikaciju i precizno praćenje lokacije (European Telecommunications Standards Institute, 2024).

Blockchain tehnologija označava još jedno područje za inovacije jer pruža pouzdane metode za pohranjene i transakcijske podatke zbog svoje decentralizirane prirode. Neke lokalne vlasti već testiraju pilot projekte blockchaine za praćenje otpada i trgovanje energijom u zajednici (OECD, 2022). Kombinacija pametnih mreža i

decentraliziranih izvora obnovljive energije pomoći će gradovima da učinkovitije upravljaju svojom potražnjom i opskrbom energijom. Inovativno skladištenje energije, uključujući napredne baterije i vodik, vjerojatno će poboljšati stabilnost mreže, čime će gradovi postati otporniji na klimatske promjene (World Economic Forum, 2023).

6. Zaključak

Napredak pametnih gradova leži u novom sjecištu digitalnih inovacija, brige za okoliš i društvenih promjena. Služi kao osjetljiva aktivna mjera za složene izazove urbanog života (brzi porast stanovništva, klimatske promjene, tehnološki napredak, povećana građanska potražnja za transparentnošću, učinkovitošću i aktivnim angažmanom u upravljanju). Integracija novih tehnologija glavna je komponenta za razvoj pametnog grada. Građanski angažman ima važnu ulogu u modelima pametnih gradova. Stoga su sudjelovanje, povratne informacije i povjerenje imperativni čimbenici. Bez odgovarajuće razine građanskog rada, čak i najnapredniji alati koji su nam na raspolaganju osuđeni su na neučinkovitost.

Iz današnje perspektive, pametni gradovi morat će prevladati niz problema kako bi ostali održivi i u budućnosti. Neka od tih pitanja su upotreba etike umjetne inteligencije, zaštita osobnih i digitalnih informacija, izazovi kibernetičke sigurnosti i digitalni jaz. Umrežavanje urbanih sustava dovodi do veće mogućnosti pojave kibernetičkih prijetnji koje mogu paralizirati javne službe. Stoga se ove nove tehnologije moraju pažljivo implementirati uz odgovarajuće upravljanje, zakone i odredbe socijalne pravde. Postavlja se pitanje kako te tehnologije povećavaju dobrobit, mogućnosti i kolektivni napredak građana.

7. Literatura

- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2009). Smart cities in Europe. In Proceedings of the 3rd Central European Conference in Regional Science, Košice, Slovak Republic, October 7-9.
- Deakin, M., & Al Waer, H. (Eds.). (2012). From intelligent to smart cities. New York: Routledge
- ENISA (2022). State of Cybersecurity in the EU Public Sector, <https://www.enisa.europa.eu/publications/state-of-cybersecurity-in-public-sector>
- European Commission (2020). European Data Strategy: Shaping Europe's digital future, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-strategy>
- European Commission (2021). Digital Education Action Plan 2021–2027., <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital>
- European Commission (2022). 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030., Horizon Europe Missions, <https://mission-cities.eu>
- European Commission (2022). NIS2 Directive – Cybersecurity in the EU, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/nis-directive>
- European Commission (2023). Data protection in the EU, https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection_en
- European Commission (2023). Digital inclusion and skills gap in Europe, <https://digital-strategy.ec.europa.eu>
- European Commission (2023). Destination Earth (DestinE) Initiative, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth>
- European Data Protection Board (2021). Guidelines on facial recognition and surveillance in public spaces, <https://edpb.europa.eu>
- European Data Protection Supervisor (2022). Smart Cities and Data Protection, <https://edps.europa.eu>
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI) (2024). 6G Research Outlook, <https://www.etsi.org>
- European Union Agency for Cybersecurity (ENISA) (2023). Threat Landscape for Smart Cities, <https://www.enisa.europa.eu>
- Galati SR (2018) Funding a smart city: from concept to actuality. In: Smart cities. Springer, Cham, pp 17–39
- Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. Energy, 47(1), 326–332
- Lee, J. H., Hancock, M. G., & Hu, M. C. (2014). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. Technological Forecasting and Social Change, 89, 80–99.
- Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llinàs, J., & Meléndez-Frigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the smart cities initiative. Technological Forecasting and Social Change, 90, 611–622.
- Ministry of Regional Development and EU Funds (2023). Smart Cities in Croatia – Overview and Strategic Orientation, <https://razvoj.gov.hr>
- OECD (2022). Blockchain Technologies and Smart Cities, <https://www.oecd.org>
- World Economic Forum (2023). Top 10 Emerging Technologies in Smart Cities, <https://www.weforum.org>

DEVELOPMENT OF SMART CITIES

Abstract: In recent years, smart cities have become a global phenomenon with different forms appearing in different parts of the world. A smart city is defined as a metropolitan area that, through the application of modern technology, enables a higher quality of life for its inhabitants. Its main goal is to improve urban life by using information technology in terms of traffic, security, energy, waste and even health services. The purpose of the paper is to investigate how smart cities work and how they get data. The aim of the paper is to investigate how citizens understand the benefits of smart cities and the advantages of digital technologies.

This research is based on a qualitative and descriptive methodology, with a focus on secondary data analysis. The approach includes a review of relevant scientific and professional literature, strategic documents of the European Union, national development strategies and publicly available reports related to the development of smart cities. The main sources of data include EU policy documents, academic articles, institutional reports and verified online platforms. The results showed that the combination of digital technologies with urban infrastructure has increased the degree of dependence of smart cities on huge amounts of data collected from citizens, sensors and other digital systems. The work enabled the presentation of all the challenges and perspectives of smart city development, describing the challenges of data security and privacy protection, social challenges and digital inclusion, and future technologies in the development of smart cities.

Keywords: development, security, smart cities