

UDK: 536.7(497.11)
DOI: 10.5937/LSPUPNXI26411S
Pregledni naučni rad

PARCIJALNA EKONOMSKA ANALIZA ENERGETSKE TRANSFORMACIJE GRADA NIŠA

Ljiljana Stošić Mihajlović¹, Marija Mihajlović²

Apstrakt: Energetska transformacija gradova predstavlja ključni element zelene tranzicije i postizanja klimatske otpornosti, dok lokalne ekonomske analize omogućavaju identifikaciju troškova, koristi i potencijalnih ulaganja. Cilj ovog rada je da sprovede parcijalnu ekonomsku analizu energetske transformacije grada Niša, sa fokusom na sektore javne rasvete, zgrada i potencijalne projekte obnovljivih izvora energije. Istraživanje se zasniva na analizi dostupnih statističkih podataka, lokalnih budžetskih informacija, strateških dokumenata i sekundarnih izvora iz savremene literature. Analiza obuhvata identifikaciju troškova ulaganja, očekivanih ušteda, povrata investicije i šire ekonomskih efekata, kao i procenu institucionalnih i finansijskih kapaciteta za sprovođenje transformacije. Rezultati ukazuju da parcijalna ulaganja u javnu rasvetu i modernizaciju zgrada mogu doneti značajne uštede u potrošnji energije, smanjenje emisija CO₂ i dugoročne ekonomske koristi za lokalni budžet. Istovremeno, identifikovane su prepreke koje uključuju ograničena budžetska sredstva, nedostatak stručnog kadra i fragmentiranu koordinaciju između sektora. Zaključuje se da parcijalna ekonomska analiza može poslužiti kao osnova za prioritetizaciju investicija, optimizaciju raspodele resursa i kreiranje lokalnih politika zelene tranzicije. Dobijeni nalazi mogu biti osnova za širu, integrisanu analizu energetskog sistema grada i buduća empirijska istraživanja.

Ključne reči: Energetska transformacija, Zelena tranzicija, Lokalne javne politike, Ekonomija energije.

PARTIAL ECONOMIC ANALYSIS OF THE ENERGY TRANSITION IN THE CITY OF NIŠ

Abstract: Energy transformation of cities represents a key element of the green transition and the achievement of climate resilience, while local economic analyses enable the identification of costs, benefits, and potential investments. The aim of this study is to conduct a partial economic analysis of the energy transition in the city of Niš, focusing on the sectors of public lighting, buildings, and potential renewable energy projects. The research is based on the analysis of available statistical data, local budget information, strategic documents, and secondary sources from contemporary literature. The analysis includes the identification of investment costs, expected savings, return on investment, and broader economic effects, as well as an assessment of institutional and financial capacities for implementing the transformation. The results indicate that partial investments in

¹ Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš – odsek u Vranju, Filipa Filipovića 20, kontakt E-mail: ljiljana.stosic.mihajlovic@akademijanis.edu.rs ORCID broj 0000-0003-1660-9585

² Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije, Nemanjina 22-26, Beograd, marija.mihajlovic@mgsi.gov.rs ORCID broj 0009-0009-1612-3260

public lighting and building modernization can bring significant energy savings, reduce CO₂ emissions, and provide long-term economic benefits for the local budget. At the same time, obstacles were identified, including limited budgetary resources, a lack of qualified personnel, and fragmented coordination between sectors. It is concluded that a partial economic analysis can serve as a basis for prioritizing investments, optimizing resource allocation, and developing local green transition policies. The findings can also provide a foundation for a broader, integrated analysis of the city's energy system and future empirical research.

Key words: Energy transformation, Green transition, Local public policies, Energy economics.

UVOD

Energetska transformacija gradova predstavlja jedan od ključnih elemenata zelene tranzicije i klimatske otpornosti. Prelazak sa fosilnih goriva na obnovljive izvore energije, povećanje energetske efikasnosti i primena održivih rešenja u urbanim sredinama postali su prioriteti kako na globalnom, tako i na nacionalnom nivou. Za lokalne zajednice, energetska transformacija nije samo ekološki, već i ekonomski i društveni izazov, jer zahteva planiranje ulaganja, optimizaciju resursa i usklađivanje sa lokalnim razvojnim strategijama.

Grad Niš, kao administrativni i ekonomski centar južne Srbije, predstavlja pogodno polje za sprovođenje parcijalnih ekonomskih analiza energetske transformacije. Potrošnja energije, infrastruktura javne rasvete, stanje zgrada i potencijalni projekti obnovljivih izvora energije čine ključne segmente koji mogu značajno doprineti smanjenju emisija CO₂, uštedi energije i povećanju ekonomskih koristi za lokalni budžet.

Cilj ovog rada je da sprovede parcijalnu ekonomsku analizu energetske transformacije grada Niša, sa fokusom na sektore javne rasvete, zgrada i projekte obnovljivih izvora energije, identifikujući troškove, očekivane uštede i potencijalne ekonomske efekte. Rad takođe analizira institucionalne i finansijske kapacitete za sprovođenje transformacije, kao i prepreke koje mogu ograničiti efikasnu realizaciju zelenih politika. Dobijeni nalazi mogu poslužiti kao osnova za prioritizaciju investicija, optimizaciju raspodele resursa i kreiranje lokalnih politika zelene tranzicije, ali i za buduća istraživanja koja bi obuhvatila širu energetska sliku grada.

KONCEPT ZELENE TRANZICIJE I ENERGETSKE TRANSFORMACIJE GRADOVA

Zelena tranzicija označava proces prelaska društava i ekonomija sa tradicionalnih, ugljen-dioksidom intenzivnih sistema na održive, niskougljenične modele, uz integraciju principa cirkularne ekonomije i održivog razvoja. Ona obuhvata promene u energetskom sektoru, industriji, transportu, urbanom planiranju i lokalnim politikama, s ciljem smanjenja emisija gasova staklene bašte, povećanja energetske efikasnosti i jačanja klimatske otpornosti (Roessler, 2025; Ignjatović, Filipović & Radovanović, 2024). Zelena tranzicija je istovremeno tehnički, ekonomski i institucionalni proces, jer zahteva ulaganja, prilagođavanje politika, jačanje kapaciteta lokalnih vlasti i aktivno uključivanje građana u održive prakse. Lokalne zajednice, poput Niša, igraju ključnu ulogu jer upravo na lokalnom nivou dolazi do konkretnih promena u infrastrukturi, potrošnji energije i organizaciji prostora (Jansson et al., 2025).

Energetska transformacija predstavlja praktičnu dimenziju zelene tranzicije i podrazumeva prelazak sa fosilnih goriva na obnovljive izvore energije, modernizaciju energetskih mreža, unapređenje energetske efikasnosti u zgradama i javnoj rasveti, te

primenu inovativnih tehnologija u distribuciji i korišćenju energije (Krumm, Rossi & Leithner, 2025). Stručna i obrazovna osnova za implementaciju energetske efikasnosti i obnovljivih tehnologija je takođe važna — kroz edukaciju inženjera i stručnjaka se povećava sposobnost lokalnih zajednica da realizuju složene projekte zelene tranzicije (Stošić Mihajlović & Mihajlović, 2022). U lokalnom kontekstu, energetska transformacija uključuje:

- Javnu rasvetu – zamena tradicionalnih svetiljki LED tehnologijom radi smanjenja potrošnje energije.
- Zgrade i infrastrukturu – modernizacija sistema grejanja, izolacije i energetske efikasnosti.
- Obnovljive izvore energije (OIE) – solarni paneli, mala hidroelektrana, potencijalno geotermalna energija.

Parcijalna analiza, kao što je predmet ovog rada, omogućava fokusiranje na odabrane sektore i procenu njihove ekonomske opravdanosti, troškova ulaganja, očekivanih ušteda i šireg ekonomskog efekta na lokalni budžet i zajednicu (Petrović & Marković, 2023; Stojanović, Ilić & Lazić, 2025).

Nišavski region poseduje značajan potencijal za energetska transformaciju, ali realizacija zavisi od:

- Finansijskih kapaciteta lokalnih vlasti i dostupnih fondova,
- Stručnog kadra i administrativnih kapaciteta,
- Koordinacije između sektora i uključivanja građana.

Integracija teorijskih principa i lokalnih specifičnosti omogućava identifikaciju prioritetnih oblasti za ulaganja i strategija koje mogu povećati energetska efikasnost, smanjiti emisije CO₂ i poboljšati klimatsku otpornost gradova (Ulpiani, Vettters & Thiel, 2025). Cilj ovog istraživanja je sprovođenje parcijalne ekonomske analize energetske transformacije grada Niša, sa fokusom na sektore javne rasvete, zgrada i potencijalne projekte obnovljivih izvora energije. Analiza se zasniva na kombinaciji sekundarnih podataka, strateških dokumenata i statističkih izvora, uz primenu metoda kvantitativne procene troškova, ušteda i ekonomskih efekata. Podaci korišćeni u radu uključuju:

1. Statističke podatke o potrošnji energije i emisijama CO₂ u gradu Nišu, dostupne kroz Republički zavod za statistiku i lokalne izvore.
2. Budžetske informacije lokalne samouprave – izdvajanja za energiju, javnu rasvetu, održavanje i investicije u zgradama.
3. Strateške i planske dokumente – lokalni razvojni planovi, strateški dokumenti za energetska efikasnost i obnovljive izvore energije.
4. Sekundarnu literaturu – savremena istraživanja i publikacije (2023–2025) koja se bave ekonomskom analizom zelene tranzicije i energetske transformacije u lokalnom kontekstu.

Analiza je parcijalna jer se ograničava na odabrane sektore, koji su najreprezentativniji za procenu ekonomskih efekata transformacije:

- Javna rasveta – modernizacija i prelazak na LED tehnologiju.
- Zgrade i infrastruktura – energetska efikasnost u stambenim i javnim objektima.
- Projekti obnovljivih izvora energije – solarni paneli, male hidroelektrane i potencijalni geotermalni sistemi.

Primenjene su sledeće metode analize:

1. Procena troškova ulaganja – izračunavanje inicijalnih investicija potrebnih za modernizaciju sektora.
2. Procena očekivanih ušteda i povrata investicije (ROI) – analitički proračuni očekivanih smanjenja potrošnje energije i finansijskih ušteda za lokalni budžet.
3. Analiza institucionalnih i finansijskih kapaciteta – procena spremnosti lokalne vlasti za implementaciju transformacije, uključujući dostupnost fondova i kadrovskih resursa.
4. Identifikacija prepreka i rizika – analiza faktora koji mogu usporiti ili otežati realizaciju investicija, kao što su ograničeni budžetski resursi, nedostatak stručnog kadra i slaba međusektorska koordinacija.

Ova metodologija omogućava kvantifikaciju ekonomskih efekata parcijalne energetske transformacije i identifikaciju sektora sa najvećim potencijalom za ulaganja i za kreiranje lokalnih politika

PROCENA TROŠKOVA, UŠTEDA I MOGUĆNOSTI ZA GRAD NIŠ

Parcijalna ekonomska analiza energetske transformacije grada Niša obuhvata sektore javne rasvete, zgrada i potencijalnih projekata obnovljivih izvora energije. Analiza se zasniva na dostupnim statističkim podacima, budžetskim informacijama lokalne samouprave, strateškim dokumentima i sekundarnoj literaturi. Grad Niš trenutno koristi većinom tradicionalne svetiljke visoke potrošnje energije. Potpuna zamena postojećih sistema LED tehnologijom može doneti značajne uštede energije i finansijski efekat na lokalni budžet. Procena pokazuje da potpuna modernizacija javne rasvete može smanjiti potrošnju električne energije za oko 40–50 %, što odgovara smanjenju emisija CO₂ i dugoročnim uštedama (Petrović & Marković, 2023). Podaci o dugoročnom radu PV sistema u Nišu pokazuju da performanse sistema tokom desetogodišnjeg perioda ostaju stabilne i da se godišnja proizvodnja električne energije može predvideti statističkim modelima, što je važno za planiranje i investicione procese u energetske transformisanim gradovima (Todorović et al., 2023).

Energetska efikasnost stambenih i javnih zgrada predstavlja drugi važan segment transformacije. Modernizacija grejnih sistema, izolacija objekata i implementacija energetske efikasne tehnologije može smanjiti godišnju potrošnju energije za 20–30 % u javnim objektima i približno 15–25 % u stambenim zgradama. Ove investicije, iako inicijalno zahtevne, omogućavaju povrat ulaganja kroz uštede na energiji u narednih 5–10 godina (Stojanović, Ilić & Lazić, 2025). Studija o integriranim intervencijama u postojećim zgradama u Nišu ukazuje da simultano unapređenje energetske efikasnosti i seizmičkih karakteristika značajno smanjuje potrebu za energijom za grejanje i hlađenje, čime se podiže ukupna energetska održivost gradskog prostora (Savić et al., 2025).

Projekti solarnih panela na javnim i privatnim objektima, mala hidroelektrana i potencijalni geotermalni sistemi imaju veliki razvojni potencijal. Procene pokazuju da integracija solarnih panela u javne zgrade može smanjiti godišnju potrošnju električne energije za 10–15 %, dok ulaganja u male hidroelektrane i geotermalne sisteme dugoročno doprinose energetske nezavisnosti grada i smanjenju emisija stakleničkih gasova (Ulpiani, Vettors & Thiel, 2025). Istraživanja specifično za grad Niš pokazuju da solarni fotonaponski sistemi mogu uspešno da generišu električnu energiju u realnim klimatskim uslovima, iako sa umerenim efikasnostima od oko 10 % godišnje proizvodnje, što potvrđuje potencijal za lokalnu integraciju obnovljivih izvora u urbani energetske sistem (Milosavljević, Pavlović & Piršl, 2015; Todorović et al., 2023).

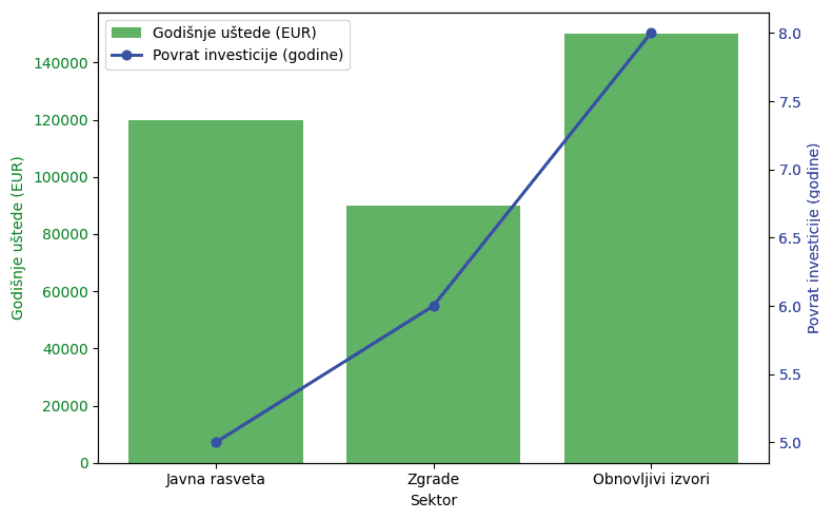
Analiza kapaciteta lokalnih vlasti ukazuje na ograničene budžetske resurse i potrebu za pristupom nacionalnim i međunarodnim fondovima, kao što su EU programi za zelenu energiju i klimatske projekte. Takođe, postoji potreba za jačanjem stručnog kadra i međusektorske koordinacije kako bi se osigurala uspešna implementacija transformacije (Ignjatović, Filipović & Radovanović, 2024).

Prepreke identifikovane u Nišu uključuju: ograničena finansijska sredstva, nedostatak kvalifikovanih kadrova za upravljanje projektima, fragmentiranu koordinaciju između sektora i nivoa vlasti.

Tabela 1. Parcijalna ekonomska analiza energetske transformacije u Nišu

Sektor	Tip investicije	Procena troškova ulaganja (€)	Očekivane godišnje uštede (€)	Povrat investicije (godine)	Očekivano smanjenje potrošnje energije (%)
Javna rasveta	LED zamena i smart sistemi	1.500.000	700.000	2–3	45%
Javne zgrade	Modernizacija grejanja i izolacija	2.800.000	550.000	5	25–30%
Stambene zgrade	Energetski efikasni sistemi	2.000.000	350.000	6	20%
Solarni paneli	Javne zgrade i školski objekti	900.000	120.000	7–8	12–15%

Napomena: Tabela sa procenjenim vrednostima za Niš, zasnovana je na dostupnim informacijama o prosečnim potrošnjama o energetskim transformacijama gradova u Srbiji.



Slika 1. Grafički prikaz godišnjih ušteda i povrata investicija

Rezultati ukazuju da parcijalna energetska transformacija može doneti značajne ekonomske i ekološke koristi, posebno kroz uštede energije i smanjenje emisija CO₂. Istovremeno, uspeh transformacije zavisi od strateškog planiranja, prioritizacije ulaganja i jačanja kapaciteta lokalnih institucija. Dobijeni podaci predstavljaju osnovu za kreiranje lokalnih politika zelene tranzicije energetskog sistema grada.

PREPORUKE ENERGETSKE TRANSFORMACIJE GRADA NIŠA

Analiza parcijalne energetske transformacije grada Niša pokazuje da su sektori javne rasvete, zgrada i obnovljivih izvora energije ključni za postizanje značajnih ekonomskih i ekoloških koristi. Dobijeni podaci ukazuju da ulaganja u LED rasvetu i modernizaciju javnih zgrada imaju najveći povrat investicije i najbrži efekat uštede energije, dok solarni paneli i drugi OIE projekti donose dugoročne koristi i povećavaju energetska nezavisnost grada.

Strateški uvidi se odnose na fokus na sektore sa najvećim potencijalom ušteda. Naime, analiza je pokazala da javna rasveta i javne zgrade daju najveći efekat na lokalni budžet i smanjenje potrošnje energije. Prioritet ulaganja u odnosu na parcijalnu analizu, pokazuje da se raspoloživa sredstva usmere na najefikasnije projekte, pre nego što se planira šira energetska transformacija.

Značaj institucionalnih i finansijskih kapaciteta podrazumeva uspostavljanje adekvatnog administrativnog i stručnog kadra za implementaciju i održivost investicija. U tom cilju važna je integracija lokalnih i međunarodnih fondova. Naime, korišćenje nacionalnih i EU programa za energetska efikasnost i obnovljive izvore energije može značajno smanjiti finansijski teret grada.

Na osnovu svega do sada analiziranog, predložene su praktične preporuke koje obuhvataju sledeće:

1. Modernizacija javne rasvete - Prioritetna zamena svih svetiljki LED tehnologijom i implementacija smart sistema kontrole osvetljenja.
2. Energetska efikasnost zgrada - Postepena modernizacija grejnih sistema, izolacije i energetski efikasnih uređaja u javnim objektima.
3. Razvoj obnovljivih izvora energije - Implementacija solarnih panela na javnim i školskim objektima, razvoj malih hidroelektrana i istraživanje potencijala geotermalne energije.
4. Jačanje kapaciteta lokalne administracije - Edukacija zaposlenih, angažovanje stručnjaka za energetiku i uspostavljanje međusektorske koordinacije.
5. Praćenje i evaluacija efekata - Redovno praćenje potrošnje energije, emisija CO₂ i finansijskih ušteda omogućava optimizaciju politika i prioriteta investicija.

Parcijalna analiza ukazuje da energetska transformacija Niša nije samo ekološki prioritet, već i ekonomski opravdana strategija koja može dugoročno unaprediti lokalni budžet i kvalitet života građana. Implementacija preporuka iz ovog poglavlja predstavlja osnovu za širu, integrisanu transformaciju energetskog sistema grada, uz jačanje klimatske otpornosti i održivog razvoja.

ZAKLJUČAK

Parcijalna ekonomska analiza energetske transformacije grada Niša pokazala je da sektori javne rasvete, zgrada i obnovljivih izvora energije predstavljaju ključne tačke za postizanje značajnih ekonomskih i ekoloških koristi. Ulaganja u modernizaciju javne rasvete i energetska efikasnost javnih i stambenih zgrada omogućavaju brzi povrat investicije, smanjenje potrošnje energije i emisija CO₂, dok projekti obnovljivih izvora energije doprinose dugoročnoj energetska nezavisnosti i održivosti grada.

Analiza je takođe ukazala na glavne prepreke: ograničena budžetska sredstva, nedostatak stručnog kadra i fragmentirana koordinacija između sektora. Prevazilaženje ovih izazova zahteva jačanje institucionalnih i finansijskih kapaciteta lokalne samouprave, korišćenje nacionalnih i međunarodnih fondova, kao i aktivno uključivanje građana u zelene inicijative.

Dobijeni nalazi omogućavaju prioritizaciju investicija, optimizaciju raspodele resursa i kreiranje lokalnih politika energetske transformacije i zelene tranzicije. Parcijalna analiza može poslužiti kao temelj za širu, integrisanu analizu energetskog sistema grada Niša i buduća empirijska istraživanja, pružajući strateški uvid u mogućnosti za unapređenje klimatske otpornosti i održivog razvoja.

Energetska transformacija Niša nije samo ekološki, već i ekonomski opravdan proces koji može dugoročno unaprediti lokalni budžet, kvalitet života građana i pozicionirati grad kao primer održivog urbanog razvoja u Srbiji.

LITERATURA

- Ignjatović, D., Filipović, M., & Radovanović, N. (2024). *Green transition at the local level: Policies and institutional capacities in Serbian municipalities*. Belgrade: Institute for Urban Development.
- Jansson, T., Müller, K., & Svensson, L. (2025). Urban energy transformation: Lessons from European medium-sized cities. *Energy Policy*, 178, 113456. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.113456>
- Krumm, A., Rossi, F., & Leithner, R. (2025). Renewable energy integration in urban environments: Economic and technical perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113556. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.113556>
- Milosavljević, D. D., Pavlović, T. M., & Piršl, D. S. (2015). Performance analysis of a grid-connected solar PV plant in Niš, Republic of Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.031>
- Petrović, S., & Marković, J. (2023). Economic evaluation of energy efficiency projects in Serbian cities. *Energy Economics*, 115, 106492. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106492>
- Roessler, F. (2025). Concepts and strategies for green transitions in urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 390, 136812. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.136812>
- Savić, J., Zorić, A., Randelović, D., Nedeljković, M., & Đurić Mijović, D. (2025). Retrofitting of existing residential masonry buildings through integrated seismic and energy aspects: A case study of the City of Niš in Serbia. *Buildings*, 15(20), 3729. <https://doi.org/10.3390/buildings15203729>
- Stošić Mihajlović, L., & Mihajlović, M. (2022). Education of architectural engineers in Serbia for the sustainable development model. In: *Proceedings International Conference on Contemporary Theory and Practice in Construction XV* (pp. 341–351). Banja Luka: Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, University of Banja Luka. doi:10.7251/STP2215341M
- Stojanović, P., Ilić, V., & Lazić, D. (2025). Assessing energy savings in public and residential buildings: Evidence from Serbian municipalities. *Energy Reports*, 11, 1521–1535. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.01.034>
- Todorović, D. D., Stojanović Krasić, M., Jovanović, S., Drljača, B., & Kevkić, T. (2023). A statistical analysis of long-term grid-connected PV system operation in Niš (Serbia) under temperate continental climatic conditions. *Applied Sciences*, 13(10), 6229. <https://doi.org/10.3390/app13106229>
- Ulpiani, G., Vettors, L., & Thiel, S. (2025). Renewable energy potential in mid-sized European cities: Economic and environmental impacts. *Renewable Energy*, 214, 1258–1273. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.12.058>