

Grejanje u domaćinstvima u Srbiji: dubinska analiza i implikacije za energetske tranziciju

Boban Pavlović*, Dejan Ivezić*, Marija Živković*, Dušan Mojić**

* Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11120 Beograd, Srbija

** Univerzitet u Beogradu - Filozofski fakultet, Čika Ljubina 18-20, 11000 Beograd, Srbija

Rezime - Dekarbonizacija i unapređenje energetske efikasnosti grejanja u domaćinstvima se ističu kao jedni od ključnih činilaca uspešne energetske tranzicije u domaćinstvima, budući da se najveći deo finalne potrošnje energije u ovom sektoru odnosi upravo na zagrevanje stambenog prostora. U Srbiji gotovo polovina domaćinstava i dalje zavisi od zastarelog i energetski neefikasnog korišćenja čvrstih goriva, pre svega ogrevnog drveta, a u manjoj meri i uglja. Takva praksa dovodi do lokalnog zagađenja vazduha i do neefikasne i neodržive upotrebe prirodnih resursa. Istovremeno, prosečna potrošnja energije za grejanje u Srbiji je oko 200 kWh/m² godišnje, dok je u Evropskoj uniji oko 140 kWh/m². U takvim okolnostima, energetska politika u Srbiji naglašava potrebu za unapređenjem energetskih karakteristika stambenog prostora i smanjenjem oslanjanja na konvencionalne energente, što je u skladu i sa opredeljenjem da se nacionalna energetska politika usaglasi sa ciljevima Evropskog zelenog dogovora. Kako bi se bolje razumela struktura grejanja u domaćinstvima i ocenili faktori koji utiču na trenutno stanje i perspektive, ovaj rad analizira rezultate ankete domaćinstava sprovedene 2024. godine na uzorku od 1033 domaćinstva, reprezentativnom na nivou države. U analizi je primenjen hi-kvadrat test nezavisnosti radi testiranja nultih hipoteza o odsustvu odnosa između tipa sistema grejanja (moderne i efikasne tehnologije naspram zastarelih sistema na čvrsta goriva) i niza varijabli prikupljenih u anketi. Rezultati pokazuju postojanje značajne statističke povezanosti između tipa grejanja i nivoa primanja domaćinstva, sprovedenih mera energetske efikasnosti, percepcije uticaja grejanja na životnu sredinu, kao i umerene povezanosti sa kolektivističkim orijentacijama ispitanika. Iako su neki od rezultata intuitivni, utvrđeni i kvantifikovani odnosi između varijabli, kao i potvrđivanje određenih nultih hipoteza, sužavaju širok spektar potencijalno uticajnih faktora koji se u literaturi često navode i obezbeđuju čvrst empirijski temelj za identifikaciju onih koji su relevantni za energetske tranzicije domaćinstava u Srbiji. Dobijeni rezultati mogu biti korisni donosiocima odluka pri razvijanju ciljanih podsticaja i komunikacionih kampanja koje za cilj imaju energetske tranzicije u domaćinstvima.

Ključne reči - energetska tranzicija, domaćinstva, grejanje, anketa, uticajni faktori, Srbija

I UVOD

Potpisivanjem relevantnih međunarodnih dokumenata u oblasti klimatske i energetske politike, Republika Srbija je

priznala potrebu za dubinskom transformacijom svog energetskeg sistema, ali se i formalno obavezala na postepeno usklađivanje sa ciljevima i principima Evropskog zelenog dogovora. Ovaj proces podrazumeva ne samo tehničke i infrastrukturne promene, već i integraciju klimatskih i energetskih ciljeva u sve sektore energetike, uključujući sektor finalne potrošnje energije [1]. U tom kontekstu, snažni i ambiciozni planski i regulatorni okviri koji su uvedeni u Republici Srbiji predstavljaju temelj za ubrzavanje energetske tranzicije, unapređenje energetske efikasnosti i smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu.

Slično kao i u državama članicama Evropske unije, sektor domaćinstava u Srbiji predstavlja jedno od ključnih područja za ostvarivanje značajnih energetskih i klimatskih koristi. Domaćinstva u Republici Srbiji učestvuju sa visokim udelom u finalnoj potrošnji energije, koja često prelazi trećinu ukupne finalne potrošnje energije u državi. Istovremeno, struktura grejanja u ovom sektoru i dalje je u velikoj meri zasnovana na zastarelim i energetski neefikasnim rešenjima [2]. Gotovo polovina domaćinstava oslanja se na individualna ložišta na ogrevno drvo, često sa niskim stepenom iskorišćenja i značajnim negativnim efektima po kvalitet vazduha. Dodatni problem predstavlja činjenica da je više od 80% stambenog fonda izgrađeno pre 2000. godine, pri čemu su ovi objekti uglavnom karakterisani visokom specifičnom potrošnjom energije za grejanje [2].

U cilju prevazilaženja ovakve situacije, energetska politika Srbije poslednjih godina sve više naglašava značaj energetske sanacije zgrada, unapređenja energetske efikasnosti i postepenog prelaska na obnovljive izvore energije i savremenije tehnologije grejanja [3]. Ovakav pristup ima za cilj smanjenje zavisnosti domaćinstava od konvencionalnih energenata, diversifikaciju energetskeg miksa i istovremeno smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte i zagađujućih materija.

Međutim, uprkos postavljenim ciljevima i dostupnim podsticajnim merama, proces energetske tranzicije u sektoru domaćinstava u Srbiji odvija se relativno sporo, uz ograničeno učešće krajnjih korisnika. Slična situacija beleži se i u drugim evropskim zemljama, gde su pokretači tranzicije, kao i njihov stvarni efekat, često praćeni visokim stepenom neizvesnosti u pogledu obima i dinamike promena. Iako politička volja, regulatorni okvir i finansijski podsticaji predstavljaju neophodne preduslove tranzicije, oni sami po sebi nisu dovoljni da obezbede masovniji prihvatanje i uključivanje u energetske tranzicije [4].

Potrebni su pristupi koji integralno uzimaju u obzir sve relevantne faktore lokalnog konteksta [5], uz istovremeno jačanje aktivne uloge građana u procesima planiranja, odlučivanja i sprovođenja mera energetske tranzicije [6].

Brojna su istraživanja koja ukazuju da na odluke domaćinstava o uključivanju u energetska tranziciju utiču različiti faktori, poput ekonomskog položaja [7], socijalnih normi, vrednosnih orijentacija [8], poverenja u institucije [9], percepcije ekoloških problema [9] i drugi. Ovi faktori deluju istovremeno i međusobno su povezani, što otežava jednoznačno tumačenje njihovog uticaja na energetska ponašanja domaćinstava.

Glavni motiv ovog istraživanja jeste da se proširi postojeće znanje o energetske navikama i obrascima potrošnje u domaćinstvima u Srbiji, kao i da se stekne dublji uvid u percepciju energetske tranzicije, spremnost domaćinstava da se u nju uključe, kao i u faktore koji podstiču ili ograničavaju takvo ponašanje. S tim ciljem, sprovedeno je obimno empirijsko istraživanje na reprezentativnom uzorku domaćinstava, u kome su podaci prikupljeni direktno anketiranjem krajnjih korisnika energije, tj. predstavnika domaćinstava. Upitnik je osmišljen na osnovu pregleda međunarodne literature i najboljih praksi, uz obuhvatanje tehničkih, ekonomskih, društvenih i ekoloških aspekata relevantnih za energetska tranziciju u sektoru domaćinstava.

Prikupljeni podaci analizirani su primenom statističkih metoda zasnovanih na testiranju nultih hipoteza, pri čemu je hi-kvadrat test nezavisnosti korišćen za ispitivanje postojanja statistički značajnih veza između izabranih faktora i strukture sistema grejanja domaćinstava. Ovakav pristup omogućava da se deskriptivni nalazi dopune kvantitativnom analizom i da se na objektivan način proceni relativni značaj pojedinačnih faktora u procesu energetske tranzicije.

Dobijeni rezultati doprinose boljem razumevanju trenutne dinamike tranzicije u sektoru domaćinstava u Republici Srbiji i identifikaciji ključnih determinanti koje oblikuju energetska ponašanja krajnjih korisnika. Istovremeno, oni pružaju empirijski utemeljenu osnovu za razmatranje implikacija javnih politika, kako u pogledu postojećih mera, tako i u pogledu potencijala koji bi mogao biti aktiviran kroz specifičnije i bolje prilagođene intervencije u budućnosti.

Rad je strukturisan u četiri poglavlja. U prvom poglavlju prikazana je primenjena statistička metoda. Drugo poglavlje obuhvata studiju slučaja Republike Srbije i definisanje nultih hipoteza. U trećem poglavlju predstavljeni su rezultati analize. Na kraju, u završnom poglavlju izneta su zaključna razmatranja o primenjenoj metodologiji, dobijenim rezultatima, kao i o prednostima i ograničenjima korišćenog pristupa.

II METODOLOGIJA

Hi-kvadrat (χ^2) test nezavisnosti predstavlja jednu od najčešće korišćenih neparametarskih statističkih metoda za analizu odnosa između kategoričkih varijabli. Test se zasniva na poređenju empirijski opaženih (posmatranih) frekvencija sa očekivanim frekvencijama koje bi se pojavile pod pretpostavkom da između posmatranih varijabli ne postoji statistički značajna veza. Zbog svoje jednostavnosti, robusnosti i interpretativne jasnoće, hi-

kvadrat test ima široku primenu u istraživanjima vezanim za društvene pojave.

U oblasti energetike i energetske politike, hi-kvadrat test se, između ostalog, koristi kao metoda za selekciju varijabli u modelima potrošnje energije [10], proceni značaja pojedinih faktora u analizi ponašanja potrošača [11], kao i u uporednim analizama između regiona [12], socijalnih i ekonomskih grupa [13] ili tehnoloških kategorija [10].

Ova metoda se intenzivno koristi za ispitivanje povezanosti između socijalnih i ekonomskih karakteristika domaćinstava i njihovih energetske izbora, za analizu obrazaca usvajanja novih tehnologija [14], kao i za procenu uticaja stavova javnosti na dizajn i sprovođenje energetske politike. Posebno je pogodna za rad sa anketnim podacima, gde su odgovori najčešće nominalnog ili ordinalnog tipa i gde se rezultati mogu grupisati i klasifikovati na određene varijable [14].

Hi-kvadrat test nezavisnosti se primenjuje na osnovu tabele kontigencije, u kojoj su prikazane frekvencije pojavljivanja kombinacija kategorija dve posmatrane varijable. Polazi se od nulte hipoteze (H_0) da su varijable međusobno nezavisne, odnosno da raspodela jedne varijable ne zavisi od raspodele druge.

Hi-kvadrat (χ^2) test se računa prema sledećoj formuli [7]:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (1)$$

gde je:

O_{ij} – opažena (posmatrana) frekvencija,

E_i – očekivana frekvencija.

Očekivana frekvencija se računa prema sledećoj formuli:

$$E_{ij} = \frac{\sum r_i \times \sum c_j}{N} \quad (2)$$

gde je:

$\sum r_i$ – ukupan zbir frekvencija u i-tom redu,

$\sum c_j$ – ukupan zbir frekvencija u j-toj koloni,

N – ukupan broj posmatranja.

Na osnovu izračunate vrednosti hi-kvadrat statistike i odgovarajućeg broja stepeni slobode (df), p-vrednost je korišćena kao kriterijum za statističko odlučivanje. U ovom radu, p-vrednost je izračunata u programu Microsoft Excel korišćenjem funkcije CHIDIST(χ^2 ; df). Parametar df predstavlja broj stepeni slobode hi-kvadrat raspodele i zavisi od dimenzija tabele kontigencije, pri čemu se računa kao:

$$df = (r - 1) \times (c - 1) \quad (3)$$

gde je:

r – broj redova,

c – broj kolona u tabeli.

S obzirom na to da su u ovom istraživanju analizirane dve kategoričke varijable, pri čemu je svaka grupisana u dve kategorije (2×2 tabela kontigencije), broj stepeni slobode iznosi $df = 1$.

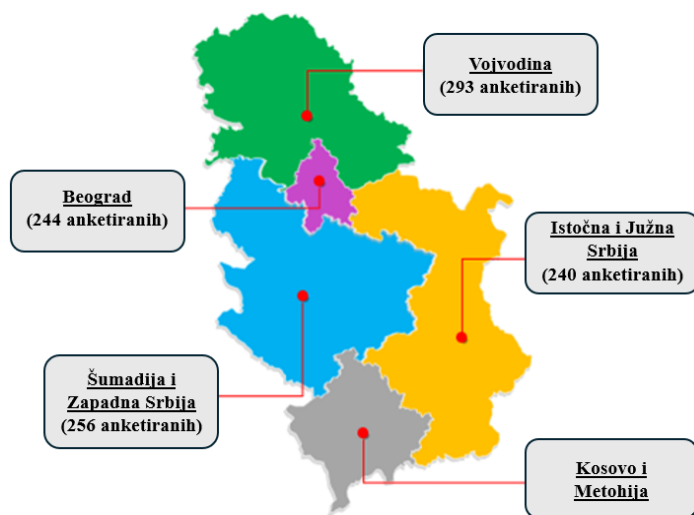
Uvođenjem p-vrednosti u analizu omogućava se standardizovano i transparentno odlučivanje o prihvatanju ili odbacivanju nulte

hipoteze, nezavisno od veličine uzorka ili broja kategorija. U praksi se p -vrednost upoređuje sa unapred definisanim nivoom značajnosti [14]:

- Ako je $p < 0,05$, nulta hipoteza se odbacuje i zaključuje se da postoji statistički značajna povezanost između posmatranih varijabli.
- Ako je $p \geq 0,05$, nema dovoljno dokaza da se nulta hipoteza odbaci, te se smatra da ne postoji statistički značajna veza.

III STUDIJA SLUČAJA: DOMAĆINSTVA U REPUBLICI SRBIJI

U okviru istraživanja energetske tranzicije domaćinstava u Republici Srbiji sprovedena je opsežna anketa sa ciljem identifikovanja faktora koji utiču na izbor sistema grejanja i usvajanje savremenih energetske tehnologije. Prema planu istraživanja, bilo je predviđeno anketiranje 300 domaćinstava po regionu (Beograd, Vojvodina, Šumadija i Zapadna Srbija, Istočna i Južna Srbija), odnosno ukupno 1.200 domaćinstava. Anketa je uspešno sprovedena u 1.033 domaćinstva (Slika 1), što predstavlja stopu realizacije od 86% [15]. Uzorkovanje je zasnovano na okviru Popisa stanovništva iz 2022. godine, čime je obezbeđena regionalna i demografska reprezentativnost uzorka [16].



Slika 1. Broj anketiranih domaćinstava po statističkom regionu¹

Prikupljeni rezultati ukazuju da se najveći broj domaćinstava greje na individualne sisteme grejanja na ogrevno drvo, oko 41%. Zajedno sa individualnim ložištima na ugalj, ukupan udeo takvih domaćinstava je približno 44%. Na drugom mestu su domaćinstva povezana na daljinsko grejanje preko toplana (oko 22%), a na trećem i četvrtom mestu su električna energija (13%) i prirodni gas (12%). Pelet se koristi u oko 6% domaćinstava, a toplotne pumpe u oko 2,5%.

Pored same strukture sistema grejanja, anketom su obuhvaćeni i

dodatni aspekti koji su u neposrednoj vezi sa energetske ponašanjem domaćinstava i koji dopunjuju sliku o uzrocima postojeće strukture grejanja, kao i o potencijalnim preprekama i pokretačima energetske tranzicije ka modernijim i efikasnijim rešenjima. Posebna pažnja posvećena je energetske sanaciji objekata, navikama u pogledu štednje energije, ekonomskom položaju domaćinstava, vrednosnim orijentacijama, institucionalnom poverenju i ekološkoj svesti.

Kada je u pitanju energetske sanacije objekata, skoro polovina domaćinstava (48%) se izjasnila da nije preduzimala nikakve mere ovoga tipa (zamena stolarije, termoizolacija krova, zidova, poda i sl.) u poslednjih 10 godina. Na pitanje da li vode računa o mesečnoj potrošnji energije i da li štede energiju, 66% domaćinstava se izjasnilo da to redovno radi, a 34% da to radi ponekad ili nikad.

Ekonomski status domaćinstava predstavlja jedan od ključnih socio-ekonomskih faktora energetske tranzicije. Samo četvrtina ispitanih domaćinstava (24%) ocenjuje da može dobro da živi sa trenutnim prihodom, dok se preostali deo populacije suočava sa različitim stepenima finansijskih ograničenja. Grupa domaćinstava koja je ocenila da dobro živi sa sadašnjim prihodima jeste u najpovoljnijoj ekonomskoj poziciji i istovremeno predstavlja i segment sa najvećim potencijalom za ulaganja u modernije i energetske efikasnije sisteme grejanja.

Društveni aspekti tranzicije sagledani su kroz vrednosne orijentacije i međuljudsko poverenje [17]. Kolektivistička orijentacija ispitivana je kroz stav da li je besmisleno preduzimati aktivnosti korisne za okolinu ukoliko drugi ne čine isto. Rezultati pokazuju da se sa ovom tvrdnjom u potpunosti slaže 21% ispitanika, dok se dodatnih 17% delimično slaže, što ukupno čini oko 38% domaćinstava. Ovakav nalaz ukazuje na potencijalnu slabost društvenih normi koje podstiču zajedničko delovanje u pravcu energetske tranzicije.

Institucionalno poverenje, kao važan preduslov za prihvatanje javnih politika i podsticajnih mera [18], pokazuje izraženu polarizaciju. Manje od trećine domaćinstava (31%) navodi da nema ili ima vrlo malo poverenja u institucije, dok približno isti udeo ispitanika (oko jedne trećine) izražava delimično ili potpuno poverenje. Ovakva raspodela ukazuje na ograničen, ali ne zanemarljiv potencijal za sprovođenje politika koje se oslanjaju na institucionalne mehanizme.

Ekološka dimenzija sagledana je kroz percepciju uticaja zagađenja životne sredine na svakodnevni život [19]. Više od polovine domaćinstava (oko 63%) smatra da je ovaj uticaj veoma jak ili umeren, dok 28% domaćinstava procenjuje da je on slab ili da ga uopšte nema. Ovi rezultati ukazuju da ekološka svest postoji kod značajnog dela populacije, ali i da ona nije univerzalno prisutna.

Iako ovako predstavljeni rezultati pružaju vredan uvid u tehničke, ekonomske, socijalne i perceptivne karakteristike domaćinstava, oni sami po sebi ostavljaju prostor za različite interpretacije. Uočeni obrasci ne moraju nužno ukazivati na direktnu i jednoznačnu vezu između pojedinačnih faktora i izbora sistema grejanja, već je neophodno testirati i oceniti značaj tih odnosa polazeći od bazne pretpostavke da su uočeni obrasci u prikupljenim podacima posledica slučajne varijacije, a ne

¹ Počev od 1999. godine, podaci koje prikuplja Republički zavod za statistiku, kao zvanična nacionalna statistička institucija, ne obuhvataju podatke koji se odnose na Kosovo i Metohiju, te stoga ovaj region nije uključen ni u obuhvat ankete domaćinstava o energetske tranziciji.

stvarnog efekta ili povezanosti [20]. Zbog toga je u daljoj analizi primenjen kvantitativni statistički pristup, χ^2 test nezavisnosti, objašnjen u prethodnom poglavlju.

U skladu sa predloženim metodološkim okvirom i ciljevima istraživanja, odgovori ispitanika su grupisani u dve osnovne kategorije domaćinstava prema tipu sistema grejanja, tj. zavisne varijable²:

- domaćinstva koja koriste moderne i energetske efikasne tehnologije (toplotne pumpe, grejanje na prirodni gas, grejanje na pelet),
- domaćinstva koja koriste zastarele sisteme zasnovane na čvrstim gorivima (ugalj i ogrevno drvo).

Nezavisne varijable formirane su na osnovu odgovora ispitanika na pitanja koja obuhvataju tehničke, ekonomske, institucionalne, socijalne i ekološke aspekte energetske tranzicije. Za svaku od posmatranih varijabli formulisana je posebna nulta hipoteza (H0):

- **H0-1:** Visina primanja domaćinstva nema statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja.
- **H0-2:** Poverenje u državne institucije i javne vlasti nema statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja.
- **H0-3:** Step en kolektivističkih vrednosti u domaćinstvu nema statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja.
- **H0-4:** Percepcija lokalnog zagađenja vazduha nema statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja.
- **H0-5:** Sprovođenje mera energetske sanacije objekta nema statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja.
- **H0-6:** Vođenje računa o potrošnji energije i štednja energije nemaju statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja.

IV REZULTATI

Za svaku od testiranih hipoteza (H0-1–H0-6) formirana je posebna 2×2 tabela kontingencije sa opaženim frekvencijama. Domaćinstva prema tipu grejanja tretirana su kao zavisna (ishodna) kategorijalna varijabla, dok se odgovarajuće karakteristike domaćinstva pojavljuju kao nezavisna varijabla.

Tabela 1. Opažene frekvencije izbora sistema grejanja prema visini primanja

Način grejanja	Niska i srednja primanja	Visoka primanja	Ukupno
Zastareli sistemi grejanja	366	83	449
Moderni sistemi grejanja	150	61	211
Ukupno	516	144	660

Tabela 1 prikazuje primer tabele kontingencije formirane za testiranje hipoteze H0-1, koja se odnosi na uticaj visine primanja domaćinstva na izbor sistema grejanja. Za potrebe testiranja

² Domaćinstva koja su povezana na sisteme daljinskog grejanja nisu dodatno razmatrana, imajući u vidu njihovu izraženu heterogenost između gradova, ali i unutar samih naselja, gde isti sistem daljinskog grejanja obuhvata domaćinstva različitog socio-ekonomskog statusa. Takođe, grejanje na električnu energiju nije uključeno u dalju kategorizaciju zbog velike raznolikosti korišćenih uređaja, od zastarelih električnih grejalica do savremenijih sistema, što otežava jednoznačnu interpretaciju rezultata.

hipoteze H0-1, varijabla nivo prihoda domaćinstva operacionalizovana je kroz dve kategorije (domaćinstva sa nižim i srednjim nivoom prihoda i domaćinstva sa višim primanjima).

Po istom principu, za sve preostale hipoteze (H0-2–H0-6) odgovarajuće karakteristike domaćinstava operacionalizovane su kao binarne kategorijalne varijable i, u skladu sa prethodno definisanim hipotezama i uz pomoć prikupljenih odgovora iz ankete, testirane u odnosu na izbor sistema grejanja primenom hi-kvadrat testa nezavisnosti. U Tabeli 2 sumarno su prikazani rezultati hi-kvadrat testova (χ^2) i p -vrednosti za svih šest testiranih hipoteza.

Tabela 2. Rezultati testiranih hipoteza

Hipoteza	χ^2	p -vrednost
H-0-1	9,14	0,002
H-0-2	1,689	0,194
H-0-3	4,737	0,029
H-0-4	9,408	0,002
H-0-5	8,431	0,004
H-0-6	0,056	0,812

H0-1 (Visina primanja domaćinstva) se jasno odbacuje, što potvrđuje da visina primanja ima statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja. Domaćinstva sa višim prihodima češće koriste modernije i energetske efikasnije sisteme, što je u skladu sa teorijom energetske lestvice (merdevina) [21], ali i sa realnim investicionim ograničenjima domaćinstava sa nižim prihodima. Ovaj rezultat ukazuje da je dohodak jedan od ključnih strukturnih determinanti izbora grejanja i da politike koje ignorišu platežnu sposobnost domaćinstava imaju ograničen domet.

Nulta hipoteza H0-2 (Poverenje u državne institucije i javne vlasti) se ne odbacuje, što znači da poverenje u institucije nema statistički značajan uticaj na izbor sistema grejanja. Ovo ukazuje da se odluke o grejanju donose relativno nezavisno od institucionalnog legitimiteta i da čak i u uslovima niskog ili visokog poverenja domaćinstva ne menjaju značajno svoje izbore i odluke. To može ukazivati na ograničen kredibilitet javnih politika u ovom domenu ili na dominaciju ekonomskih i tehničkih faktora u odnosu na institucionalne.

H0-3 (Step en kolektivističkih vrednosti) se odbacuje, ali uz umeren statistički efekat. Ovo sugerise da kolektivističke vrednosti imaju određeni, ali ne presudan uticaj na izbor sistema grejanja. Moguće je da se u ovom društvenom kontekstu kolektivizam ne percipira kao relevantan za energetske odluke, koje se doživljavaju pre svega kao privatna, tehnička i finansijska odluka. Takođe, moguće je da u hijerarhiji društvenih vrednosti postoje “viši” prioriteti, dok se kolektivna odgovornost prema energiji i životnoj sredini slabije internalizuje.

H0-4 (Percepcija lokalnog zagađenja vazduha) se takođe snažno odbacuje, što znači da percepcija zagađenja ima značajan uticaj na izbor sistema grejanja. Domaćinstva koja percipiraju lokalno zagađenje kao ozbiljan problem češće biraju čistije i efikasnije tehnologije. Istovremeno, rezultati sugerisu da domaćinstva sa zastarelim sistemima grejanja često ne doživljavaju sopstveni doprinos zagađenju kao relevantan, što ukazuje na problem niske individualne odgovornosti i ograničene svesti o kumulativnim efektima zagađenja.

H0-5 (Sprovođenje mera energetske sanacije objekta) se odbacuje, što potvrđuje da je sprovođenje mera energetske efikasnosti usko povezano sa izborom modernijih i efikasnijih sistema grejanja. Ovaj rezultat ukazuje da ulaganja u energetske sanaciju stambenih objekata i modernizaciju sistema grejanja često idu "ruku pod ruku", što sugerise da su integrisane politike energetske sanacije i zamene sistema grejanja posebno efikasan pravac delovanja.

H0-6 (Vođenje računa o potrošnji energije i štednja) se u potpunosti ne odbacuje, što jasno pokazuje da deklarirana štednja energije nema uticaj na izbor sistema grejanja. Ovo sugerise da energetske svesno ponašanje u smislu svakodnevne štednje ne vodi nužno ka strukturnim investicionim odlukama. Drugim rečima, kampanje zasnovane isključivo na apelima za štednju energije predstavljaju „slepu ulicu“ kada je reč o transformaciji sistema grejanja, ukoliko nisu praćene finansijskim i tehničkim instrumentima podrške.

V ZAKLJUČAK

Rezultati sprovedenog istraživanja potvrđuju da je energetska tranzicija u domaćinstvima u Republici Srbiji složen i višedimenzionalan proces, u kome se potrošnja energije za grejanje domaćinstava ne može posmatrati odvojeno od ekonomskih, društvenih, političkih i kulturnih okolnosti. Dominantno oslanjanje na zastarele sisteme grejanja na čvrsta goriva, visoka specifična potrošnja energije i izraženi negativni efekti po kvalitet vazduha jasno ukazuju da domaćinstva predstavljaju jedno od ključnih „uskih grla“ modernizacije energetske sistema. U tom smislu, rezultati sprovedene ankete u velikoj meri potvrđuju već dobro poznate probleme koji se godinama ističu u stručnom i javnom diskursu.

Primena metodologije zasnovane na χ^2 testu nezavisnosti omogućila je dublje, sistematično i kvantitativno utemeljeno ispitivanje veza između karakteristika domaćinstava i izbora sistema grejanja. Ovakav pristup prevazilazi oslanjanje na deskriptivne pretpostavke i pruža empirijsku osnovu za razlikovanje faktora koji imaju statistički značajnu povezanost sa donetim odlukama od onih čiji je uticaj ograničen ili zanemarljiv.

Dobijeni rezultati pokazuju da su ekonomske mogućnosti domaćinstava, percepcija lokalnog zagađenja vazduha i sprovođenje mera energetske sanacije objekta najznačajniji faktori povezani sa izborom savremenijih i efikasnijih sistema grejanja. Domaćinstva sa višim prihodima, ona koja direktno prepoznaju problem zagađenja i ona koja su već investirala u unapređenje energetske efikasnosti svojih objekata, znatno češće biraju modernije i čistije tehnologije. Ovi nalazi jasno ukazuju da izbor sistema grejanja nije isključivo tehničko pitanje, već odražava kupovnu moć, investicione kapacitete i način na koji građani doživljavaju sopstveni uticaj na životnu sredinu i opšte društveno dobro.

Nasuprot tome, faktori kao što su poverenje u institucije ili deklarirana spremnost na štednju energije nisu pokazali statistički značajan uticaj. To sugerise da se odluke o grejanju donose pre svega pragmatično, pod snažnim finansijskim ograničenjima, dok opšti stavovi i normativne poruke imaju manji domet. Samim tim, kampanje zasnovane isključivo na

apelima za racionalnu potrošnju ili institucionalnom autoritetu verovatno neće proizvesti značajnije efekte ukoliko nisu praćene konkretnim finansijskim i tehničkim instrumentima podrške.

Iako primenjena metodologija pruža pouzdan uvid u obrasce povezanosti, ona ima i svoja ograničenja, budući da hi-kvadrat test identifikuje postojanje veze, ali ne objašnjava u potpunosti uzročno-posledične mehanizme. Stoga se dobijeni nalazi mogu posmatrati kao početni, selekcionirani korak u analizi, koji stvara pouzdan temelj za preciznije definisanje javnih politika, podsticaja i komunikacionih strategija.

U praktičnom smislu, rezultati ukazuju da politike treba usmeriti ka merama koje direktno smanjuju finansijske barijere i podstiču investicije u efikasnije tehnologije. To podrazumeva ciljane subvencije za domaćinstva sa nižim prihodima, integrisane programe energetske sanacije objekata i zamene sistema grejanja. U ruralnim područjima prioritet može biti održivo upravljanje biomasom i edukacija o uticaju individualnih ložišta na lokalno zagađenje, dok u urbanim sredinama fokus treba usmeriti ka modernizaciji sistema daljinskog grejanja i većem učešću obnovljivih izvora energije i efikasnijih tehnologija.

Istovremeno, tehnološke i finansijske mere same po sebi nisu dovoljne. Udruživanje na nivou zajednice, razvoj lokalnih energetske zadruge i jačanje međusobnog poverenja među građanima predstavljaju ključne preduslove za širu primenu održivih rešenja. Bez socijalne kohezije i poverenja, kako među samim domaćinstvima, tako i u institucionalne kapacitete države i lokalne samouprave, čak i najbolje osmišljene mere ostaju ograničenog dometa i teško dostižu masovnost. Trenutno stanje u sektoru domaćinstava i rezultati ovog istraživanja nedvosmisleno potvrđuju da energetska tranzicija nije politička parola ili retorički konstrukt, već predstavlja suštinski društveni proces koji podrazumeva saradnju i aktivno učešće svih aktera u zajednici.

ZAHVALNICA

Istraživanje sprovedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, 4344, Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition – FF GreEN.

LITERATURA

- [1] Pavlović, B., Madžarević, A., Ivezić, D., Živković, M., Mojić, D. Zeleni dogovor: Energetska tranzicija u domaćinstvima – analiza usaglašenosti Srbije sa paketom „Čista energija za sve Evropljane“, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 26, No. 1, pp. 51–58, 2024. <https://doi.org/10.46793/EEE24-1.51P>
- [2] Pavlović, B. Osnaživanje energetske tranzicije u sektoru domaćinstva u Srbiji: Integrativni pristup, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 25, No. 2, pp. 1–9, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-2.01P>
- [3] Madžarević, A., Pavlović, B., Mojić, D., Ivezić, D., Živković, M. Domaćinstva i energetska tranzicija u Republici Srbiji: pravni okvir i stvarna praksa, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 27, No. 2, pp. 1–7, 2025. <https://doi.org/10.46793/EEE25-2.01M>
- [4] Đukić, P., Đukanović, S. Konfuzija u energetske tranziciji – svet u Srbiji danas, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 24, No. 3, pp. 17–23, 2022. <https://doi.org/10.46793/EEE22-3.17D>
- [5] Nikolić, J., Gordić, D., Vukašinović, V., Končalović, D., Josijević, M., Živković, D. Energetska budućnost gradova: Šta je važno sa stanovišta različitih zainteresovanih strana, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 27, No. 3, pp. 1–6, 2025. <https://doi.org/10.46793/EEE25-3.01N>
- [6] Kuzman, M., Grujić, D. Uloga zajednica obnovljivih izvora energije u

- energetskoj tranziciji, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 25, No. 1, pp. 40–50, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-1.40K>
- [7] Liu, W., Liu, L., Gui, X. An overview of household technology adoption: promotion and transition implication at a community level, *Energy Strategy Reviews*, Vol. 62, 101922, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101922>
- [8] Elasu, J., Ntayi, J.M., Adaramola, M.S., Buyinza, F. Drivers of household transition to clean energy fuels: A systematic review of evidence, *Renewable and Sustainable Energy Transition*, Vol. 3, 100047, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2023.100047>
- [9] Nilsson, A., Lazarevic, D., Brandt, N., Kordas, O. Household responsiveness to residential demand response strategies: Results and policy implications from a Swedish field study, *Energy Policy*, Vol. 122, pp. 313–325, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.044>
- [10] López-Bernabé, E., Foudi, S., Galarraza, I. Mind the map? Mapping the academic, citizen and professional stakeholder views on buildings and heating behaviour in Spain, *Energy Research & Social Science*, Vol. 69, 101587, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101587>
- [11] Liu, X., Hu, S., Yan, D. A statistical quantitative analysis of the correlations between socio-demographic characteristics and household occupancy patterns in residential buildings in China, *Energy and Buildings*, Vol. 284, 112842, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112842>
- [12] Liu, W., Zhang, J., Yang, T. Will China's household coal replacement policies pay off: A cost-benefit analysis from an environmental and health perspective, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 357, 131904, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131904>
- [13] Ddiba, D., Andersson, K., Dickin, S., Ekener, E., Finnveden, G. A review of how decision support tools address resource recovery in sanitation systems, *Journal of Environmental Management*, Vol. 342, 118365, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118365>
- [14] Liu, S., Shukla, A., Zhang, Y. Investigations on the integration and acceptability of GSHP in the UK dwellings, *Building and Environment*, Vol. 82, pp. 559–570, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.020>
- [15] FF GreEN Project, Rezultati ankete / Survey Results, https://ffgreen.rgf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2025/07/REZULTATI-ANKETE_za-sajt_novo2-1.pdf [pristupljeno 07.02.2026]
- [16] Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva 2022, <https://data.stat.gov.rs/?caller=3104&languageCode=sr-Latn> [pristupljeno 07.02.2026]
- [17] Mojić, D., Jovančević, J., Jovančević, S. Culture and Public Administration Reforms in Postsocialist Transformation: The Case of Serbia, *Sociologija*, Vol. 60, No. 3, pp. 653–669, 2018. <https://doi.org/10.2298/SOC1803653M>
- [18] Mojić, D. Informal institutional obstacles to public administration reform in Serbia, in: Zec, M., Kovačević, R., Arsić, M., Radonjić, O. (Eds.), *Serbia's economic policy in 2020*, pp. 157–172, Belgrade: Publishing Center of the Faculty of Economics, University of Belgrade, 2019.
- [19] Wang, Y., Hao, F. Does Internet penetration encourage sustainable consumption? A cross-national analysis, *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 16, pp. 237–248, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.08.011>
- [20] Vasconcelos, A. S. V., Silva, L. S. B., Cardoso, R. T. N., Acebal, J. L. Optimization of a rainfall dependent model for the seasonal Aedes aegypti integrated control: A case of Lavras/Brazil, *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 90, pp. 413–431, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.08.072>
- [21] Fentie, A., Hassen, S., Sebsibie, S. Climbing up the ladder: Households' fuel choice transition for lighting in Ethiopia, *Energy Economics*, Vol. 128, 107162, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107162>

AUTORI

dr Boban Pavlović – naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko – geološki fakultet, boban.pavlovic@rgf.bg.ac.rs, ORCID [0000-0002-4765-957X](https://orcid.org/0000-0002-4765-957X)

dr Dejan Ivezić – redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko – geološki fakultet, dejan.ivezic@rgf.bg.ac.rs, ORCID [0000-0003-2659-0662](https://orcid.org/0000-0003-2659-0662)

dr Marija Živković – redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko – geološki fakultet, marija.zivkovic@rgf.bg.ac.rs, ORCID [0000-0001-5112-8942](https://orcid.org/0000-0001-5112-8942)

dr Dušan Mojić – redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Filozofski fakultet, dmojic@f.bg.ac.rs, ORCID [0000-0002-8571-3223](https://orcid.org/0000-0002-8571-3223)

Heating in Serbian Households: In-Depth Analysis and Implications for the Energy Transition

Abstract – Decarbonizing and improving the energy efficiency of household heating systems are recognized as key components of a successful energy transition in households, as space heating represents the largest share of final energy consumption in this sector. In Serbia, almost half of all households still rely on outdated and energy-inefficient solid-fuel systems, primarily firewood and, to a lesser extent, coal. This practice contributes to local air pollution and leads to inefficient and unsustainable use of natural resources. At the same time, the average annual energy consumption for heating in Serbia is around 200 kWh/m², compared to approximately 140 kWh/m² in the European Union. In this context, Serbian energy policy highlights the need to improve the energy performance of residential buildings and reduce dependence on conventional fuels, in line with the country's commitment to align national energy policy with the goals of the European Green Deal. To better understand the current structure of household heating and identify the factors shaping present conditions and future prospects, this study analyses the results of a household survey conducted in 2024 on a nationally representative sample of 1,033 households. A chi-square test of independence was applied to examine the null hypotheses regarding the absence of a relationship between the type of heating system (modern and efficient technologies versus outdated solid-fuel systems) and a set of variables collected in the survey. The results confirm a statistically significant association between heating type and household income level, implemented energy-efficiency measures, and perceived environmental impacts of heating, as well as a moderate association with respondents' collectivist orientations. Although several results may appear intuitive, the quantified relationships between variables—as well as the confirmation of certain null hypotheses—help narrow the wide range of potentially influential factors frequently cited in literature. This provides a robust empirical basis for identifying those factors that are truly relevant for the energy transition of Serbian households. The findings may support policymakers in designing targeted incentives and communication campaigns aimed at advancing the household energy transition.

Index Terms – Energy transition, households, heating, survey, influential factors, Serbia