

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U DEPOPULACIONIM REGIJAMA SRBIJE

Marko Joksimović¹, Rajko Golić¹

Apstrakt: Izolovane regije Srbije se odavno suočavaju sa razvojnim problemima. Među njima, postoje prostori koji su skoro u potpunosti izgubili stanovništvo, ekonomiju i funkcije kao što je to slučaj sa napuštenim klasterima – katastarskim opštinama na teritorijama Zaječarskog, Pirotskog, Jablaničkog, Topličkog, Pčinjskog, Raškog i Zlatiborskog okruga. Novi popis stanovništva je ukazao na dalje proređivanje naseljenog prostora u navedenim okruzima, odnosno proširivanje depopulacionog prostora. Međutim, iako retko naseljeni ili nenaseljeni, na njima i dalje postoji resursna osnova za pojedine privredne grane kao što je energetika. Dva cilja ovog rada su bila: a. da se analiziraju i izdvoje lokacije sa najvećim potencijalom za dobijanje energije iz OIE putem solarnih elektrana i vetrogeneratora na depopulacionim prostorima kao i b. utvrđivanje ograničenja za takve projekte iz ugla zaštite životne sredine u zaštićenim prirodnim dobrima koja se nalaze na depopulacionim prostorima. U radu, pored GIS tehnika izdvajanja prostora sa potencijalom za dobijanje energije od sunca i vetra, korišćene je i indeks homogenizacije napuštenog prostora kako bi se utvrdilo teritorijalno proširenje nakon popisa iz 2022.

Ključne reči: depopulacioni prostor, obnovljivi izvor energije, analiza, potencijal

RENEWABLE ENERGY SOURCES IN DEPOPULATED REGIONS OF SERBIA

Abstract: Isolated regions of Serbia have long struggled with development problems. Among them there are areas that have almost completely lost their population, economy and functions, such as the abandoned clusters - cadastral municipalities on the territory of Zaječarski, Pirotski, Jablanički, Toplički, Pčinjski, Raški and Zlatiborski districts. The new census revealed a further thinning of the inhabited area in the above-mentioned districts, i.e. an expansion of the depopulated area. However, even if they are sparsely inhabited or not inhabited at all, there is still a resource base for certain economic activities such as energy. The two objectives of this work were: a. to analyse and select sites with the greatest potential for renewable energy generation through solar power plants and wind generators in depopulated areas, and b. to determine the boundaries for such projects from the standpoint of environmental protection in protected natural assets in depopulated areas. The possibilities of resource utilization were also studied from the point of view of land ownership, i.e. using data from the database of the official cadastre of Serbia. In the work, in addition to GIS techniques for identifying areas with the potential for solar and wind energy production, the homogenization index for abandoned areas was used to determine the territorial extent according to the 2022 census.

Key words: depopulation area, renewable energy source, analysis, potential

¹ Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, 11000 Belgrade; e-mail address: marko.joksimovic@gef.bg.ac.rs; rajko.golic@gef.bg.ac.rs

UVOD

Zemljište je multidimenzionalni prostor koji treba posmatrati kao jedinicu životne sredine, ekonomsko dobro, resurs za proizvodnju, političku teritoriju, lokaciju za izgradnju, ambijentalnu celinu. pejzaž i drugo. Prema tome, održivo korišćenje zemljišta mora da podrazumeva racionalno upravljanje i zaštitu zasnovanu na specifičnom prostornom i vremenskom kontekstu regije u kome se nalazi (Xie et al., 2020). U ovom radu, pregled naučne literature obuhvatio je teme vezane za obnovljive izvore energije (OIE) kao i depopulacione prostore. Obnovljivi izvori energije kao što su energija Sunca i vetra su zavisni od prostora odnosno specifičnih lokacija više nego neki drugi OIE (hidroelektrane, biomasa, geotermalni izvori i dr.) (Outka, 2010). Takođe, oni zahtevaju i kvalitetan pristup lokaciji a proces premeštanja na drugu lokaciju je teži u odnosu na elektrane na fosilna goriva. Međutim i prostori na kojima ljudi žive su zavisni od energije. Prema tome, solarne farme i vetroparkovi kao i neki drugi OIE veoma su rizični iz ugla konflikata oko korišćenja prostora koji nastaju na relaciji lokalna zajednica – kompanije, stejkholderi, institucije za zaštitu prirode. Najveći rizik postoji u državama koje imaju slabe sisteme vlasničke svojine što favorizuje kompanije koje se bave OIE u odnosu na lokalne zajednice. U Srbiji se od afirmacije izgradnje minihidroelektrana analiziraju posledice njihovog uticaja na životnu sredinu a lokalna zajednica i ekološki aktivisti su se oštro suprotstavili takvim projektima.

Instalacije OIE kao što su solarni paneli i vetroparkovi zahtevaju oko deset puta više prostora po jedinici od termoelektrana ili elektrana na prirodni gas (Nonhebel, 2005; Al-mulali et al., 2016; Jurasz et al., 2020). Geometrijski, linearno ili arealno razmeštene u prostoru, solarne elektrane i vetroparkovi se više uklapaju u urbane i industrijske prostorne obrasce nego u ruralne. Dalekovodi i putevi možda zauzimaju mali prostor, ali stvaraju fragmentaciju vegetacije, obradivih površina pa čak i sela (Mariita, 2002; Saganeiti et al., 2020). Blaschke i dr. (2013) uveli su pojam "energetski pejzaži" za prostore na kojima dominiraju instalacije solarnih panela i vetroturbina. I pored toga, u 21. veku smatraju se održivim u odnosu na elektrane na fosilna goriva, jer ne emituju, direktno, stakleničke gasove. Obezbeđivanje zemljišta za izgradnju solarnih elektrana i vetroparkova često podrazumeva i korišćenje obradivog zemljišta visoke vrednosti. Vrednost projekata postaje sve veća a instalacije zahvataju sve više prostora ugrožavajući životnu sredinu, zbog čega postaju samo parcijalno rešenje za održivu proizvodnju energije. Zbog toga, prema Lamahmedi & de Vries (2022), relacija prostor – OIE trebalo bi da bude proučavana iz dva ugla: 1. paradigma ekološke modernizacije, i 2. paradigma socijalne pravde. Ekološka modernizacija podrazumeva projekte OIE koji ističu imidž prirode i moderne tehnologije koji su u harmoniji. Međutim, ova paradigma je kritikovana zbog toga što se nedovoljno bavi društvenom i ekološkom nepravdom. Opozitna ekološkoj modernizaciji, u kojoj dominira ekonomski interes i naučno rezonovanje, je paradigma socijalne pravde, koja kao prioritet postavlja odnos prostor – lokalna zajednica u odnosu na životnu sredinu. Konceptualizuje odnos između geografskog razmeštaja dobara, resursa i usluga kao i društvene pravde i nepravde u toj raspodeli. Uzroci i uticaji konflikata interesa povezani sa upravljanjem resursima za obnovljive izvore energije izraženi su u državama koje imaju značajne regionalne razlike i disparitete u vlasništvu nad zemljištem (Deiningering & Feder, 2009). Među njima je svakako i Srbija, u kojoj već desetak godina traje borba za očuvanje i održivo upravljanje prirodnim resursima.

Energetska tranzicija iz neobnovljivih u obnovljive izvora energije ne ide lako ni u najrazvijenijim državama. Broj objavljenih radova koji se bave posledicama proizvodnje energije iz obnovljivih izvora je nesrazmerno manji u odnosu na one koji se bavi proizvodnjom energije iz neobnovljivih izvora (Capellán-Pérez et al., 2017). U SAD, prostorno planiranje ovakvih energetskih postrojenja preporučuje se za napuštene deponije, rudarske kopove kao i razne vrste braunfilda gde je nekad postojala eksploatacija uglja. Zbog toga što su nekad predstavljale, smatra se da u njima neće doći do nekih značajnih promena po životnu

sredinu u odnosu na neke druge prostore. Takođe, u ruralnim krajevima, prisutna je praksa da poljoprivrednici sami instaliraju vetroturbine i panele na svoje posede, čime obezbeđuju jeftiniju energiju za svoja gazdinstva.

U Španiji, koja kao i ostale članice EU, ima zadatak da ostvari 32% energije iz OIE do 2030. godine, samo kroz solarnu energiju mora se instalirati oko 3.000 novih MW godišnje kako bi se ostvario cilj. Da bi se to ostvarilo, stejkholderi u solarnoj energiji su u potrazi za novim prostorima za svoje projekte. U Italiji, postrojenja OIE i dalje se ne smatraju komponentom prostorne transformacije zbog čega je njihov teritorijalni razmeštaj bez ikakvog prostornog obrasca. Zakonski okviri i planska regulativa nisu u mogućnosti da isprate brze promene koje je doneo scenario održivog razvoja na bazi OIE. Među negativnim posledicama toga je i teritorijalna fragmentacija ekosistema, staništa ali i naselja, nedostatak sistema monitoringa prostorne transformacije koje izazivaju OIE (Saganeiti et al., 2020).

Dok se u nekim državama sprovode mere održivog razvoja i ravnomernog regionalnog razvoja, u Srbiji traje proces centralizacije sa izraženim problemima u nedovoljno razvijenim regijama. Uporedo sa tim, Srbija je država sa problemima zagađenja vazduha koji su, između ostalog, posledica proizvodnje energije u termoelektranama. Do 2022. godine, u Srbiji su instalirana postrojenja obnovljivih izvora energije ukupne snage 3.524 MW (39,5% od ukupnih energetskih kapaciteta) od čega 66% čine velike hidroelektrane. Od svih OIE, 498,5 MW (14,1%) su kapaciteti vetroparkova i 52 MW su kapaciteti solarnih elektrana (1,4%). U poslednjih pet godina, kapaciteti OIE su uvećani za 424 MW (84,4 MW godišnje) (IR, 2022). U toku je izgradnja jedne od najvećih solarnih elektrana u Evropi, „Fintel“ kod Kule, snage 660 MW. Istraživanjima energije vetra (Micić, 2014; Podraččanin & Đurđević, 2020; Doljak et al., 2021; Potić et al., 2021) i sunca (Pavlović et al., 2013; Potić et al., 2016; Doljak et al., 2018) u Srbiji bavilo se više autora sa različitim aspektata, a najviše njih je išlo u pravcu istraživanja potencijala na nacionalnom, regionalnom i lokalnom nivou.

Tabela 1. Elektrane na snagu vetra i sunca u Srbiji 2023. godine

	Energija vetra	MW	Energija sunca	MW
1.	„Đevreč“, Tutin	0,5	„De Lasol“, Lapovo	9,9
2.	„La Pikolina“, Zagajica	6,6	Ostali	42,1
3.	„Malibunar“, Alibunar	8,0		
4.	„Kula“, Kula	9,9		
5.	„Alibunar“, Alibunar	42,0		
6.	„Košava“, Vršac	68,0		
7.	„Plandište 1“, Plandište	102,0		
8.	„Kovačica“, Kovačica	104,5		
9.	„Čibuk“, Kovin	157,0		
	Ukupno:	498,5	Ukupno:	52,0

Izvor: CEE Legal Maters, 2023.

Ako upravljanje prostorom može da doprinese smanjivanju negativnih uticaja klimatskih promena na ekosisteme i društvo, ono mora da bude multifunkcionalno i multidimenzionalno (Lambin & Meyfroidt, 2011). Takođe, zbog postojanja depopulacionih prostora u kojima samo prividno ne postoje konflikti između korisnika, ono mora da bude i inovativno. Depopulacioni ili napušteni prostori se mogu definisati kao prostori koji su ranije bili korišćeni za različite namene (poljoprivreda, šumarstvo, rudarstvo, industrija i dr.) pa zatim napušteni (Dolton-Thornton, 2021). Depopulacioni prostori u Srbiji su istraženi

iz geografske, ekonomske i sociološke perspektive a najviše njih bavilo se uzrocima depopulacije (Velojić & Radovanović, 2003; Martinović, 2002; Martinović & Šantić, 2006; Milivojević, et al., 2007; Milošević et al., 2008; Pavlović, 2016; Gatarić et al., 2022; Joksimović & Golić, 2017; Golić & Joksimović, 2022). U radu Živanović i dr. (2023), autori su došli do zaključka da je u sedam oblasti Republike Srbije došlo da srastanja napuštenih naselja i njihovih katastarskih opština, kao i da je postepena depopulacija naselja dovela do smanjivanja obradivih površina i prirasta šume i žbunaste vegetacije. U ovom radu tragali smo za odgovorom na pitanje: da li OIE mogu da se razvijaju u depopulacionim prostorima Srbije? Cilj rada je sveden na utvrđivanje potencijala za dobijanje solarne i energije vetra u napuštenim klasterima u okviru grada Novog Pazara, odnosno katastarskim opštinama koje se međusobno graniče a u kojima ima 20 i manje stanovnika nakon popisa 2022. godine. Pošli smo od hipoteze da instalacije solarnih elektrana i vetroparkova mogu da nanesu manje štete prostorima u kojima se smanjuje obradiva površina, a kojih je sve više u Srbiji. Takođe, smatramo da je šansa da se time izazovu društvene i ekološke nepravde manja nego kada se biraju neke druge lokacije gde su vrednost i značaj u interesu i drugih korisnika.

METODOLOGIJA

U radu su korišćene dve grupe metodologija. U okviru prve grupe su tehnike izdvajanja napuštenih naselja, a u drugoj GIS analiza potencijala za dobijanje energije putem solarnih elektrana i vetroturbina na izdvojenim prostorima.

Depopulacioni prostori u Srbiji vezani su za nekoliko karakterističnih regija: 1. pojas Centralne Srbije uz administrativnu liniju prema Kosovu i Metohiji (Raška, Toplička, Jablanička i Pčinjska oblast), 2. granični pojas prema Crnoj Gori (Raška i Zlatiborska oblast), 3. Jugoistočna Srbija (Nišavska, Pčinjska i Pirotska oblast) (Gatarić et al., 2022). Kao osnova, a za potrebe izdvajanja napuštenih naselja, korišćena je modifikovana tipologija (Keenleyside et al., 2010), koja povezuje depopulisanost naselja sa 20 i manje stanovnika kao i promene u korišćenju zemljišta (Živanović et al., 2022):

1. *Recentna napuštenost* – gazdinstvo se ne koristi. Kulturno bilje zamenjuje prirodna vegetacija u zavisnosti od klimatskih i pedoloških karakteristika (katastarske opštine sa 10 i manje stanovnika).
2. *Zapuštenost ili skrivena napuštenost* – zemljište nije formalno napušteno i postoje neki oblici upravljanja. Gazdinstvo se ekstenzivno koristi iz socijalnih razloga ili je namenjeno drugim funkcijama kao što je skladištenje ili turizam (katastarske opštine od 11 do 20 stanovnika).

Navedenu tipologiju smo dodatno modifikovali sa prosečnom starošću stanovništva u naselju. Ukoliko je prosečna starost stanovništva nekog naselja sa 20 i manje stanovnika manja od proseka u Srbiji (43,8 godina), ne može se smatrati napuštenim jer postoji radno-aktivno stanovništvo. Za napuštene klastere (srasle katastarske opštine koje se međusobno graniče) korišćen je indeks homogenizacije napuštenog prostora (Živanović et al., 2022) koji se računa preko jednačine:

$$A0 = N_{K0} \div N$$

gde je N_{K0} broj napuštenih klastera, a N broj napuštenih katastarskih opština. Što je indeks bliži nuli, homogenizacija je veća.

Za potrebe GIS analize potencijala obnovljivih izvora energije korišćene su baze Global Wind Atlas i Global Solar Atlas. U okviru izdvojenih katastarskih opština izračunate su minimalne, maksimalne i prosečne vrednosti brzine vetra (m/s) na visini od 100 m, kao i specifičnog fotovoltaičnog napona po danu (KWh/KWp). Katastarske opštine su rangirane prema navedenim kriterijumima, nakon čega su istražena normativna ograničenja za razvoj postrojenja solarnih elektrana i vetroparkova.

REZULTATI

Na teritoriji grada Novog Pazara, površine 751 km², postoji 99 naselja u kojima je 2022. godine popisano 106.720 stanovnika, što je povećanje od 6.310 stanovnika u odnosu na popis 2011. godine. Popisom 2011. zabeleženo je 25 naselja sa 20 i manje stanovnika, a popisom 2022. godine 29. Na popisu 2011. godine, bez stanovnika je bilo naselje Smilov Laz, a na popisu 2022. godine, pored navedenog naselja bila su još dva: Jova i Vučija Lokva. Novi Pazar je jedina među gradskim opštinama i opštinama u Srbiji u kojoj se broj stanovnika uvećao između dva međupopisna perioda a u njoj postoje naselja bez stanovnika. Napuštene katastarske opštine 2022. godine imaju površinu od 171,4 km² (22,8% teritorije grada Novog Pazara), od čega je 167,2 km² grupisano u četiri klastera (Tabela 2). Prosečna nadmorska visina napuštenih katastarskih opština je 966 m, a njih 15 ima prosečnu nadmorsku visinu veću od 1.000 m. Na tom prostoru je 2022. godine živeo 251 stanovnik, što znači da je gustina naseljenosti napuštenih katastarskih opština iznosila 1,46 st./km². Prosečna starost u napuštenim naseljima je bila 60,7 godina. Prosečno najstarije stanovništvo živi u Rakovcu (73,8 godina), a najmlađe u Lopužnju (46,8 godina). Najveći klaster nalazi se na padinama planine Rogozne, u vidu pojasa uz administrativnu liniju Centralne Srbije i AP Kosova i Metohije. Napuštenost naselja je u korelaciji sa nadmorskom visinom, izolovanim položajem u okviru grada Novog Pazara, ali i pograničnim položajem prema administrativnoj liniji Centralne Srbije i Kosova i Metohije. U njemu je grupisano 16 naselja sa ukupno 91 stanovnikom. Najviše naselja (njih 19) nalazi se u stadijumu recentne napuštenosti, koju odlikuje nekorišćenje gadzinstava. Ostala naselja se nalaze u stadijumu zapuštenosti ili skrivene napuštenosti – postoje neki oblici upravljanja zemljištem. Indeks homogenizacije napuštenog prostora A₀ grada Novog Pazara nakon popisa 2011. godine, iznosio je 0,19 a sada iznosi 0,14. To ukazuje na dalje grupisanje napuštenih katastarskih opština i ukрупnjavanje depopulisane teritorije.

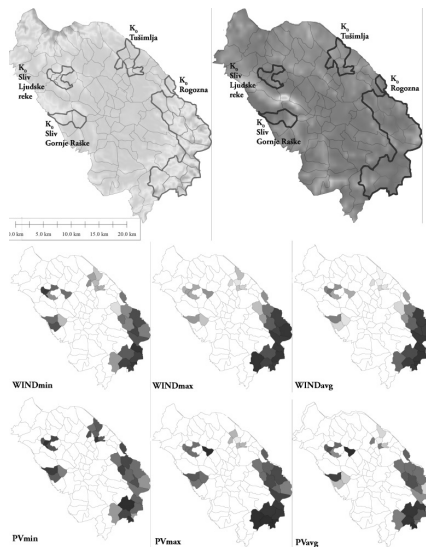
Glavni cilj ovog rada je bio utvđivanje potencijala za dobijanje solarne i energije vetra u napuštenim klasterima grada Novog Pazara. Energija vetra je veća na uzvišenjima u reljefu kao što su planine preko kojih se premeštaju vazdušne mase. Analiza Global Wind Atlasa ukazala je na prosečnu energiju vetra u rasponu od 2,2 do 7,2 m/s godišnje (raspon u Srbiji je 0,9 do 12,0 m/s).² Prosečna energija vetra godišnje za sve napuštene klasterne i katastarske opštine grada Novog Pazara je 4,3 m/s, što je blizu nacionalnog proseka (5,3 m/s). Ipak, bitnije od proseka su lokacije odnosno katastarske opštine sa najvećim potencijalom energije vetra. Prosečna godišnja maksimalna brzina vetra je zabeležena u KO Rogozna, što je donekle i očekivano jer se pojedina naselja nalaze na nadmorskim visinama iznad 1.000 m. U katastarskoj opštini Vojkoviće zabeležena je godišnja maksimalna brzina vetra od 7,2 m/s, a u Vučijoj Lokvi 7,0 m/s. Prosečna godišnja brzina vetra najveća je na Smilovom Lazu (5,6 m/s), najvišoj katastarskoj opštini na Rogozni (1.230 m) ali i najranije isprašnjenom naselju grada Novog Pazara. Pored njega, sa godišnjim prosecima od preko 5 m/s izdvajaju se katastarske opštine: Bare (5,4 m/s), Vučija Lokva (5,1 m/s), Zlatare (5,2 m/s), Jablanica (5,1 m/s), Kašalj (5,4 m/s), Lopužnje (5,3 m/s), Negotinac (5,1 m/s) i Odojeviće (5,1 m/s).

² U opštini Alibunar, u kojoj su izgrađene neke od najvećih vetroelektrana, minimalna brzina vetra godišnje je 5,9 m/s, maksimalna 6,9 m/s a prosečna 6,4 m/s.

Obnovljivi izvori energije u depopulacionim regijama Srbije

Tabela 1. Osnovni pokazatelji napuštenih klastera (K_0) grada Novog Pazara

Klaster	Kat. opština	P (km ²)	Br. st. 2022.	Pros. star.
K ₀ 1 Rogozna	Bare	5,7	10	71
	Brestovo	3,8	3	59
	Vojkoviće	14,2	8	59
	Vučija Lokva	13,3	0	-
	Zlatare	3,1	4	60
	Jablanica	4,4	7	69
	Javor	7,4	4	70
	Jova	7,9	0	-
	Kašalj	8,0	10	56
	Lopužnje	11,7	9	47
	Negotinac	3,9	4	70
	Odojeviće	13,3	7	62
	Pasji potok	8,4	8	63
	Rajetiće	13,0	8	67
	Smilov Laz	2,9	0	-
Cokoviće	7,7	9	60	
K ₀ 2 Sliv Ljudske reke	Vever	3,5	19	53
	Okose	1,7	14	66
	Rakovac	1,5	3	74
	Stradovo	2,6	12	53
K ₀ 3 Tušimlja	Gornja Tušimlja	3,4	12	54
	Pilareta	2,0	11	58
	Pusta Tušimlja	2,5	17	51
	Rajkoviće	1,8	9	57
	Skukovo	1,4	13	61
	Srednja Tušimlja	4,9	13	61
K ₀ 4 Sliv gornje Raške	Gračane	6,5	8	64
	Zabrđe	5,5	16	53
	Ukupno/ Prosečno	167,2	238	60,7



Slika 1. Energija vetra; Fotovoltaični napon; Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti brzine vetra (WIND) i fotovoltaičnog napona (PV) u napuštenim klasterima grada Novog Pazara

Izvor: Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2022. godine – Starost i pol, podaci po naseljima, RZS, 2023; Global Wind Atlas, 2023; Global Solar Atlas, 2023.

Za razliku od energije vetra, za dobijanje energije Sunčevog zračenja važe drugačiji geografski faktori kao što su geografska širina, ugao nagiba reljefa, ekspozicija, oblačnost i dr. Grad Novi Pazar, pre svega, zbog južne geografske širine nalazi se u jednoj od najosunčanijih regija Srbije (posebno Sjeničko-pešterska visoravan). Analiza podataka Global Solar Atlasa ukazala je na prosečnu energiju Sunca u rasponu od 3,42 do 3,70 kWh/

KWp dnevno (raspon u Srbiji je 2,40 do 3,94 KWh/KWp, a u opštini Kula gde je u izgradnji najveća solarna elektrana u Evropi je 3,51 do 3,53 KWh/KWp). Prosečni fotovoltaični napon godišnje za sve K_0 grada Novog Pazara je 3,58 KWh/KWp, što je više od nacionalnog proseka (3,51). Katastarske opštine sa najvećim maksimalnim fotovoltaičnim naponom su Smilov Laz, Javor i Zlatare (sve sa 3,703 KWh/KWp). Slično kao i kod energije vetra, najznačajniji potencijal za OIE sunca imaju katastarske opštine na velikoj nadmorskoj visini u okviru napuštenog klastera planine Rogozne. Prosečni godišnji fotovoltaični napon je najveći u katastarskoj opštini Zlatare u okviru pomenutog klastera (3,64 KWh/KWp).

ZAKLJUČAK

Izbor lokacije je prvi korak u razvoju vetroparkova i solarnih elektrana. Jedna od prednosti u Zakonu o korišćenju obnovljivih izvora energije u Srbiji je da elektrane mogu biti podignute direktno na poljoprivrednom zemljištu bez prethodne konverzije, što zakonski olakšava investitorima (Službeni Glasnik RS, br. 40/2021 i 35/2023). Time se stimulišu agrovoltaični projekti koji kombinuju poljoprivredu sa proizvodnjom energije iz solarnih elektrana. Međutim, mišljenja smo da za potrebe izgradnje takvih postrojenja ipak treba izbegavati kvalitetno obradivo zemljište (što je do sada bilo praksa) kakve su visokoproduktivne oranice, voćnjaci, vinogradi i livade. Za elektrane snage preko 50 MW, investitor je u obavezi da pribavi izveštaj o analizi uticaja na životnu sredinu. U slučaju proučavanog prostora, katastarske opštine sa najvećim potencijalom nisu pod bilo kojim vidom zaštite prirode niti su u proceduri za to. Ipak, kao prepreka za bilo kakvu izgradnju OIE ostaje fragmentacija prostora: staništa, ekosistema, populacije biljaka i životinja u izolovanim šumama.

Navedeni rezultati ukazuju na značajan potencijal energije sunca i relativno značajan potencijal energije vetra na teritoriji napuštenih klastera grada Novog Pazara. Najveći potencijal energije vetra imaju katastarske opštine sa prosečnom nadmorskom visinom preko 1.000 m u okviru klastera Rogozna (Smilov Laz, Bare, Vučija Lokva, Zlatare, Jablanica, Kašalj, Lopužnje, Negotinac i Odojeviće) u kojima živi ukupno 51 stanovnik. Najveći potencijal za solarne elektrane imaju katastarske opštine Smilov Laz, Zlatare i Javor – dakle, nekoliko njih iz istog klastera gde se nalaze i naselja sa najvećim potencijalom za energiju vetra. Prema navedenim rezultatima, a u odnosu na kontekst savremene energetske krize, nijedan prostor, pa ni depopulisani, nije bezvredan. Da li će se bilo kakvi projekti realizovati zavisi od tržišnih uslova, normativa, prostorne regulative kao i vlasničkih odnosa nad zemljištem. Vrednost zemljišta u napuštenim katastarskim opštinama na velikim nadmorskim visinama u kojima nema ni turističkih kretanja je višestruko manja nego cena zemljišta na kojima se trenutno nalaze ili su planirani sistemi OIE u Srbiji. Vlasnici poljoprivrednog zemljišta, kompanije za solarnu i vetroenergiju, kao i lokalna samouprava, moraju zajedno da utvrde koje je rešenje za napušten prostor najefikasnije i održivo.

Korišćena metodologija je primenljiva i za druge napuštene prostore. Ograničenja metodologije su vezana za kvalitet podataka energije vetra i Sunca. Daljim istraživanjem trebalo bi utvrditi vlasničku strukturu najboljih lokacija u okviru napuštenih klastera u Srbiji, kako bi se stekao detaljniji uvid o mogućnostima izgradnje i instalacije OIE.

LITERATURA

Al-Mulali, U., Solarin, S. A., Sheau-Ting, L., & Ozturk, I. (2016). Does moving towards renewable energy cause water and land inefficiency? An empirical investigation. *Energy Policy*, 93, 303–314.

Blaschke, T., Biberacher, M., Gadocha, S., & Scharding, I. (2013). 'Energy landscapes': Meeting energy demands and human aspirations. *Biomass and bioenergy*, 55, 3–16.

Obnovljivi izvori energije u depopulacionim regijama Srbije

Capellán-Pérez, I., De Castro, C., & Arto, I. (2017). Assessing vulnerabilities and limits in the transition to renewable energies: Land requirements under 100% solar energy scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 760–782.

CEE Legal Matters (2023). *CEELM Legal Comparative Guide, Renewables in Serbia*. Retrieved from <https://ceelegalmatters.com/renewable-energy-2023/renewable-energy-serbia-2023>, 19.08.2023.

Deininger, K., & Feder, G. (2009). Land registration, governance, and development: Evidence and implications for policy. *The World Bank Research Observer*, 24(2), 233–266.

Doljak, D., Stanojević, G., & Miljanović, G. (2021). A GIS-MCDA assessment for siting wind farms and estimation of the technical generation for wind power in Serbia. *International Journal of Green Energy*, 18(1), 1–19.

Doljak, D. L., Stanojević, G. B., Radovanović, M. M., & Malinović-Milićević, S. B. (2018). Estimation of photovoltaic power generation potential in Serbia based on irradiance, air temperature, and wind speed data. *Thermal Science*, 22(6A), 2297–2307.

Dolton-Thornton, N. (2021). How should policy respond to land abandonment in Europe? *Land Use Policy*, 102, 105269.

Gatarić, D., Đerčan, B., Živković, M. B., Ostojić, M., Manojlović, S., Sibinović, M. et al. (2022). Can Depopulation Stop Deforestation? The Impact of Demographic Movement on Forest Cover Changes in the Settlements of the South Banat District (Serbia). *Frontiers in Environmental Science*, 10, 418.

Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/map>

Global Wind Atlas. <https://globalwindatlas.info/en>

Golić R., & Joksimović M. (2022). Napuštena sela Srbije: studija slučaja sela Vukojevac (Opština Kuršumlija). U: Šećerov V., Đorđević S.D., Radosavljević Z., Jeftić R.M. (ur.): *Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja – Zbornik radova* (str. 241–248). Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet.

IR (2022). Serbia – annual implementation report. *Energy community*. Retrieved from <https://www.energy-community.org/implementation/report/Serbia.html>, 05.08.2023.

Joksimović, M., & Golić, R. (2017). Indikatori za određivanje napuštenih regija u Srbiji. U: Filipović D., Šećerov V., Dragičević S. & Radosavljević Z. (ur.): *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine* (str. 135–143). Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet.

Jurasz, J., Canales, F. A., Kies, A., Guezgouz, M., & Beluco, A. (2020). A review on the complementarity of renewable energy sources: Concept, metrics, application and future research directions. *Solar Energy*, 195, 703–724.

Keenleyside, C., Tucker, G., & McConville, A. (2010). *Farmland Abandonment in the EU: an Assessment of Trends and Prospects*. London, UK: *Institute for European Environmental Policy*,.

Lamhamedi B.E.H., de Vries, W.T. (2022) An Exploration of the Land – (Renewable) Energy Nexus, *Land*, 11, 767.

Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(9), 3465–3472.

Mariita, N. O. (2002). The impact of large-scale renewable energy development on the poor: environmental and socio-economic impact of a geothermal power plant on a poor rural community in Kenya. *Energy Policy*, 30(11-12), 1119–1128.

- Martinović, M. (2004). Koritnjak: Abandoned rural settlement in the beginning of 2002. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 84(1), 71–78.
- Martinović, M., & Šantić, D. (2006). Gabrovnica: Contribution to depopulation in Serbia. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 86(2), 187–194.
- Micić, T., Lukić, T., Đorđević, J., Basarin, B., Bjelajac, D., Hrnjak, I. et al. (2014). Determination of wind energy potential and its implementation concept for the electricity market in the Vojvodina region (north Serbia): An overview. *Geographica Pannonica*, 18(1), 6–17.
- Milivojević, M., Čalić, J., & Milošević, M. V. (2007). Vukojevac – primer „razgrađenog“ sela Srbije. *Globus*, 32, 301–308.
- Milošević, M., Milivojević, M., & Čalić, J. (2008). Posledice spontanog raseljavanja naselja na teritoriji Republike Srbije. *Demografski Pregled*, 28, 3–4.
- Nonhebel, S. (2005). Renewable energy and food supply: will there be enough land?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(2), 191–201.
- Outka, U. (2010). Siting renewable energy: Land use and regulatory context. *Ecology LQ*, 37, 1041–1105.
- Pavlović, M., (2016). Sela Rogozne: antropogeografska proučavanja. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet.
- Pavlović, T. M., Milosavljević, D. D., & Pirsl, D. S. (2013). Simulation of photovoltaic systems electricity generation using homer software in specific locations in Serbia. *Thermal Science*, 17(2), 333–347.
- Podračćanin, Z., & Đurđević, V. (2020). The influence of future climate change on wind energy potential in the Republic of Serbia. *Theoretical and Applied Climatology*, 140(2), 209–218.
- Potić, I., Golić, R., & Joksimović, T. (2016). Analysis of insolation potential of Knjaževac Municipality (Serbia) using multi-criteria approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 235–245.
- Potić, I., Joksimović, T., Milinčić, U., Kićović, D., & Milinčić, M. (2021). Wind energy potential for the electricity production – Knjaževac Municipality case study (Serbia). *Energy Strategy Reviews*, 33, 100589.
- RZS (2023). Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2022. godine – Starost i pol, podaci po naseljima. Beograd: Republički zavod za statistiku.
- Saganeiti, L., Pilogallo, A., Faruolo, G., Scorza, F., & Murgante, B. (2020). Territorial fragmentation and renewable energy source plants: which relationship?. *Sustainability*, 12(5), 1828.
- Velojić, M., & Radovanović, O. (2003). Stanovništvo Stare Planine – Budžak. Zaječar: Kulturno-prosvetna zajednica Opštine Zaječar.
- Xie, H., Zhang, Y., Zeng, X., & He, Y. (2020). Sustainable land use and management research: A scientometric review. *Landscape Ecology*, 35, 2381–2411.
- Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije. Službeni Glasnik RS, 40/2021, 35/2023.
- Živanović, V., Joksimović, M., Golić, R., Malinić, V., Krstić, F., Sedlak, M., & Kovjanić, A. (2022) Depopulated and Abandoned Areas in Serbia in the 21st Century – From Local to a National Problem. *Sustainability*, 14, 10765.