

# Препреке декарбонизацији система даљинског грејања у Србији - ставови представника топлана

Марија Живковић, Дејан Ивезић, Бобан Павловић, Дејан Стојановић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Препреке декарбонизацији система даљинског грејања у Србији - ставови представника топлана | Марија Живковић, Дејан Ивезић, Бобан Павловић, Дејан Стојановић | Стручно-научна конференција ТОПС 2024, Златибор, Јун 2024 | 2024 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009125>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду омогућава приступ издањима Факултета и радовима запослених доступним у слободном приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: [www.dr.rgf.bg.ac.rs](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

# ЗБОРНИК РАДОВА

СТРУЧНО-НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА

ТОПС 2024



## Садржај

ДАЉИНСКО ГРЕЈАЊЕ-ЈАВНА ИЛИ ТРЖИШНА УСЛУГА? ОСВРТ НА ПРАКСУ СРБИЈЕ И ЗЕМАЉА ЕУ- Биљана Грбић .....	5
КОНЦЕПТИ РАДА ПОСТОЈЕЋИХ ТРИГЕНЕРАЦИЈСКИХ ЕНЕРГЕТСКИХ СИСТЕМА И КРИТЕРИЈУМИ ЗА ЊИХОВ ИЗБОР-Милош Бањац .....	16
ОДРЕЂИВАЊЕ ЦЕНА У РЕГУЛИСАНИМ ДЕЛАТНОСТИМА-Гордан Танић .....	28
СИСТЕМ ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА У ТЕМПЕРАТУРСКОМ РЕЖИМУ ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ- Жарко Вуковић .....	41
ХИБРИДНИ ОБНОВЉИВИ ИЗВОРИ ЕНЕРГИЈЕ КАО ОДГОВОР ЕУРОПСКИМ ДИРЕКТИВАМА ЗА ДЕКАРБОНИЗАЦИЈУ ЕНЕРГЕТИКЕ У ХРВАТСКОЈ - Далибор Весели и Младен Антолић .....	45
DHC IN EUROPE: A ROADMAP TO DECARBONISATION-Crélida Mata, Euroheat & Power .....	59
ПРЕПРЕКЕ ДЕКАРБОНИЗАЦИЈИ СИСТЕМА ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА У СРБИЈИ-СТАВОВИ ПРЕДСТАВНИКА ТОПЛАНА - Марија Живковић, Дејан Ивезић и Бобан Павловић .....	67
СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ, ИЗВЕШТАВАЊЕ И ВЕРИФИКАЦИЈУ ЕМИСИЈА ГАСОВА СА ЕФЕКТОМ СТАКЛЕНЕ БАШТЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ - Владана Голијанин .....	75
ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ КРОЗ УПОТРЕБУ СОЛАРНЕ ЕЛЕКТРАНЕ ЈЕП ТОПЛАНА КРАЉЕВО- Александар Несторовић и Драгана Бикић .....	84
СИСТЕМИ ЗА СКЛАДИШТЕЊЕ ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ- Милан Ристановић и Саша Савић .....	91

# ПРЕПРЕКЕ ДЕКАРБОНИЗАЦИЈИ СИСТЕМА ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА У СРБИЈИ - СТАВОВИ ПРЕДСТАВНИКА ТОПЛАНА

Марија Живковић<sup>1</sup>, Дејан Ивезић<sup>1</sup>, Бобан Павловић<sup>1</sup>,  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, Србија  
[marija.zivkovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:marija.zivkovic@rgf.bg.ac.rs), [dejan.ivezic@rgf.bg.ac.rs](mailto:dejan.ivezic@rgf.bg.ac.rs), [boban.pavlovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:boban.pavlovic@rgf.bg.ac.rs)

## РЕЗИМЕ

Производња топлоте у системима даљинског грејања у Републици Србији тренутно се заснива искључиво на процесима сагоревања, с доминантним уделом природног гаса из увоза. Иако су технологије за коришћење обновљивих и алтернативних извора енергије добро познате, њихова примена у системима даљинског грејања у Републици Србији још увек је занемарљива (око 2%). Како би се убрзао и олакшао процес транзиције ка обновљивим изворима енергије и разумело тренутно стање и перспектива, спроведена је анкета међу представницима топлана Србији. Циљ је био мапирање и стицање увида, с аспекта произвођача, у перцепцију препрека за увођење обновљивих извора енергије у енергетски микс. Резултати указују да перцепција препрека за увођење обновљивих извора енергије зависи од величине система даљинског грејања, односно типа насеља, и да различите препреке утичу на примену различитих обновљивих извора енергије.

**Кључне речи:** системи даљинског грејања; препреке; обновљиви извори енергије; Србија;

## УВОД

Транзиција ка одрживијим енергетским системима, која је углавном мотивисана потребом за ублажавањем климатских промена, требало би да резултира развојем одрживих, ефикасних, конкурентних и поузданих енергетских система. Енергетска транзиција је сложен процес на који утичу различити испреплетени чиниоци који обухватају технологију, тржиште, политику, друштвене и културне аспекте [1]. Ова трансформација захтева широку примену обновљивих и алтернативних извора енергије у свим сегментима производње и потрошње енергије [2].

Сектор грејања је препознат као кључни у постизању циљева декарбонизације [3] у енергетском сектору. Енергија потребна за загревање простора чини највећи део потрошње енергије у зградама [4]. На транзицију индивидуалних системе за грејање утичу одлуке које доноси велики број хетерогених потрошача [5]. Насупрот томе, на развој централизованих система снабдевања, као што су системи даљинског грејања (СДГ) утичу одлуке мањег броја доносиоца одлука, што њихову трансформацију чини мање неизвесном.

СДГ имају велики потенцијал да буду важан чинилац транзиције целокупног националног енергетског система ка нискоугљеничном систему. Централизована производња топлотне енергије омогућава коришћење свих расположивих обновљивих извора енергије (ОИЕ). Неки локално доступни извори енергије, који би иначе остали неискоришћени, као што су отпадна топлота или комунални отпад, могу се искористити само коришћењем у централизованим системима [6 - 7]. Централизована производња топлотне енергије обезбеђује да се процесима сагоревања биомасе и комуналног отпада не емитују штетне материје у ваздух, због контролисаног пречишћавања димних гасова [4].

Тренутна пракса показује да се топлотна енергија у СДГ производи углавном коришћењем фосилних горива [8], иако се производња топлоте из ОИЕ углавном заснива на примени добро познатих технологија [8]. Такво стање је резултат утицаја бројних баријера и препрека, које се разликују по пореклу и имају различите утицаје на различите технологије, изворе енергије или

чак различите локације. На основу прегледа литературе идентификоване су главне препреке транзицији СДГ: финансијске препреке (инвестиције, профитабилност, период отплате) [9 – 10], административне препреке (потешкоће у сарадњи и уговарању) [11 - 12], недостатак знања и искуства [13], и неусклађеност понуде и потражње [14].

У СДГ у Србији топлотна енергија се доминантно производи из фосилних горива [15], која чине више од 97% уложене енергије. Једини ОИЕ који се користи је дрвна биомаса која чини приближно 2,2% уложене енергије. Тренутна ситуација указује да је овај скроман удео ОИЕ ефекат утицај разних баријера и препрека које још увек нису у потпуности идентификоване и чији утицај још није процењен.

Циљ истраживања приказаног у овом раду је да идентификује главне препреке ширем коришћењу ОИЕ у СДГ у Србији. Истраживање је спроведено анкетирањем представника СДГ са циљем да се добије вредан увид у изазове интеграције ОИЕ у постојеће системе. Због техничке стручности и искуства, представници система даљинског грејања играју кључну улогу у идентификовању различитих изазова и могућности повезаних са интеграцијом специфичних ОИЕ.

## 2 МЕТОДОЛОГИЈА

Истраживање је спроведено коришћењем упитника. Анкетни упитник је развијен након свеобухватног прегледа релевантних истраживања која су досад спроведена у Европи и свету. Током анализе доступних извора, примарна пажња је била усмерена на студије и анкете које су се фокусирале на интеграцију ОИЕ у СДГ и процену утицаја препрека интеграцији које су уочене од стране заинтересованих страна, посебно компанија које се баве производњом топлотне енергије.

Циљну популацију истраживања чине представници топлана, што је специфична и релативно мала група, тако да истраживање није спроведено на узорку већ на целокупној популацији путем упитника који је прослеђен у електронској форми.

Представници СДГ су замољени да процене препреке и ОИЕ технологије на скали од 1 (најмањи утицај) до 5 (највећи утицај) дајући квантитативне податке за анализу. Поред тога, питања су формулисана тако да се омогући давање отворених одговора, омогућавајући им да пруже детаљне информације у вези са специфичним увидима. Конкретно, упитник покрива различите аспекте, укључујући:

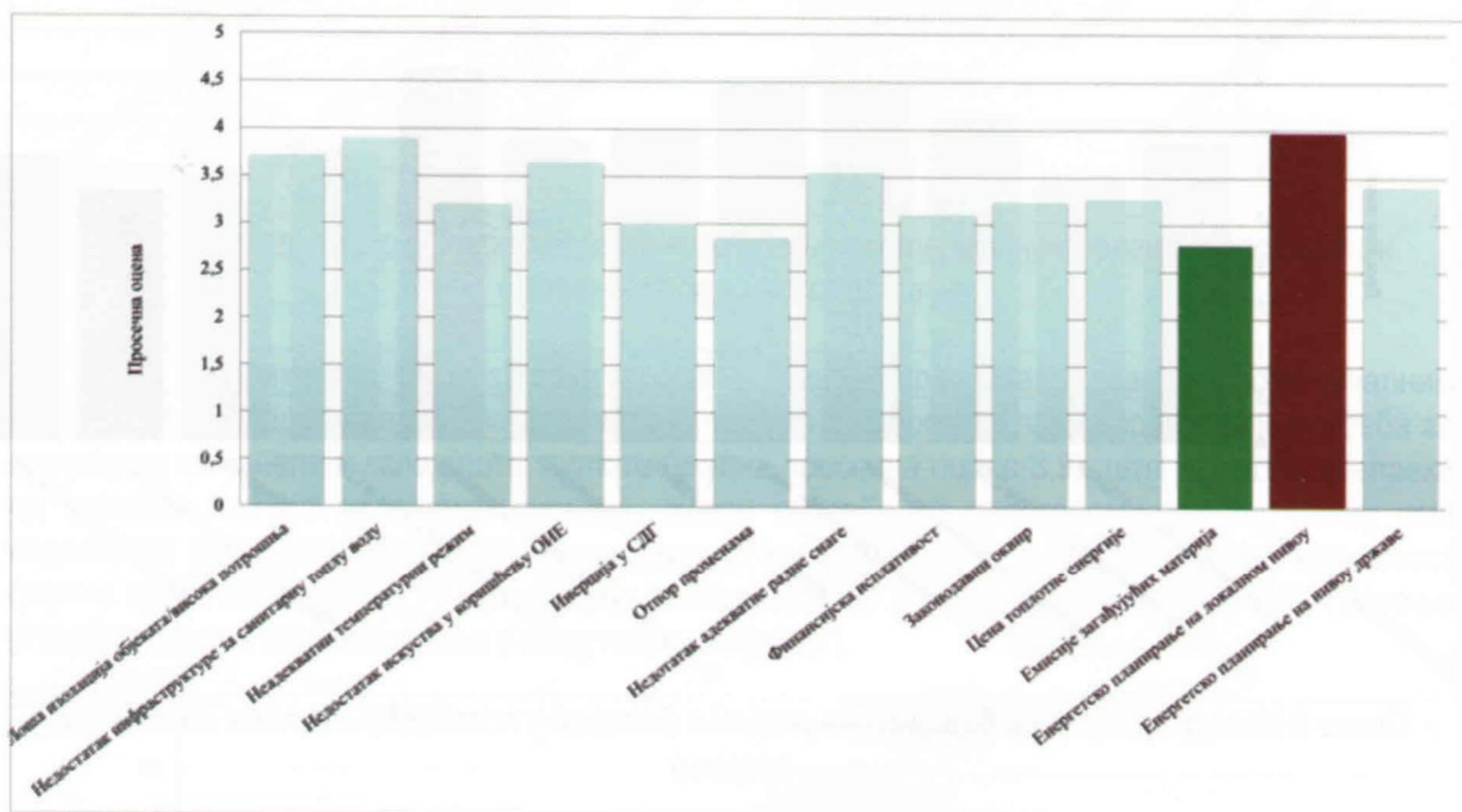
1. Инсталисану снагу СДГ и просечну потрошњу ( $\text{kWh/m}^2/\text{годишње}$ ).
2. Мишљење о потенцијалу интеграције ОИЕ у постојећи систем.
3. Идентификацију главних препрека које ометају коришћење ОИЕ.
4. Процену могућности коришћења различитих ОИЕ технологија.

Први сет питања се односи на перцепцију тренутног стања и ефеката препрека. Остали сетови питања су формулисани са циљем да се анализира утицај специфичних препрека на потенцијално увођење специфичних ОИЕ (биомаса, геотермална енергија, соларна топлотна енергија, отпадна топлота и комунални чврсти отпад).

### 3 РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Укупну анкетну популацију чини 57 топлана (система даљинског грејања). Одговори су прикупљени од представника 29 топлана, што је више од 50% циљне популације. Међутим, уколико се посматрају номиналне топлотне снаге топлана, одговори су покривали преко 90% укупне инсталисане снаге топлана у Србији.

На Слици 1 су приказани резултати истраживања везани за тренутно стање и утицај препрека на интеграцију ОИЕ у постојеће СДГ. Добијени укупни просечни резултати су у распону од 2,8 до 4, што указује на релативно уједначен утицај свих испитиваних препрека. Не постоје препреке са доминантним ефектом и ниједна од разматраних препрека се не може класификовати као занемарљива.

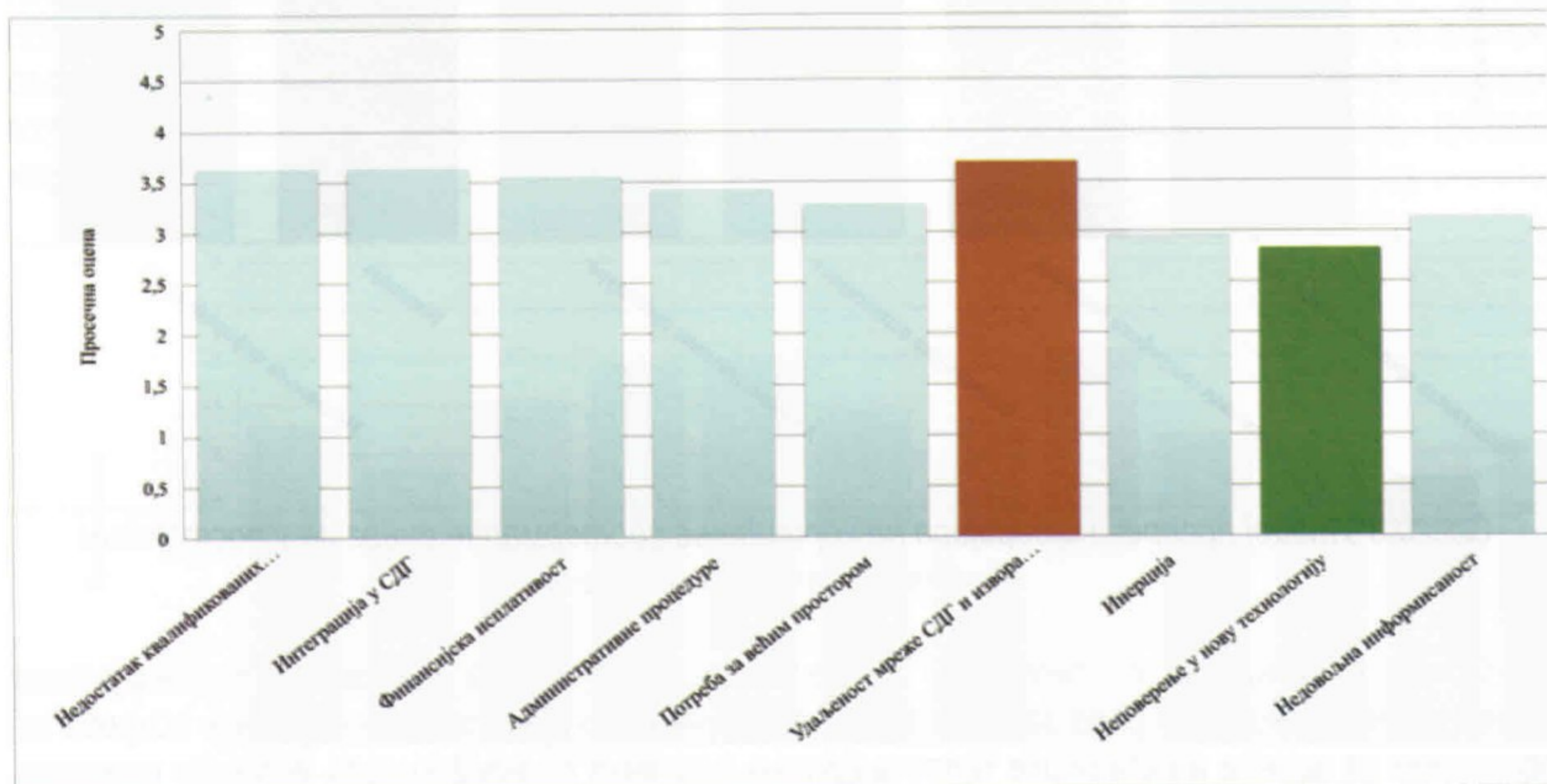


Слика 1 Утицај препрека и баријера на увођење ОИЕ у постојеће системе даљинског грејања

Најзначајнији утицаји се приписују недостатку адекватног енергетског планирања на локалном нивоу (укупна просечна оцена 4,0), недостатку инфраструктуре за снабдевање санитарном топлом водом (укупна просечна оцена 3,9), лошој изолацији/високој специфичној потрошњи топлоте (укупно просечна оцена 3,7) и недостатку искуства у коришћењу ОИЕ (укупна просечна оцена 3,6). Најмањи утицаји се односе на емисије загађујућих материја (укупна просечна оцена 2,8), отпорност на промене (укупна просечна оцена 2,9) и инерцију у предузећима за даљинско грејање (укупна просечна оцена 3,0). Посебно, резултати показују да су за системе средње снаге (од 20MW до 100MW) ефекти испитиваних препрека уједначени, док системи великих (више од 100 MW) и малих инсталисаних снага (мање од 20 MW) праве јаснију диференцијацију у оценама наведених утицаја. У системима великих снага, највећи утицај се односи на енергетско планирање на локалном нивоу, недостатак инфраструктуре за снабдевање санитарном топлом водом и недостатак квалификованих запослених. За системе малих снага, главне препреке се односе на ефикасност потрошача и инфраструктуру за снабдевање санитарном топлом водом. Занимљиво је да финансијска одрживост пројекта ОИЕ није идентификована као главна препрека ни у једној категорији предузећа.

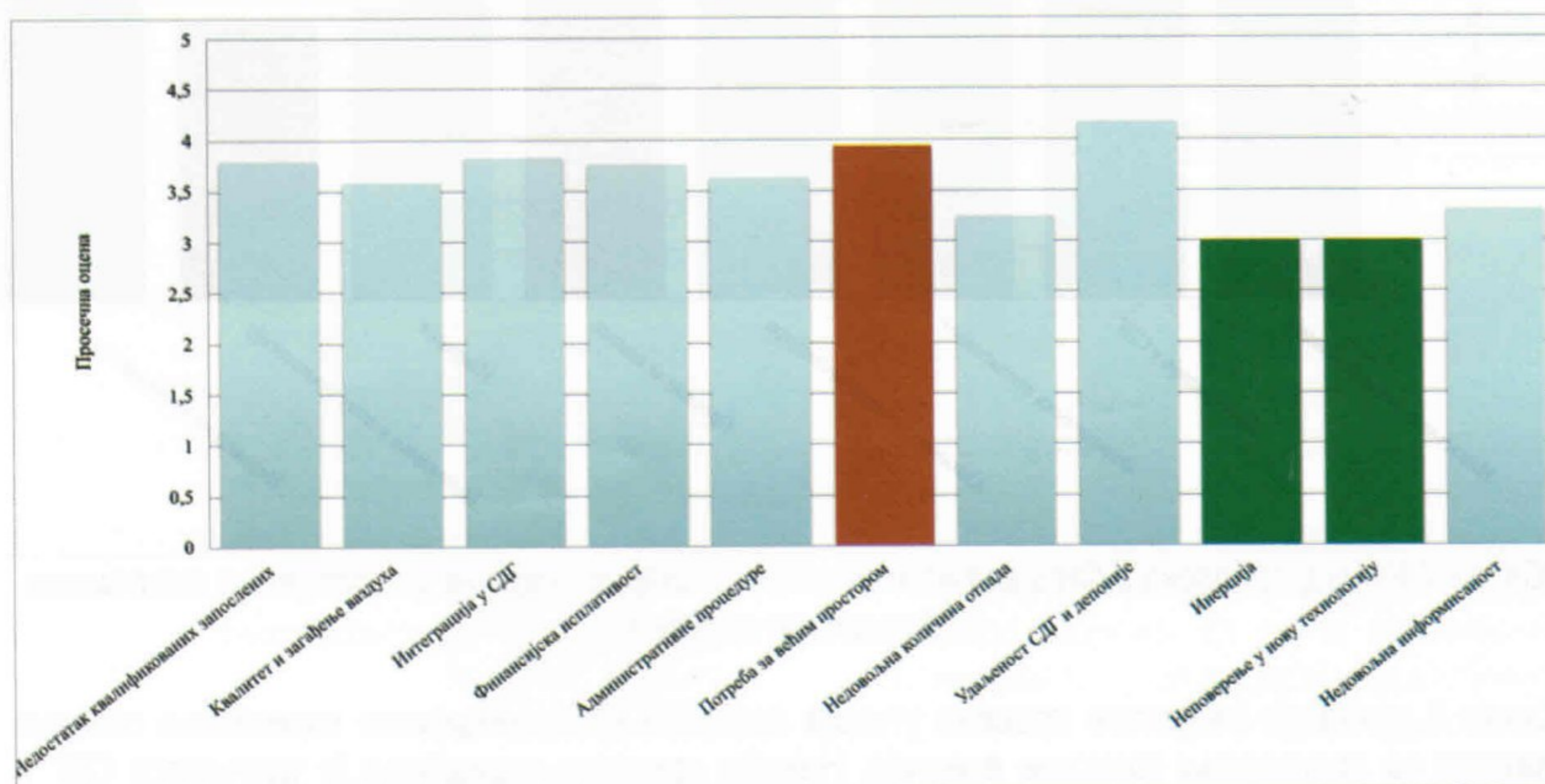
На Слици 2 приказани су резултати истраживања у вези са специфичним препрекама у вези са потенцијалним коришћењем биомасе за производњу топлотне енергије. Као препрека са највећим утицајем идентификована је потреба за већим простором (4,07), коју прате непоуздано

идентификују интеграцију у постојећи СДГ као примарни изазов, након чега истичу питања удаљености, финансијске одрживости и недостатка простора. Средњи системи додатно истичу недостатак квалификоване радне снаге и информација. Мали системи дају нешто умереније оцене за препреке везане за интеграцију отпадне топлоте, али посебно истичу удаљеност и недостатак информација.



Слика 5 Утицај препрека и баријера на коришћење отпадне топлоте у постојећим системима даљинског грејања

Примарни изазови повезани са потенцијалним коришћењем чврстог комуналног отпада за производњу топлоте су удаљеност између СДГ и депоније (укупна просечна оцена 4,2) и недостатак простора (укупна просечна оцена 3,9). Резултати процене указују на релативно уједначен утицај осталих препрека (Слика 6).



Слика 6 Утицај препрека и баријера на коришћење комуналног отпада у постојећим системима даљинског грејања

## ЗАКЉУЧАК

Сектор даљинског грејања у Србији налази се почетку процеса интензивнијег увођења обновљивих извора енергије у енергетски микс. Истраживање представљено у овом раду је покушај да се добију информације за боље разумевање тренутног стања и да се пружи вредан увид у препреке са којима се суочавају системи даљинског грејања.

Резултати истраживања указују да све испитане препреке утичу на доношење одлука и коришћење ОИЕ и да се ниједна од њих не може занемарити. Показано је да системи грејања различите величине имају различите ставове о наведеним испитиваним препрекама. Велики системи су као једну од главних препрека идентификовали потребу за додатним простором у областима велике густине насељености (за постављање панела, складиште топлоте, складиште за биомасу, итд.), док су мали и средњи системи идентификовали недостатак знања и информација.

Следећи корак у мапирању најбољих опција за интеграцију ОИЕ у даљинско грејање подразумева укључивање других локалних специфичности у разматрање, за сваки систем појединачно. У овом процесу потребно је веће ангажовање локалне заједнице и осталих заинтересованих страна како би се постигао шири консензус и формулисало одрживо решење пута ка нискоугљеничним системима.

## ЗАХВАЛНОСТ

Ово истраживање је спроведено уз подршку Фонда за науку Републике Србије, 4344, *Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition – FF GreEN*.

## ЛИТЕРАТУРА

- Yang, Y., Xia, S., Huang, P., Qian, J.: *Energy transition: Connotations, mechanisms and effects*, Energy Strategy Reviews, Vol. 52, 2024, 101320.
- Levine, M., Steele, R.: *Climate change: What we know and what is to be done*, WIREs Energy and Environment, Vol. 10, 2020, wene.388.
- Lund, H., Duic, N., Østergaard, P.A., Mathiesen, B. V.: *Future district heating systems and technologies: On the role of smart energy systems and 4th generation district heating*, Energy, Vol. 165, Part A, 2018, pp. 614-619.
- IEA: *District heating needs flexibility to navigate the energy transition*, IEA, Paris, 2019, <https://www.iea.org/commentaries/district-heating-needs-flexibility-to-navigate-the-energy-transition>
- Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, D.: *Transition pathways of household heating in Serbia: Analysis based on an agent-based model*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 163, 2022, 112506.
- Ivezić, D., Živković, M., Manić, D., Madžarević, A., Pavlović, B., Danilović, D.: *Evaluation of effects of wastewater heat pump integration into district heating systems by simulation*, Thermal science, Vol. 27, Part B, 2023, pp 2443-2454.
- Živković, M., Ivezić, D.: *Utilizing sewage wastewater heat in district heating systems in Serbia: effects on sustainability*, Clean Technologies and Environmental Policy, Vol. 24, 2021, pp. 579-593.
- Auvinen, K., Meriläinen, T., Saikku, L., Hyysalo, S., Juntunen, J. K.: *Accelerating transition toward district heating-system decarbonization by policy co-design with key investors: opportunities and challenges*, Sustainability: Science, Practice and Policy, Vol. 19, 2023, 2256622.
- Zhang, M., Wang, Q., Zhou, D., Ding, H.: *Evaluating Uncertain Investment Decisions in Low-Carbon Transition toward Renewable Energy*, Applied Energy, Vol. 240, 2019, pp. 1049-1060.



- Fuss, S., Szolgayova, J., Obersteiner, M., Gusti, M.: *Investment under Market and Climate Policy Uncertainty*, Applied Energy, Vol. 85, 2008, pp. 708-721.
- Lygnerud, K., Wheatcroft, E., Wynn, H.: *Contracts, Business Models and Barriers to Investing in Low Temperature District Heating Projects*, Applied Sciences, Vol. 9, 2019, 3142.
- Selvakkumaran, S., Axelsson, L., Svensson, I. L.: *Drivers and Barriers for Prosumer Integration in the Swedish District Heating Sector*, Energy Reports, Vol. 7, 2021, pp. 193-202.
- Huang, P., Copertaro, B., Zhang, X., Shen, J., Löfgren, I., Rönnelid, M., Fahlen, J., Andersson, D., Svanfeldt, M.: *A Review of Data Centers as Prosumers in District Energy Systems: Renewable Energy Integration and Waste Heat Reuse for District Heating*, Applied Energy, Vol. 258, 2020, 114109.
- Zheng, M, Knotzer, A., Billanes, J.D., Jørgensen, B. N.: *A literature review of energy flexibility in district heating with a survey of the stakeholders' participation*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 123, 2020, 109750.
- Републички завод за статистику Републике Србије: Енергетски биланс 2022, Београд, 2024.  
<https://publikacije.stat.gov.rs/G2024/Pdf/G20245705.pdf>