

Mapa puta dekarbonizacije sektora daljinskog grejanja u Republici Srbiji

Dejan Ivezić*, Dejan Stojanović**, Branislava Lepotić Kovačević***, Marija Živković*

* Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet

** Poslovno udruženje „Toplane Srbije“, Šabac

*** Udruženje za pravo energetike Srbije, Beograd

Rezime - Sektor daljinskog grejanja ima značajnu ulogu u energetskekom sistemu Republike Srbije i obuhvata 60 sistema daljinskog grejanja. Međutim, sektor se suočava sa ozbiljnim strukturnim i finansijskim izazovima, uključujući zastarelu infrastrukturu, visoku zavisnost od fosilnih goriva — posebno prirodnog gasa — i ograničenu integraciju obnovljivih izvora energije. S obzirom na to da se proizvodnja toplote pretežno zasniva na sagorevanju, sistemi daljinskog grejanja značajno doprinose emisijama gasova sa efektom staklene bašte i lokalnom zagađenju vazduha. Pored toga, analize poslovnih performansi ukazuju na izražene razlike među komunalnim preduzećima u pogledu efikasnosti, produktivnosti i profitabilnosti, dok ukupna finansijska nestabilnost ostaje sistemski problem u celom sektoru. Institucionalne nadležnosti za daljinsko grejanje u velikoj meri su decentralizovane i nalaze se na nivou lokalnih samouprava, što dodatno otežava koordinisane napore u procesu dekarbonizacije. U ovom radu predstavlja se Mapa puta (engl. „Policy Roadmap“) za dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja u Srbiji, razvijena u skladu sa nacionalnim strateškim dokumentima - Nacionalnim energetskekim i klimatskim planom i Strategijom energetike. Mapa puta je strukturirana oko šest ključnih stubova: koordinacije zainteresovanih strana, definisanja ciljeva za smanjenje emisija, finansijskih mehanizama podrške, lokalnog planiranja snabdevanja toplotom, obezbeđivanja konkurentnih i transparentnih cena, kao i diverzifikacije energetskekom miksa kroz dinamičku optimizaciju snabdevanja. Razmatraju se dva pristupa implementaciji: Osnovni pristup, usklađen sa postojećim regulatornim okvirom, i Decentralizovani pristup, koji podstiče pristup trećih strana mrežama i uključivanje novih proizvođača toplote. Mapa puta predviđa faznu primenu u periodu do 2040. godine, koja obuhvata pravne reforme, jačanje institucionalnih kapaciteta, finansijske mehanizme i uvođenje novih tehnologija.

Ključne reči – daljinsko grejanje, dekarbonizacija, mapa puta

I UVOD

Sektor daljinskog grejanja (DG) u Srbiji sastoji se od 60 sistema daljinskog grejanja u istom broju gradova. Usluga daljinskog hlađenja trenutno nije prisutna na tržištu energije. Sektor DG u Srbiji suočava se sa značajnim izazovima, uključujući zastarelu infrastrukturu, visoku zavisnost od fosilnih goriva (posebno prirodnog gasa) i nisku integraciju obnovljivih izvora energije (OIE). Udeo biomase, kao jedinog OIE koji se

koristi, u energetskekom miksu proizvodnje toplote bio je 2,87% u 2024. godini [1]. Posledica proizvodnje toplote isključivo zasnovane na procesima sagorevanja su relativno visoke emisije gasova staklene bašte (GSG) i zagađenje vazduha u gradovima.

Dva usvojena nacionalna strateška dokumenta definišu energetskeku politiku Republike Srbije - Integrisani nacionalni energetskeki i klimatskeki plan Republike Srbije za period 2030. sa projekcijama do 2050. (INEKP) [2] i Strategija razvoja energetskekog sektora Republike Srbije do 2040. sa projekcijama do 2050. godine (Strategija) [3]. Oba dokumenta predviđaju niz mera i aktivnosti vezanih za dekarbonizaciju sektora.

U radu se prikazuje postojeće stanje u sektoru daljinskog grejanja uzimajući u obzir regulatorne, institucionalne, finansijske i tehničke aspekte, kao i uticaj sektora daljinskog grejanja na životnu sredinu. Na osnovu urađene SWOT analize za dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja (i hlađenja), predložena je dalja razrada i proširenje mera i aktivnosti navedenih u INEKP-u i Strategiji [4].

Uz pretpostavku implementacije predloženih mera i aktivnosti u prikazana su dva usaglašena pristupa razvoju sektora DG. Osnovni pristup podrazumeva finansijskeku i organizacionu konsolidaciju sistema i dekarbonizaciju sektora u skladu sa postojećim nacionalnim planskim dokumentima (INEKP i Strategija) i trenutnim pravnim okvirom. Napredni pristup je ambiciozniji, a njegova ključna tačka je decentralizacija u smislu podsticanja pristupa trećih strana mrežama DG. Ovaj pristup ima za cilj da podstakne i motiviše „nove“ proizvođače toplote, intenziviranje primene visokoefikasne kogeneracije, uključujući integraciju viškova toplote iz industrijskekog i komercijalnog sektora, inovativnih tehnologija (toplote iz proizvodnje vodonika) i sl.

II TRENUTNO STANJE SEKTORA DALJINSKOG GREJANJA

Zakon o energetici predstavlja osnovnu pravneog okvira za energetskeke delatnosti u vezi sa proizvodnjom, distribucijom i snabdevanjem toplotnom energijom, kao i sa kombinovanom proizvodnjom toplote i električne energije (kogeneracijom). Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije se bavi toplotnom energijom u delu podsticaja za proizvodnju iz obnovljivih izvora, dok Zakon o energetskekoj efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije uređuje politiku i primenu mera energetskeke efikasnosti u oblasti toplotne energije. Zakon o javnim preduzećima reguliše komunalne delatnosti vezane za toplotnu energiju, ali je

delimično neusklađen sa Zakonom o energetici i Zakonom o energetske efikasnosti

Institucije nadležne za sektor daljinskog grejanja i hlađenja su administrativne institucije na državnom i lokalnom nivou, regulatorna tela, preduzeća za daljinsko grejanje i civilni sektor. Lokalna samouprava izdaje energetske dozvole i licence, vodi registre licenci, postavlja uslove isporuke, reguliše raspodelu troškova, odobrava cene toplote i obezbeđuje pouzdanu isporuku toplote. Takođe, lokalne samouprave su te koje treba da promovišu i obezbede podsticaje za korišćenje obnovljivih izvora energije u sektoru.

Analiza efikasnosti, produktivnosti, ekonomičnosti i profitabilnosti urađena na osnovu Izveštaja o radu sistema daljinskog grejanja u Republici Srbiji u 2023. godini [1], pokazuje značajne razlike među preduzećima za daljinsko grejanje, sa jednim pravilom: veća preduzeća ostvaruju bolje rezultate. Međutim, mnoga preduzeća se suočavaju sa finansijskom nestabilnošću: 12 preduzeća ima gubitke veće od kapitala, 18 ima dugove veće od kapitala, a 32 imaju negativan neto radni kapital, što ukazuje na ozbiljne probleme sa likvidnošću.

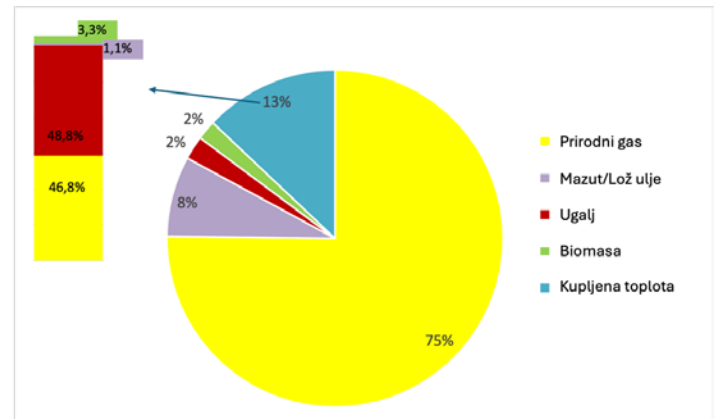
Ukupna nominalna snaga toplana u vlasništvu toplana u sistemu DG, smeštenih na 258 lokacija, iznosi 5.910 MW. Takođe, toplane koriste i 789 MW kapaciteta za proizvodnju toplotne energije koji su u vlasništvu drugih pravnih lica. Pored postrojenja za proizvodnju samo toplotne energije, u okviru sistema DG postoje četiri gasna kogeneracijska postrojenja u Beogradu (10 MWe), Novom Sadu (10+4 MWe) i Novom Pazaru (1 MWe). Prosečna starost toplana za proizvodnju samo toplotne energije je preko 28 godina. Najveći sistem DG u zemlji sa toplotnom snagom od 2.856 MW nalazi se u Beogradu. Još 7 sistema ima instalisanu snagu veću od 100 MW. U ovoj grupi, najveći je sistem u Novom Sadu sa snagom od 705 MW. Najveći broj sistema DG-a ima toplotnu snagu između 20 MW i 100 MW (21) i manju od 20 MW (23).

Iako se u evropskoj uniji sektor DG posmatra zajedno sa sektorom daljinskog hlađenja, posebno uzimajući u obzir prisutne klimatske promene, u Republici Srbiji za sada ne postoje u funkciji sistemi za daljinsko hlađenje.

Proizvodnja toplotne energije u toplanama potpuno se zasniva na procesu sagorevanja. Izvori energije su fosilna goriva (prirodni gas, ugalj i derivati nafte) i biomasa. Jedini proces koji nije sagorevanje, za sada, predstavlja relativno mali objekat za proizvodnju tople vode u Pančevu pomoću termalnih solarnih kolektora snage 1 MW. Energetska vrednost goriva korišćenih 2023. godine za proizvodnju toplote iznosila je 7.144 GWh. Sa strukturom goriva koja je prikazana je na Slici 1. Biomasa je jedini OIE koji se koristi (manje od 3% ukupne potrošnje goriva).

Ukupna direktna godišnja emisija ugljen-dioksida za 2023. godinu procenjena je na 1,16 miliona tona, metana na 39 hiljada tona, a azot suboksida 5,4 hiljada tona. Glavni izvor emisije svih gasova sa efektom staklene bašte je sagorevanje prirodnog gasa (koji se dominantno koristi kao gorivo). U slučaju metana i azot-suboksida, značajne izvore predstavljaju drvena biomasa i mazut.

Prosečna relativna emisija CO_{2eqv.} iznosi 0,230 kg po proizvedenom kWh toplotne energije. Ova vrednost odgovara odgovara relativnoj emisiji efikasnih sistema u kojima se dominantno koristi prirodni gas. Najveće vrednosti emisije zabeležene su kod sistema daljinskog grejanja koji koriste ugalj (>0,4 kg CO_{2eqv.}/kWh), dok su najniže emisije karakteristične za sisteme koji koriste biomasu (<0,02 kg CO_{2eqv.}/kWh).



Slika 1. Struktura korišćenja energenata u 2023. godini [1]

S obzirom da je proizvodnje toplotne energije zasnovana isključivo na procesima sagorevanja, značajne su i emisije klasičnih polutanata: 7.746 kg NO_x, 3.215 t SO₂, 303 t čestica, 60,06 t CO tokom 2023. godine.

U odnosu na ukupan broj domaćinstava u Srbiji (2.625.711), procenat domaćinstava povezanih na daljinsko grejanje iznosi 25,3% (popis). Taj procent varira, od 2,38% u Kikindi, do 76% u Novom Sadu i 85% u Boru, U Beogradu, kao najvećem sistemu DG, 56,5% od ukupnog broja domaćinstava koriste DG. Sa stanovišta priuštivosti, uporedna analiza pokazuje da su troškovi grejanja iz SDG sa naplatom prema potrošnji približni troškovima grejanja korišćenjem peleta i ogrevnog drveta (Beograd), dok je DG sa naplatom prema jedinici grejane površine skuplje [5].

II KLJUČNI IZAZOVI I PRILIKE U PROCESU DEKARBONIZACIJE SDG

Fragmentirane odgovornosti između nacionalnih i lokalnih vlasti, nesaglasnosti u pravnom okviru i relativno spora implementacija politika predstavljaju glavne izazove u regulatorno-institucionalnom okviru vezanom za proces dekarbonizacije daljinskog grejanja. Neophodna je harmonizacija propisa, dalje usklađivanje sa EU direktivama, naročito u oblasti integracije obnovljivih izvora, energetske efikasnosti i pristupa trećih strana mrežama daljinskog grejanja. Potrebno je jačanje kapaciteta na nacionalnom i lokalnom nivou (lokalne samouprave, preduzeća za daljinsko grejanje i dr.). Razmotriti mogućnost uključivanja i daljinskog hlađenja.

Nepovoljna finansijska situacija dodatno otežava napore za modernizaciju i dekarbonizaciju sistema daljinskog grejanja. Značajne razlike u karakteristikama postojećih sistema zahtevaju prilagođene pristupe i strategije za efikasno rešavanje problema. Potrebni su novi finansijski modeli i podsticaji za intenzivniju dekarbonizaciju. Pre značajnijih ulaganja u dekarbonizaciju,

sektor daljinskog grejanja mora proći kroz finansijsku konsolidaciju i steći kreditnu sposobnost kroz proces restrukturiranja koji obuhvata sledeće elemente:

- Analiza solventnosti: Procena preduzeća sa gubicima većim od kapitala radi ocene potencijala za oporavak. Za održiva preduzeća može biti neophodno državno podržano finansiranje kapitala, moguće putem specijalnog fonda.
- Analiza likvidnosti: Analiza preduzeća sa dugovima ili nedostatkom radnog kapitala. Rešenja zavise od lokalnih vlasti, državnih institucija i banaka.
- Finansijski podsticaji: Usmereni na modernizaciju sistema, unapređenje energetske efikasnosti u proizvodnji, distribuciji i potrošnji, dekarbonizaciju proizvodnje itd. Podsticaji mogu uključivati fiskalne mere, povraćaje sredstava i dr.
- Nefinansijske mere: Profesionalno upravljanje sistemima daljinskog grejanja, participativni pristup u odlučivanju i planiranju i sl.
- Međunarodna podrška: Podrška međunarodnih institucija, banaka i fondova je ključna za ubrzanje neophodnih reformi.

Dekarbonizacija sistema daljinskog grejanja mora biti sistematski strukturirana i pažljivo planirana [6]. Da bi se obezbedio prelaz na održivi sektor grejanja i hlađenja, neophodno je delovati na:

- Stranu potražnje kako bi se povećala energetska efikasnost i smanjila ukupna potražnja,
- Stranu snabdevanja zamenom fosilnih goriva održivijim, niskougljeničnim izvorima energije.

Dostupne mere za dekarbonizaciju mogu se grupisati u sledeće kategorije:

- Zamenjena fosilnih goriva obnovljivim izvorima energije i otpadnom toplotom [7-8],
- Elektrifikacija snabdevanja toplotom kroz povećanu upotrebu toplotnih pumpi, električnih kotlova (koji koriste električnu energiju proizvedenu iz OIE) i korišćenje toplotnih skladišta,
- Uvođenje zelenog vodonika,
- Povećanje upotrebe visokoeфикаsne kogeneracije.

SWOT analiza, kao okvir za identifikaciju i analizu snaga, slabosti, prilika i pretnji za dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja i hlađenja, prikazana je u Tabeli 1.

Tabela 1. SWOT analiza dekarbonizacije sektora daljinskog grejanja i hlađenja

Snage	Slabosti
• Razvijena mreža daljinskog grejanja • Značajan deo gradskih domaćinstava u Srbiji povezan je na SDG • Reputacija pouzdanog tehnološkog provajdera: Sistemi daljinskog grejanja uživaju ugled kao stabilan i pouzdan izvor grejanja. • Uvođenje statusa energetski ugroženog kupca i popusta za grejanje za kvalifikovana domaćinstva pruža finansijsko olakšanje onima koji se suočavaju sa visokim troškovima daljinskog grejanja.	• Nepotpuna usklađenost regulatornog okvira. • Značajan nedostatak obrtnih sredstava i naglašena nelikvidnost toplana • Uprkos merama za povećanje priuštivosti, mnogi građani i dalje smatraju daljinsko grejanje skupim. • Nedostatak mogućnosti upravljanja potrošnjom • Ograničena pokrivenost na nacionalnom nivou • Otpor ključnog kadra prema novim tehničkim konceptima i projektima OIE zbog nedovoljne uključenosti u ranim fazama razvoja projekata. • Nedostatak informacija i edukacije o održivosti i isplativosti obnovljivih izvora energije.
Prilike	Pretnje
• Dostupnost obnovljivih izvora energije i/ili otpadne toplote za većinu SDG. • Usvajanje nove regulative, uključujući poseban Zakon o grejanju i hlađenju (Zakon o toplotnoj energiji). • Povećanje broja domaćinstava priključenih na daljinsko grejanje poboljšalo bi dostupnost usluge. • Mere energetske efikasnosti i neto obračun isporučene energije smanjuju troškove daljinskog grejanja za potrošače. • Bolja regulacija emisija u poređenju sa individualnim sistemima omogućava poboljšanje kvaliteta vazduha • Nova radna mesta u sektoru vezana za korišćenje OIE i primenu mera energetske efikasnosti: • Primena OIE podstiče obrazovne i istraživačke aktivnosti.	• Pravna nesigurnost zbog nedovoljno jasnog pravnog okvira. • Tenderske procedure za projekte obnovljive energije su previše složene, netransparentne i vremenski zahtevne. • Rastuća popularnost i opadajući troškovi toplotnih pumpi i drugih individualnih rešenja mogu ugroziti konkurentnost daljinskog grejanja. • Porast troškova grejanja posebno pogađa osetljive grupe (penzionere sa niskim prihodima, samohrane majke), koje mogu biti ugrožene zbog nemogućnosti plaćanja. • Mogući otpor lokalnih zajednica prema velikim projektima OIE zbog zabrinutosti za korišćenje zemljišta i očuvanje kulturnih vrednosti • Nedostatak poverenja u sposobnost efikasnog sprovođenja politike obnovljive energije u interesu svih društvenih grupa.

III PLAN POLITIKE ZA DEKARBONIZACIJU SISTEMA GREJANJA I HLAĐENJA U SRBIJI

Plan politike dekarbonizacije zasniva se na merama koje su se pokazale uspešnim u praksi u zemljama EU [9-12]:

- Usklađivanje interesa kroz saradnju i efikasnu komunikaciju između nacionalnih i lokalnih aktera (lokalne samouprave, preduzeća za daljinsko grejanje, krajnji korisnici);
- Usvajanje konkretnih ciljeva za smanjenje emisije gasova sa

efektom staklene bašte (dekarbonizacija) za sektor daljinskog grejanja i hlađenja;

- Finansijska podrška – Uvođenje direktnih ili indirektnih subvencija (npr. investicioni grantovi, programi podrške za proizvodnju toplote iz OIE ili otpadne toplote, pristup konkurentnom zaduživanju, poreski podsticaji, porezi na fosilna goriva...) i/ili uvođenje posebnih finansijskih instrumenata koji mogu poboljšati konkurentnost sistema daljinskog grejanja (SDG);

D. Planiranje snabdevanja toplotnom energijom na nivou lokalnih zajednica, uz promociju sistema daljinskog grejanja kao dela lokalnih klimatskih i energetske strategije – Integracija planova snabdevanja toplotnom energijom u urbanističke planove;

E. Postizanje konkurentnih i transparentnih cena grejanja u poređenju sa alternativnim energetske rešenjima dostupnim na tržištu;

F. Diversifikacija energetske miksa i poboljšanje isplativosti kroz dinamičku optimizaciju snabdevanja.

Ove mere mogu uključivati različite skupove aktivnosti, u zavisnosti od nivoa dekarbonizacije sektora koji se želi postići. Iz

tog razloga, razmatrana su dva pristupa u određivanju Plana politike, pri čemu oba pristupa predviđaju faznu implementaciju u periodu od 2025. do 2040. godine, koja obuhvata pravne reforme, jačanje institucionalnih kapaciteta, mehanizme finansiranja i uvođenje tehnologija.

Prvi pristup je takozvani Osnovni pristup, koji podrazumeva finansijsku i organizacionu konsolidaciju sistema daljinskog grejanja i hlađenja (SDG) i dekarbonizaciju sektora u skladu sa postojećim nacionalnim planskim dokumentima (INEKP i Strategija) i pravnim okvirom. U Tabeli 2, prikazana je razrada mera i aktivnosti u ovom pristupu.

Tabela 2. Mere i aktivnosti u Osnovnom pristupu dekarbonizaciji sektora daljinskog grejanja i hlađenja

A. Usklađivanje interesa kroz saradnju i efikasnu komunikaciju između nacionalnih i lokalnih aktera	1. Donošenje posebnog Zakona o grejanju i hlađenju (alternativni naziv Zakon o toplotnoj energiji)
	2. Donošenje podzakonskih akata Zakona o grejanju i hlađenju
	3. Izmene drugih zakona
	4. Unapređenje rada institucija (engl. <i>Capacity building</i>)
	5. Redakcija postojećih propisa u smislu doslednog uvođenja principa „energetska efikasnost na prvom mestu“
B. Konkretni ciljevi za smanjenje emisije gasova staklene bašte (dekarbonizaciju) za sektor daljinskog grejanja i hlađenja	1. Donošenje planova dekarbonizacije SDG za period 2030 – 2035 – 2040. godina sa eksplicitno navedenim ciljevima smanjenja emisije gasova s efektom staklene bašte, povećanje energetske efikasnosti sistema i kvotama za korišćenje OIE i otpadne toplote u proizvodnji energije
	2. Obaveza izrade posebnog separata vezanog za daljinsko grejanje u okviru „Programa razvoja proizvodnje i upotrebe toplotne energije“ (prema č. 8v Zakona o energetici) sa ciljanim vrednostima za dekarbonizaciju, povećanje EE, udela OIE i otpadne toplote
	3. Revizija INECP-a tako da se uspostave konkretni ciljevi dekarbonizacije SDG na nacionalnom nivou
	4. Revizija Programa ostvarivanja Strategije energetike tako da se uspostave konkretni ciljevi dekarbonizacije SDG na nacionalnom nivou
C. Finansijska podrška	1. Donošenje plana finansijske konsolidacije nelikvidnih SDG
	2. Donošenje propisa o podsticajnim merama za dekarbonizaciju SDG
	3. Primena MRVA sistema u sektoru daljinskog grejanja i hlađenja
D. Planiranje snabdevanja toplotnom energijom na nivou lokalnih zajednica	1. Revizija planova unapređenja energetske sistema komunalnih usluga (sistem daljinskog grejanja, sistem daljinskog hlađenja)
	2. Izmene lokalnih urbanističkih propisa
	3. Donošenje propisa o zabrani korišćenja uglja i derivata nafte u urbanim sredinama u postrojenjima sa toplotnom snagom većom od 1 MW
E. Konkurentne i transparentne cene grejanja	1. Revizija Uredbe o utvrđivanju metodologije za određivanje cene snabdevanja krajnjeg kupca toplotnom energijom
F. Diversifikacija energetske miksa	1. Donošenje propisa (pravilnika) o sertifikaciji i kvalitetu drvne sečke

Tabela 3. Mere i aktivnosti u Naprednom pristupu dekarbonizaciji sektora daljinskog grejanja i hlađenja

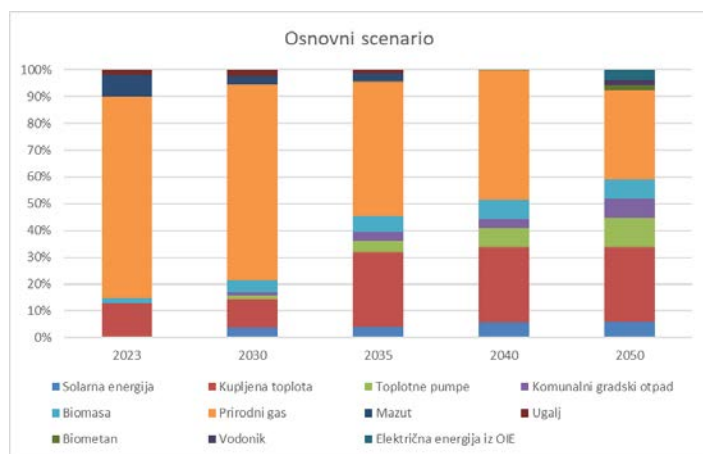
A. Usklađivanje interesa kroz saradnju i efikasnu komunikaciju između nacionalnih i lokalnih aktera	1A. Donošenje propisa koji definiše uslove i način pristupa treće strane mreži daljinskog grejanja
B. Konkretni ciljevi za smanjenje emisije gasova staklene bašte (dekarbonizaciju) za sektor daljinskog grejanja i hlađenja	1A. Donošenje posebnog plana razvoja sistema daljinskog hlađenja
C. Finansijska podrška	1A. Uspostavljanje dodatnih finansijskih mehanizama za podršku korišćenja OIE i otpadne toplote u sistemima daljinskog grejanja i hlađenja
D. Planiranje snabdevanja toplotnom energijom na nivou lokalnih zajednica	1A. Izrada GIS modela potencijala otpadne toplote i visokoefikasne kogeneracije iz industrijskih postrojenja, postrojenja za proizvodnju energije i sektora usluga za korišćenje u SDG
	2A. Uvođenje obaveze izrade posebnog dokumenta posvećenog mogućnosti korišćenja otpadne toplote u SDG za industrijska i komercijalna preduzeća
F. Diversifikacija energetske miksa	1A. Harmonizacija propisa vezanih za korišćenje vodonika u SDG
	2A. Donošenje propisa koji se tiče garancije porekla biometana i, kao i održivosti proizvodnje biometana

Drugi pristup je takozvani Napredni pristup. To je ambiciozniji pristup, koji, pored skupa mera i aktivnosti iz Osnovnog pristupa, predviđa njihovu dodatnu razradu i unapređenje, tako da se, uz uvođenje nekih novih mera, proces dekarbonizacije dodatno ubrza. Ključna tačka ovog pristupa je decentralizacija u smislu podsticanja pristupa trećih strana mrežama. Ovaj pristup ima za cilj da podstakne i motiviše „nove“ proizvođače toplote, uključujući integraciju viškova toplote iz industrijskog i komercijalnog sektora, toplote iz proizvodnje vodonika i sl. U Tabeli 3, prikazana je razrada mera i aktivnosti u ovom pristupu

IV SCENARIJI DALJEG RAZVOJA SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA I HLAĐENJA

Primena mera i instrumenata politika predloženih kroz Osnovni i Napredni pristup, za posledicu bi trebalo da ima dekarbonizaciju sistema u smislu manje proizvodnje toplotne energije korišćenjem fosilnih goriva. Očekivani rezultati transformacije (dekarbonizacije) sistema daljinskog grejanja prikazani su kroz analizu dva scenarija: osnovnog i naprednog.

Osnovni scenario je razvijen uzimajući u obzir razvoj sistema daljinskog grejanja koji je prikazan u Strategiji razvoja energetike, uz dodatno uvođenje biometana, direktnog korišćenja obnovljive električne energije i vodonika (kroz mešanje sa prirodnim gasom kao i otpadne topote koja se generiše u procesu elektrolize. Načelno, ovaj scenario odgovara implementaciji paketa mera energetske politike prikazanog u Osnovnom pristupu. Projekcija promene strukture proizvodnje toplotne energije za Osnovni scenario prikazana je na Slici 2.



Slika 2. Promena strukture proizvodnje toplotne energije prema Osnovnom scenariju [4]

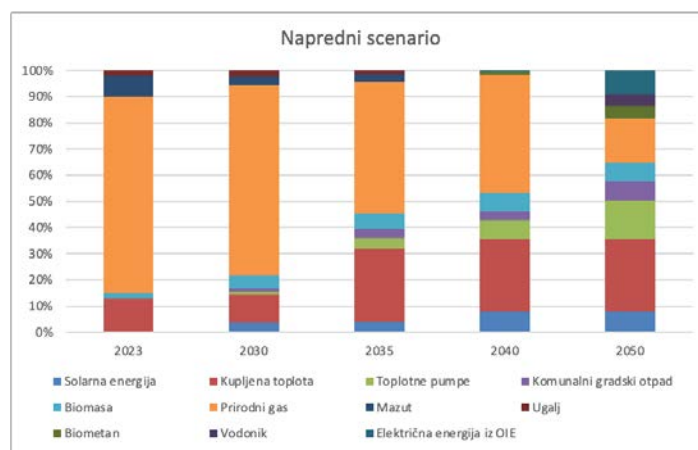
Ovakva promena energetske miksa u proizvodnji toplotne energije imaće za posledicu i smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte. Projekcije emisija gasova sa efektom staklene bašte i emisijih faktora za period do 2050. godine prikazane u Tabeli 4. U odnosu na 2023. godinu, emisija $\text{CO}_{2\text{eqv}}$ iz sistema daljinskog grejanja opada za oko 13% do 2035. godine, a za dodatnih 36% do 2050. godine. U istom periodu emisijni faktor – specifična emisija iz SDG opada sa 0,231 $\text{kgCO}_{2\text{eqv}}$, na 0,1 $\text{kg CO}_{2\text{eqv}}$ po kWh proizvedene toplotne energije. U odnosu na 2023. godinu kada je emisijni faktor

iznosio za ugljendioksid 0.230 kg/kWh , očekivana vrednost 2050. iznosi 0.097 kg/kWh , što je 42% od početne vrednosti.

Tabela 4. Emisije GHG gasova, Osnovni scenario, [4]

Emisije	2023.	2030.	2035.	2040.	2050.
CO_2 , (1,000 t)	1.163,33	1.184,81	1.000,50	866,23	577,96
CH_4 , t	39,07	94,84	126,26	129,74	165,13
N_2O , t	5,42	85,63	71,18	72,34	52,14
$\text{CO}_{2\text{ekv}}$, (1,000 t)	1.165,87	1.250,98	1.018,73	884,38	595,53
Specifična emisija $\text{kg CO}_2/\text{kWh}$	0,230	0,192	0,169	0,142	0,097
Specifična emisija $\text{kgCO}_{2\text{ekv}}/\text{kWh}$	0,231	0,195	0,172	0,146	0,100

Napredni scenario je ambiciozniji u odnosu na Osnovni scenario i pretpostavlja primenu punog kapaciteta mera i instrumenata energetske politike predloženih u Naprednom pristupu. Do 2035. godine nema razlike između Osnovnog i Naprednog scenarija. Ovakva pretpostavka je usvojena na osnovu relativno kratkog razmatranog perioda (10 godina) i vrlo ambicioznih ciljeva i planova čija je realizacija predviđena do 2035. godine. U odnosu na Osnovni scenario, u periodu posle 2035. godine predviđeno je intenzivnije korišćenje biometana, vodonika, električne energije iz OIE, toplotnih pumpi i solarne energije. Struktura korišćenih izvora energije za proizvodnju toplotne energije u periodu do 2050. godine prikazana je na Slici 3.



Slika 3. Promena strukture proizvodnje toplotne energije prema Naprednom scenariju [4]

Tabela 5. Emisije GHG gasova, Napredni scenario, [4]

Emisije	2023.	2030.	2035.	2040.	2050.
CO_2 , (1,000 t)	1.163,33	1.184,81	1.000,50	832,10	294,78
CH_4 , t	39,07	94,84	126,26	129,13	160,08
N_2O , t	5,42	85,63	71,18	69,90	32,44
$\text{CO}_{2\text{ekv}}$, (1,000 t)	1.165,87	1.250,98	1.018,73	854,67	307,96
Specifična emisija $\text{kg CO}_2/\text{kWh}$	0,230	0,192	0,169	0,133	0,050
Specifična emisija $\text{kgCO}_{2\text{ekv}}/\text{kWh}$	0,231	0,195	0,172	0,136	0,052

Projekcije emisije gasova sa efektom staklene bašte i emisijom faktora prema Naprednom scenariju prikazane su Tabeli 5. Očekivana vrednost emisijonog faktora 2050. godine u naprednom scenariju dekarbonizacije iznosi 0.05 kgCO₂/kWh, što je manje od jedne četvrtine u odnosu na trenutnu vrednost.

V ZAKLJUČAK

Sektor daljinskog grejanja u Republici Srbiji suočava se sa izraženim strukturnim, finansijskim i regulatornim izazovima koji značajno utiču na njegovu održivost i sposobnost dekarbonizacije. Predložena Mapa puta dekarbonizacije, zasnovana na šest ključnih stubova politike i usklađena sa nacionalnim strateškim dokumentima, definiše sistemski i fazni pristup transformaciji sektora do 2050. godine.

Razmatrana dva scenarija pokazuju da je moguće ostvariti značajno smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte, pri čemu Napredni pristup omogućava ubrzaniju i dublju dekarbonizaciju kroz decentralizaciju, pristup trećih strana mrežama i intenzivniju integraciju OIE, otpadne toplote i novih tehnologija. Ostvarenje projektovanih ciljeva zahteva pravnu harmonizaciju, finansijsku konsolidaciju sistema, jačanje institucionalnih kapaciteta i aktivno uključivanje lokalnih zajednica i privatnog sektora. Dekarbonizacija sektora daljinskog grejanja predstavlja i razvojnu priliku za unapređenje energetske bezbednosti, kvaliteta vazduha i dugoročne konkurentnosti energetskog sistema Republike Srbije.

ZAHVALNICA

The authors are grateful to the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) and the State Secretariat for Economic Affairs (SECO) of the Swiss Confederation allowing the use of the results of the ReDE Serbia: Renewable District Energy in Serbia Projects, Project A: Policy Roadmap for Decarbonization of the District Heating and Cooling Sector in the Republic of Serbia.

The authors acknowledge the support of the Science Fund of the Republic of Serbia, Grant No. 4344, "Forward-Looking Framework for Accelerating Households" Green Energy Transition – FF GreEN.

LITERATURA

- [1] Poslovno udruženje "Toplane Srbije", Izveštaj o radu sistema daljinskog grejanja u Republici Srbiji u 2023. godini, Šabac, 2024, https://www.toplanesrbije.org.rs/uploads/ck_editor/files/Godisnji%20izvestaj%202024.pdf [pristupljeno 16.01.2026]
- [2] Integrisani nacionalni energetski i klimatski plan Republike Srbije za period do 2030. sa vizijom do 2050. godine, Sl. glasnik RS, 70/2024, http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/2024_08/SG_070_2024_002.htm [pristupljeno 16.01.2026]

- [3] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2040. godine sa projekcijama do 2050. godine, Sl. glasnik RS, broj 94/2024, <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/skupstina/strategija/2024/94/1/reg> [pristupljeno 16.01.2026]
- [4] SESS, ReDE Serbia: Renewable District Energy in Serbia Projects, Project A: Policy Roadmap for Decarbonization of the District Heating and Cooling Sector in the Republic of Serbia, Final Report, Belgrade, 2025, <https://ffgreen.rgf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2025/11/Elektrane-2025-DHS-decarbonization-.pdf> [pristupljeno 16.01.2026]
- [5] Agencija za energetiku Republike Srbije, Troškovi energije za grejanje stambenog prostora, <https://aers.rs/media/g/vesti/file/Dokumenti/2025-09-19-Grejanje%20CENE%20Sep-2025.pdf> [pristupljeno 20.01.2026]
- [6] Shesho, I., Uler-Zefikj, M., Filkoski, R., Tashevski, D. The Importance of District Heating Systems in Periods of Energy Crisis: Case Study for the City of Skopje, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 24, No. 2, pp. 40-45, 2022. <https://doi.org/10.46793/EEE22-2.40S>
- [7] Latinović, A., Đorđević, M., Surudžić, D., Šiljkut, V. Povećanje učešća obnovljivih izvora energije u sistemima za daljinsko grejanje, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 24, No. 2, pp. 61-67, 2022. <https://doi.org/10.46793/eee22-2.61>
- [8] Ivezić, D., Živković, M., Madžarević, A., Pavlović, B. Mogućnost korišćenja toplotnih pumpi sa otpadnom toplotom iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda kao toplotnim izvorom, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 23, No. 1, pp. 11-15, 2021. <https://doi.org/10.46793/EEE21-1.11>
- [9] JASPERS team, Guide to decarbonization of district heating systems, EIB, EC, 2024, <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/jaspers-guide-to-decarbonisation-of-district-heating-systems> [pristupljeno 20.02.2026]
- [10] Engelmann, K., Čavar, M., Buganova, J., Martinkrista, S., Čizman, J., Mladenović, M., Tomliak, K., Shlapak, M. Improving the performance of District Heating Systems in Central and Eastern Europe, Development of Multi-level policy Plans – Action plans for retrofitting of District Heating Systems, Horizon 2020 (H2020-EE-2017-PP1) - Project N°784966, 2020. https://keepwarmeuropa.eu/fileadmin/user_upload/Resources/Deliverables/KeepWarm_D5.2_Development_of_Multi-level_policy_Plans.pdf [pristupljeno 20.01.2026]
- [11] European Commission, District heating and cooling in the European Union: Overview of markets and regulatory frameworks under the revised Renewable Energy Directive, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/962525> [pristupljeno 20.01.2026]
- [12] Billerbeck, A., Breitschopf, B., Winkler, J., Bürgers, V., Kohler, B., Bacquet, A., Popovskij, E., Fallahnejad, M., Kranz, L., Ragwitz, M. Policy frameworks for district heating: A comprehensive overview and analysis of regulations and support measures across Europe, Energy Policy, Vol. 173, 113377, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113377>

AUTORI

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)

Dejan Stojanović - direktor, Poslovno udruženje „Toplane Srbije“, dstojanovic@toplanesrbije.org.rs

dr Branislava Lepotić Kovačević - predsednica, Udruženje za pravo energetike Srbije, branislava.lepotickovacevic@upes.rs, ORCID [0000-0003-3284-1333](https://orcid.org/0000-0003-3284-1333)

dr Marija Živković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, marija.zivkovic@rgf.bg.ac.rs, ORCID [0000-0003-3534-5271](https://orcid.org/0000-0003-3534-5271)

Policy Roadmap for Decarbonisation of the District Heating Sector in the Republic of Serbia

Abstract – The district heating (DH) sector plays a significant role in Serbia's energy system, comprising 60 DH systems and serving a large share of the population. However, the sector faces substantial structural and financial

challenges, including aging infrastructure, high dependence on fossil fuels—particularly natural gas—and limited integration of renewable energy sources. As heat production is predominantly based on fuel combustion, DH systems contribute notably to GHG emissions and local air pollution. In addition, performance assessments reveal significant disparities among utilities in terms of efficiency, productivity, and profitability, while overall financial instability remains a systemic issue across the sector. Institutional responsibilities for district heating are largely decentralized and lie at the local government level, further complicating coordinated decarbonisation efforts. This paper presents a Policy Roadmap for the decarbonisation of Serbia's DH sector, developed in alignment with national strategic documents - the National Energy and Climate Plan and the Energy Strategy. The policy framework is structured around six key pillars: stakeholder coordination, GHG reduction targets, financial support mechanisms, local heat planning, competitive and transparent pricing, and diversification of the energy mix through dynamic supply optimization. Two implementation approaches are considered: a Basic Approach aligned with existing regulatory frameworks, and a Decentralized approach promoting third-party access and new heat producers. The roadmap foresees phased implementation until 2040, encompassing legal reforms, institutional capacity building, financing mechanisms, and technological deployment.

Index terms – District heating, Decarbonisation, Policy roadmap