

ZBORNİK RADOVA

**STRUČNO-NAUČNA KONFERENCIJA
TOPS 2026**

KAKO DEKARBONIZOVATI SEKTOR DALJINSKOG GREJANJA U REPUBLICI SRBIJI?

Dejan Ivezić¹, Dejan Stojanović², Branislava Lepotić Kovačević³, Marija Živković¹, Miroslav Vujnović²

¹Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Srbija

²Poslovno udruženje „Toplane Srbije“, Šabac

³Udruženje za pravo energetike Srbije, Beograd
dejan.ivezic@rgf.bg.ac.rs

REZIME

Dokument integrisano prikazuje sadašnje stanje i izazove u sektoru daljinskog grejanja, predlaže regulatorne i institucionalne promene neophodne za dekarbonizaciju sektora, i daje kvantifikaciju promena energetske miksa, emisija GHG i investicija u sektoru daljinskog grejanja kroz dva scenarija razvoja. U Osnovnom scenariju do 2050. godine udeo obnovljivih izvora energije i otpadne toplote u proizvodnji toplote raste iz sadašnjeg niskog nivoa uz potpunu zamenu uglja i naftnih derivata i pad učešća prirodnog gasa. U Naprednom scenariju uz snažniju podršku i intenzivnije finansiranje postižu se značajniji efekti dekarbonizacije. Dokument daje preporuke za faznu implementaciju do 2040/2050. godine, sa naglaskom na pravne reforme, jačanje kapaciteta, konkurentne i transparentne cene, lokalno planiranje snabdevanja toplotom i diverzifikaciju izvora energije. Rad je zasnovan na rezultatima studije "Policy Roadmap for Decarbonization of the District Heating and Cooling Sector in the Republic of Serbia" [1]. Neki od prezentovanih rezultata su već publikovani u radovima: (i) Mapi puta dekarbonizacije sektora daljinskog grejanja u Republici Srbiji [2], i (ii) Dekarbonizacija sektora daljinskog grejanja u Srbiji - Analiza scenarija [3]. U odnosu na navedene radove dokument dodatno sadrži metodologiju izrade mape puta politika (engl. Policy Roadmap) i kratak osvrt na usaglašenost sa aktuelnom EU politikom u ovoj oblasti.

Ključne reči: sistemi daljinskog grejanja; dekarbonizacija; mapa puta, scenariji razvoja

UVOD

Sektor daljinskog grejanja (SDG) 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 energetske miksu proizvodnje toplote bio je 2,87% u 2024. godini [4]. Posledica proizvodnje toplote isključivo zasnovane na procesima sagorevanja su relativno visoke emisije gasova staklene bašte (GHG) i zagađenje vazduha u gradovima.

Dva usvojena nacionalna strateška dokumenta definišu energetske politiku Republike Srbije - Integrisani nacionalni energetske i klimatske plan Republike Srbije za period 2030. sa projekcijama do 2050. (INEKP) [5] i Strategija razvoja energetske sektora Republike Srbije do 2040. sa projekcijama do 2050. godine (Strategija) [6]. Oba dokumenta predviđaju niz mera i aktivnosti vezanih za dekarbonizaciju sektora.

U radu je prikazana metodologija za kreiranje mape puta i obuhvata 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

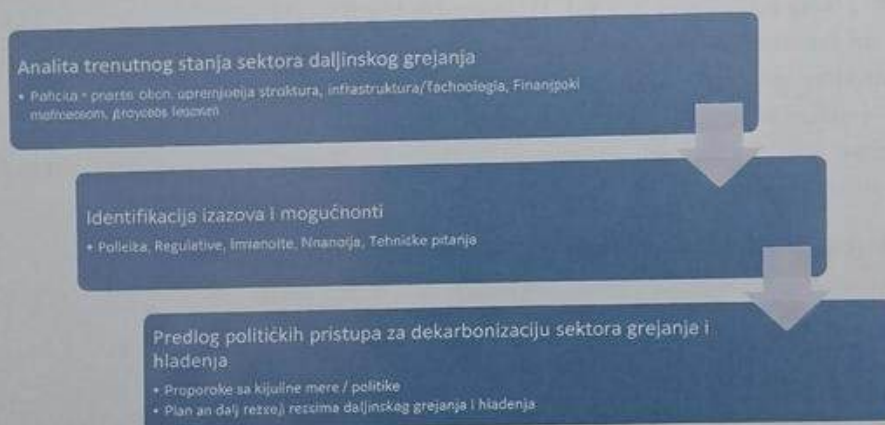
dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja (i hlađenja), predložena je dalja razrada i proširenje mera i aktivnosti navedenih u INEKP-u i Strategiji [3].

Uz pretpostavku implementacije predloženih mera i aktivnosti u prikazana su dva usaglašena pristupa razvoju SDG. Osnovni pristup podrazumeva finansijsku 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 SDG. Ovaj pristup ima za cilj da podstakne i motiviše „nove“ proizvođače toplote, intenziviranje primene visokocifrasne kogeneracije, uključujući integraciju viškova toplote iz industrijskog i komercijalnog sektora, inovativnih tehnologija (toplote iz proizvodnje vodonika) i sl.

Proizvodni kapaciteti u oba scenarija, kao i naznačene investicione vrednosti (koje treba shvatiti kao indikativne brojke) utvrđuju se na osnovu realizacije tekućih programa ReDeWeb (Novi Sad, Niš, Kragujevac, Kraljevo, Bešej, Vršac, Pančevo, Kruševac, Novi Pazar) [7], KFW (Majdanpek, Prijepolje, Novi Pazar, Vranje, Niš) [8], and Air quality (Niš, Zaječar, Valjevo, Smederevo) [7] i pretpostavljenih budućih projekata i programa.

2 METODOLOŠKI OKVIR

Ciji Mape puta politika za dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja i hlađenja u Republici Srbiji je razvoj skupa nacionalnih političkih preporuka koje bi olakšale i omogućile efikasniju dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja i hlađenja u skladu sa usvojenim nacionalnim strateškim dokumentima [5,6]. Primenjena metodologija za razvoj Plana politika prikazana je na Slici 1.



Slika 1 Metodologija za razvoj Mape puta politika za dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja i hlađenja [1]

Analiza trenutnog stanja sektora daljinskog grejanja bila je sveobuhvatna, s etijem da pruži dubinsku analiza sektora sa aspekta politike, institucija, tehnike, finansija i socijalnih aspekata. Ova analiza bila je osnov za donošenje odluka o pravcu i intenzitetu reformi posvećenih dekarbonizaciji sistema.

Preliminarna analiza postojećeg političkog okvira pružila je kratak prapled pravnog okvira Srbije i političkog pejzaza za energetski sektor, kao i mere i ciljeve za ublažavanje i prilagodavanje klimatskim promenama u sektora proizvodnje toplotne energije, uz identifikaciju povezanih izazova (političkih, ekonomskih i finansijskih, takonloskih, socijalnih i ekoloskih). Takode, identifikovane su postojeće strukture upravljanja (uključujući lokalne vlasti) i institucionalni kapaciteti odgovorni za sektor grejanja i hlađenja, a trenutni proces donošenja odluka u vezi sa merama/aktivnostima u sektoru grejanja na nacionalnom i lokalnom nivou ja mapiran.

Identifikovanje izazova i mogućnosti u sektoru daljinskog grejanja i hlađenja postavilo je osnovu za dalji razvoj strategija i politika usmerenih na dekarbonizaciju. U ovom delu teksta, trenutni stanje sektora daljinskog grejanja postavljeno je u okvir politika EU (Direktiva o energetskej efikasnosti, Direktiva o obnovljivim izvorima energije, ciljevi i referentne vrednosti za "Efikasne sisteme daljinskog grejanja i hlađenja") i prakse kako bi se pružili glavni pravci dekarbonsacije sektora daljinskog grejanja. SWOT analiza dekarbonsacije sektora daljinskog grejanja i hlađenja na kraju daje sažet pregled trenutnih slabosti i snaga sektora daljinskog grejanja, ali i mogućnosti za dekarbonizaciju i pretnje na tom putu.

Mapom puta politika za dekarbonizaciju sektora grejanja i hlađenja predlažu se dva pristupa:

- **Osnovni pristup, i**
- **Napredni pristup.**

Osnovni pristup podrazumeva finansijsku i organizacionu konsolidaciju sistema daljinskog grejanja i hlađenja i dekarbonizaciju sektora, u skladu sa postojećim nacionalnim planskim dokumentima (INEKP i Strategija) i zakonodavnim okvirom. Napredni pristup je ambiciozniji. Pored seta mera i aktivnosti iz Osnovnog pristupa, predviđa njihovu dodatnu razradu i unapređenje, kako bi se proces dekarbonizacije dodatno ubrzao. Glavna tačka ovog pristupa je decentralizacija u smislu daljeg promovisanja pristupa trećih strana mrežama. Ovaj pristup ima za cilj podsticanje i motivisanje „novih“ proizvođača toplotne energije, uključujući integraciju „viška“ toplotne energije iz industrije i komercijalnog sektora, toplotne energije iz proizvodnje vodonika, itd. Za oba pristupa, predložen je vremenski okvir za uvođenje predloženih mera, a navedeni su potrebni kapaciteti, institucionalni aranžmani i/ili potencijalne promene, kao i procenjeni ekonomski troškovi.

Predloženi planski dokumenti za dekarbonizaciju sektora daljinskog grejanja i hlađenja prate osnovni i napredni scenariji za razvoj tehnologije. Ovi scenariji uključuju neophodne investicije, vrste investicija i procenjene iznose kapitala potrebnog za implementaciju politika i usvajanje predloženih tehnologija.

3 TRENUTNO STANJE SEKTORA DALJINSKOG GREJANJA

Sektor daljinskog grejanja u Republici Srbiji je izraziti heterogen. Od ukupno 60 sistema daljinskog grejanja, njih 23 ima toplotnu snagu manju od 20 megavata, a nešto manji broj, njih 21, ima snagu od 10 do 100 MW. Snagu veću od 100 MW ima samo osam gradova, i tu se izdvajaju Novi Sad sa snagom od 705 MW, i posebno Beograd sa snagom od 2,856 MW, što predstavlja oko polovinu instalisane snage svih sistema daljinskog grejanja u Srbiji.

Zakon o energetici predstavlja osnovnu pravog okvira za energetske delatnosti vezne za proizvodnju, distribuciju i snabdevanje toplotnom energijom, kao i za kombinovanu proizvodnju toplote i električne energije. Zakon o korišćenju obnovljivih izvora se bavi toplotnom energijom u delu podsticaja za proizvodnju iz obnovljivih izvora, dok Zakon o energetskej efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije uređuje politiku i primenu mera energetske 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 energetskej 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 finansijskih izveštaja zaključno sa 2023. godinom, 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 za likvidnošću.

4 KLJUČNI IZAZOVI I PRILIKE

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, energetska efikasnosti i pristupa trećih strana mrežama daljinskog grejanja. Potrebne je jačanje kapaciteta na nacionalnom i lokalnom nivou (lokalne samouprave, preduzeća za daljinsko grejanje i dr.).

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 intenzivnije dekarbonizaciju. Pre značajnijih ulaganja u dekarbonizaciju, sektor daljinskog grejanja mora proći kroz finansijsku konsolidaciju i steći kredittu 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 značajna za ubrzanje neophodnih reformi.

Dekarbonizacija sistema daljinskog grejanja mora biti sistematski strukturirana i pažljivo planirana. 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 snabdevanje zamenom fosilnih goriva održivijim, niskougljeničnim izvorima energije.

Dostupne mere za dekarbonizaciju mogu se grupisati u sledeće kategorije:

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

5 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 [10-13]:

- A. Usklađivanje interesa kroz saradnju i efikasnu komunikaciju između nacionalnih i lokalnih aktera (lokalne samouprave, preduzeća za daljinsko grejanje, krajnji korisnici);
- B. Usvajanje konkretnih ciljeva za smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte (dekarbonizacija) za sektor daljinskog grejanja i hlađenja;
- C. 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
- D. Planiranje snabdevanja toplotnom energijom na nivou lokalnih zajednica, uz promociju sistema daljinskog grejanja kao dela lokalnih klimatskih i energetskih strategija – Integracija planova snabdevanja toplotnom energijom u urbanističke planove;
- E. Postizanje konkurentnih i transparentnih cena grejanja u poređenju sa alternativnim energetskim rešenjima dostupnim na tržištu;
- F. Diversifikacija energetskog 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, a koji su prikazani u Tabelama 1 i 2. Oba pristupa predviđaju faznu implementaciju u periodu od 2025. do 2040. godine, koja obuhvata pravne reforme, jačanje institucionalnih kapaciteta, mehanizme finansiranja i uvođenje tehnologija.

Tabela 1. Osnovni pristup dekarbonizaciji sistema daljinskog grejanja [2]

Mera	Aktivnost
A.	1. Donošenje posebnog Zakona o grejanju i hlađenju (ili Zakona o toplotnoj energiji)
	2. Donošenje podzakonskih akata Zakona o grejanju i hlađenju
	3. Izmene drugih zakona
	4. Unapređenje rada institucija (engl. Capacity building)
	5. Redakcija postojećih propisa u smislu doslednog uvođenja principa „energetska efikasnost na prvom mestu“ (engl. „Energy Efficiency first“)
B.	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 i Programa ostvarivanja Strategije energetike tako da se uspostave konkretni ciljevi dekarbonizacije SDG na nacionalnom nivou
C.	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.	1. Revizija planova unapređenja energetskih sistema komunalnih usluga (sistem daljinskog grejanja, sistem daljinskog hlađenja)
	2. Izmjena 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.	1. Revizija Uredbe o utvrđivanju metodologije za određivanje cene snabdevanja krajnjeg kupca toplotnom energijom
F.	1. Donošenje propisa (pravilnika) o sertifikaciji i kvalitetu drvne sečke

Tabela 2. Napredni pristup dekarbonizaciji sistema daljinskog grejanja [2]

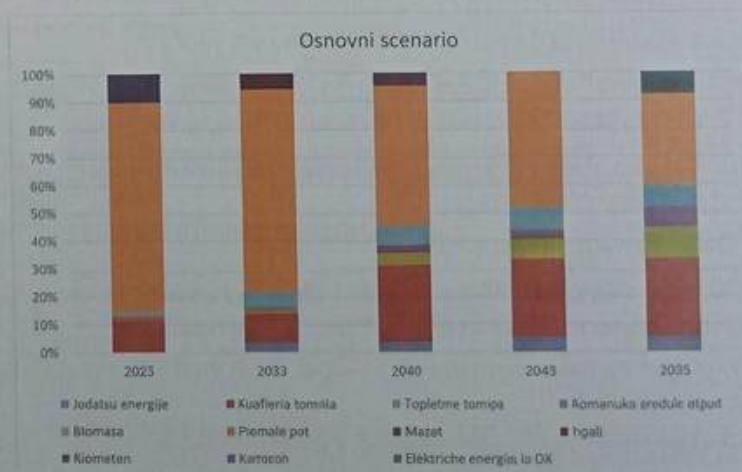
Mera	Aktivnost
A.	1A. Donošenje propisa koji definiše uslove i način pristupa treće strane mreži
B.	1A. Donošenje posebnog plana razvoja sistema daljinskog hlađenja
C.	1A. Uspostavljanja dodatnih finansijskih mehanizama za podršku korišćenja OIE i otpadne toplote u sistemima daljinskog prejanja i hlađenja
D.	1A. Izrada GIS modela potencijala otpadne toplote i visokoafikasne kogeneracije iz industrijskih postrojenja, postrojenja za proizvodnju energije i sektora usluga za korišćenje u SDG
	1A. Uvođenje obaveze izrade posebnog dokumenta posvećenog mogućnosti korišćenja otpadne toplote u SDG za industrijska i komercijalna preduzeca
F.	1A. Harmonizacija propisa vezanih za korišćenje vodonika u SDG
	2A. Donošenje propisa koji se tiče garancije porekla i održivosti proizvodnje biometana

6 STRUKTURA PROIZVODNJE TOPLOTE I EMISIJE GHG GASOVA

Prethodno opisane planove političkih reformi, pratio i odgovarajući Osnovni i Napredni scenariji dekarbonizacije. Do 2035. godine ne postoje razlike između ovih scenarija. Ova pretpostavka je usvojena zbog relativno kratkog razmatranog perioda (10 godina) i veoma ambicioznih ciljeva i planova čija se implementacija očekuje do 2035. godine.

Projekcija promene strukture proizvodnje toplotne energije za Osnovni scenario prikazana je na Slici 2. Uvođenje obnovljivih izvora energije u energetske miks za posledicu ima smanjenje potrošnje fosilnih goriva. Do 2040. godine predviđen je prestanak korišćenja uglja i derivata nafte u sistemima daljinskog grejanja, a učešće prirodnog gasa koje je u 2023. godini iznosilo 75%, opada na oko 50% u 2040. godini i oko 33% u 2050. godini. Pad udela prirodnog gasa u periodu od 2040-2050. godine nastaje kao posledica korišćenja tradicionalnih obnovljivih izvora energije, ali i uvođenja biometana, vodonika, i električne energije iz obnovljivih izvora u energetske miks sistema daljinskog grejanja.

Senkijev dijagram tokova energije u 2050. godini za osnovni scenario prikazan je na Slici 3. Prirodni gas je jedino fosilno gorivo koje će se koristiti. Očekivano učešće OIE u proizvodnji iznosi 39,4%, dok učešće kupljene toplote i OIE iznosi 66,6%.



Slika 2 Struktura proizvodnje toplotne energije u SHG, Osnovni scenario [3]



Slika 3 Prikaz energetske tokova u 2050. godini (TJ), Osnovni scenario [1]

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 3. 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 $\text{kgCO}_{2\text{eqv}}$ 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 3. Emisije GHG gasova i emisijni faktori, Osnovni scenario [3]

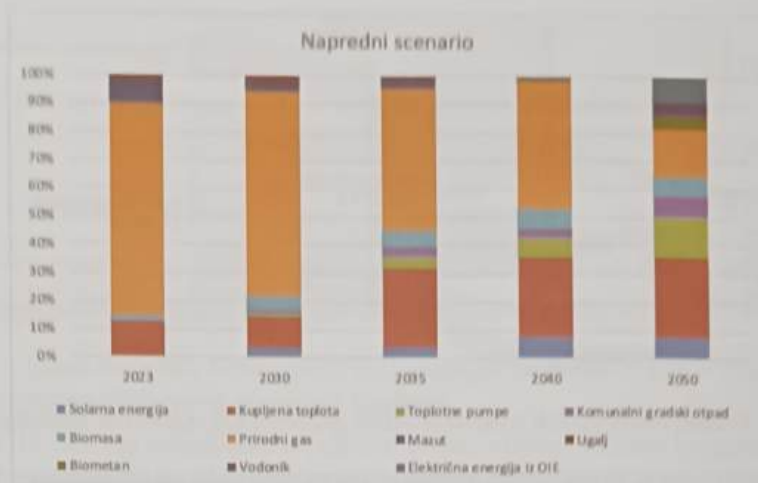
Emisije	2023.	2030.	2035.	2040.	2050.
CO₂, (1,000 t)	1.163,33	1.184,81	1.000,50	866,23	577,96
CH₄, t	39,07	94,84	126,26	129,74	165,13
N₂O, t	5,42	85,63	71,18	72,34	52,14
CO₂ekv, (1,000 t)	1,165,87	1.250,98	1.018,73	884,38	595,53
Specifična emisija kg CO₂/kWh	0,230	0,192	0,169	0,142	0,097
Specifična emisija kgCO₂eqv/kWh	0,231	0,195	0,172	0,146	0,100

U odnosu na Osnovni scenario, u Naprednom scenariju, za period 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 4.

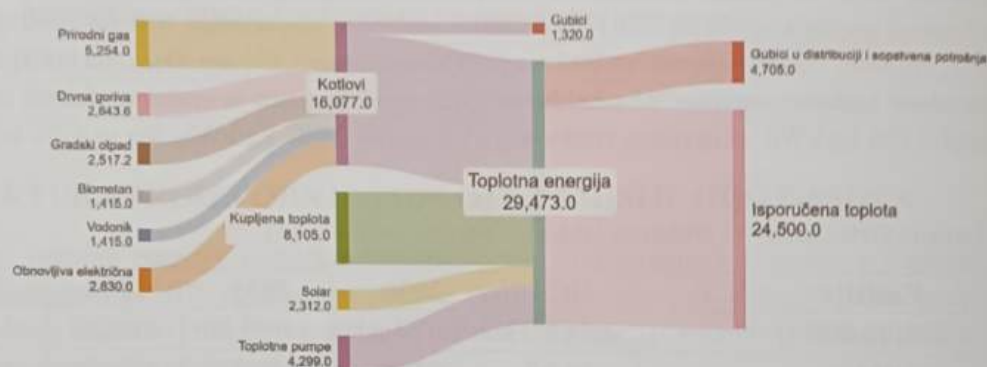
U 2050. godini jedino korišćeno fosilno gorivo je prirodni gas, a njegovo učešće u proizvedenoj toplotnoj energiji iznosi 16,9%. Korišćenje prirodnog gasa vezano je za pikove potrošnje i najveće sisteme daljinskog grejanja čija dekarbonizacija predstavlja i tehnološki najveći izazov. Učešće obnovljivih izvora energije 2050. godine iznosi 55,6%, dok učešće kupljene toplote iznosi 27,5 %. Prikaz tokova energije u sistemima daljinskog grejanja u 2050. godini, za napredni scenario, dat je na Slici 4.

U odnosu na Bazni scenario najznačajnija promena je intenzivnije korišćenje vodonika, biometana i električne energije iz OIE. Napredni scenario dovodi do toga da se udeo proizvodnje toplotne energije iz OIE, sa sadašnjih 2,2%, povećava na 37,6% u 2040. godini, odnosno 76,6% u 2050. godini (Slika 5).

Projekcije emisije gasova sa efektom staklene bašte i emisijih faktora prema Naprednom scenariju prikazane su Tabeli 4. Očekivana vrednost emisijnog faktora 2050. godine u naprednom scenariju dekarbonizacije iznosi 0.05 kgCO_2/kWh , što je manje od jedne četvrtine u odnosu na trenutnu vrednost.



Slika 4 Struktura proizvodnje toplotne energije u Naprednom scenariju [3]



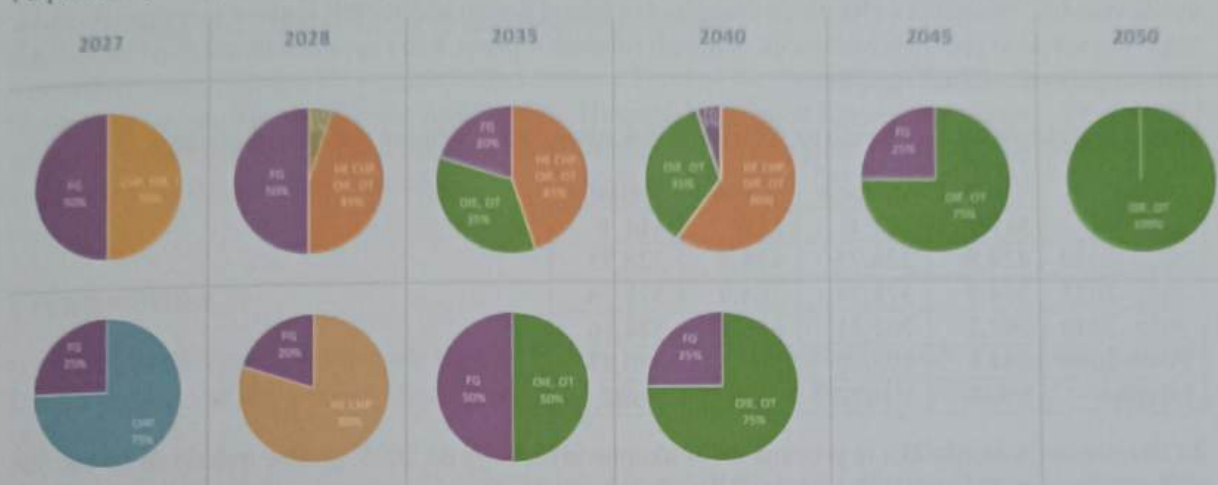
Slika 5 Prikaz energetskega tokova u 2050. godini (TJ), Napredni scenarij [1]

Tabela 4. Emisije GHG gasova i specifične emisije, Napredni scenarij, [3]

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 ₂ O, t	5,42	85,63	71,18	69,90	32,44
CO ₂ ekv, (1,000 t)	1.165,87	1.250,98	1.018,73	854,67	307,96
Specifična emisija kg CO ₂ /kWh	0,230	0,192	0,169	0,133	0,050
Specifična emisija kgCO ₂ eqv/kWh	0,231	0,195	0,172	0,136	0,052

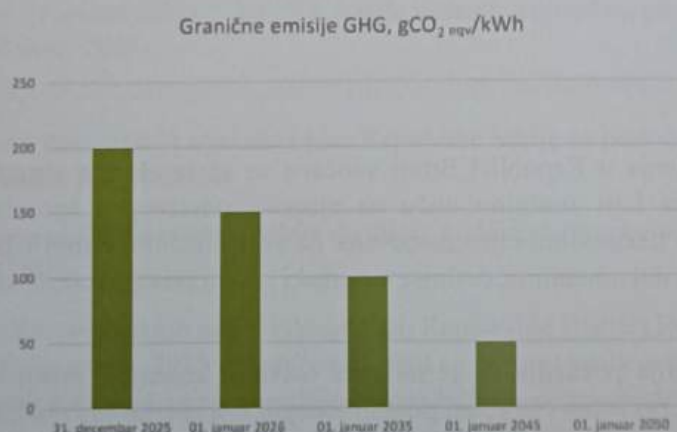
Interesantno je uporediti i rezultate po ova dva scenarija sa planovima EU za dekarbonizaciju SDG koji su konkretizovani kroz član 26. nove Direktive (EU) 2023/1791 o energetske efikasnosti [14]. Prema ovom članu komunalna preduzeća sektora daljinskog grejanja treba da u cilju obezbeđenja energetske efikasnosti potrošnje primarne energije i povećanja udela energije iz obnovljivih izvora u snabdevanju grejanja i hlađenja, ispunjavaju sledeće kriterijume energetske efikasnosti u propisanoj dinamici radi dekarbonizacije svojih sistema, i to: postepeno povećanje korišćenja energije iz obnovljivih izvora počev sa 50%, otpadne toplote počev sa 50%, učešća toplote dobijene iz kogeneracije počev sa 75% ili kombinacije takve energije i toplote sa ciljem da 2050. godine sistem grejanja i hlađenja koristi samo

energiju iz obnovljivih izvora, samo otpadnu toplotu ili samo kombinaciju energije iz obnovljivih izvora i otpadne toplote (Slika 6).



Slika 6 Kriterijumi za efikasne sisteme daljinskog grejanja i hlađenja (DH&C) prema Direktivi (EU) 2023/1791 (FG - fosilna goriva, OT - otpadna toplota, HE CHP – visokoefikasna kogeneracija) [14]

Države članice mogu odabrati pravilo da alternativno navedenim kriterijumima, efikasan sistem centralnog grejanja i hlađenja mora smanjivati količine emisija gasova sa efektom staklene bašta, sa maksimalnih 200 g/kWh na kraju 2025. godine do 0 g/kWh na početku 2050. godine (Slika 7).



Slika 6 Alternativna definicija efikasnih sistema daljinskog grejanja i hlađenja [14]

Transponovanje nove Direktive o energetskej efikasnosti iz 2023. godine, kroz proces Energetske zajednice nije postalo obaveza Republike Srbije, ali načelna obaveznost transponovanja propisa Evropske unije i harmonizacija pravnog okvira uspostavljena je Sporazumom o stabilizaciji i pridruživanju Republike Srbije EU.

7 INVESTICIJE U PROJEKTE DEKARBONIZACIJE

Pregled planiranih investicija prikazan je kroz četiri petogodišnja perioda (2025–2030, 2031–2035, 2036–2040 i 2040–2050), zajedno sa njihovim efektima, izraženim u MW instalisanog kapaciteta i investicionim vrednostima. Razmatraju se dva scenarija: osnovni i napredni, pri čemu se razlike najviše ispoljavaju u poslednja dva perioda (2036–2050).

Osnovni scenario do 2040. godine identičan je Scenariju S iz usvojene Strategije razvoja energetskog sektora Republike Srbije [3]. Nakon 2040. godine postaje napredniji u pogledu dekarbonizacije, jer uvodi vodonik, biometan i električnu energiju korišćenu putem električnih kotlova u energetski miks. Napredni scenario predviđa instalaciju dodatnih solarnih toplana, kao i upotrebu biometana i električnih kotlova počevši od 2035. godine.

Tabela 5. Rekapitulacija investicija u projekte dekarbonizacije sistema daljinskog grejanja, [3]

Period	Osnovni scenario		Napredni scenario	
	MW	Mil. €	MW	Mil. €
2025–2030	424,8	228,75	424,8	228,75
2031–2035	264,9	378,78	264,9	378,78
2036–2040	297,2	201,21	656,4	324,16
2040–2050	844,8	293,53	1.490,0	650,87
Ukupno	1.831,7	1.102,27	2.836,1	1.582,56

Za oba scenarija zajednička je procena da bi ukupne investicije do 2035. godine trebalo da iznose 606 miliona evra, uz dodatnih 700 MW instalisanih kapaciteta. Osnovni scenario predviđa da će do 2050. godine biti instalirano dodatnih 1,8 GW, kroz ukupno 46 investicionih projekata, sa investicijama od oko 1,1 milijardu evra.

Napredni scenario predviđa veće investicije u periodima 2036–2040 i 2040–2050, što rezultuje ukupnim instalisanim kapacitetom od 2,8 GW u postrojenjima koja koriste OIE, uz porast investicija na 1,6 milijardi evra. Napredni scenario posebno naglašava ulaganja u nove tehnologije, poput biometana i vodonika.

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.

Metodologija i vremenski okvir za transponovanje Člana 26. Direktive (EU) 2023/1791 predstavljaju poseban izazov za Republiku Srbiju, s obzirom na obaveze dekarbonizacije sistema daljinskog grejanja do 2050. godine. Analiza u ovom dokumentu može poslužiti kao osnova za pripremu odluke o tome kako prilagoditi Direktivu (EU) 2023/1791 za transponovanje u ugovorne strane Energetske zajednice, kao i opseg i rokove za međunarodnu obavezu za njeno transponovanje i sprovođenje, koji će biti utvrđeni u budućnosti kroz procese u okviru Energetske zajednice.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se Evropskoj banci za obnovu i razvoj (European Bank for Reconstruction and Development - EBRD) i Državnom sekretarijatu za ekonomska pitanja Švajcarske konfederacije (State

Secretariat for Economic Affairs - SECO) za dopuštenje za korišćenje rezultata projekta „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 / Autori se zahvaljuju na podršci Fonda za nauku Republike Srbije, grant br. 4344, “Forward-Looking Framework for Accelerating Households” Green Energy Transition – FF GreEN.

LITERATURA

- [1] 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.
- [2] Dejan Ivezić, Dejan Stojanović, Branislava Lepotić Kovačević, Marija Živković, Mapa puta dekarbonizacije sektora daljinskog grejanja u Republici Srbiji, Međunarodno savetovanje Energetika 2026, 15-18. april 2026, Zlatibor
- [3] Dejan Ivezić, Marija Živković, Dejan Stojanović, Boban Pavlović, Decarbonization of Serbian District Heating Sector – the Analysis of Scenarios, International Conference Power Plants 2025, 4-8. December 2025, Zlatibor
- [4] Poslovno udruženje “Toplane Srbije”, Izveštaj o radu sistema daljinskog grejanja u Republici Srbiji u 2024. godini, Šabac, 2025,
https://www.toplanesrbije.org.rs/uploads/ck_editor/files/Godisnji%20izvestaj%202024.pdf
- [5] Integrirani nacionalni energetska i klimatski plan Republike Srbije za period do 2030. sa vizijom do 2050. godine, Sl. glasnik RS, 70/2024.
- [6] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2040. godine sa projekcijama do 2050. godine, Sl. glasnik RS, broj 94/2024.
- [7] European Bank for Reconstruction and Development, Renewable District Energy in the Western Balkans (ReDEWeB) Programme, 2025, <https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/tcpsd/renewable-district-energy-in-the-western-balkans-redeweb-programme.html#>
- [8] Balkan Green Energy News, Serbia to invest EUR 60 million in renewables in district heating, 2025, <https://balkangreenenergynews.com/serbia-to-invest-eur-60-million-in-renewables-in-district-heating/>
- [9] European Bank for Reconstruction and Development, Serbia Air Quality Improvement Project, <https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/psd/55263.html>
- [10] 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]
- [11] K. Engelmann, M. Čavar, J. Buganova, S. Martinkrista, J. Čizman, M. Mladenović, K. Tomliak, M. Shlapak, 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-PPI) - Project N°784966, 2020.
- [12] European Commission, Directorate-General for Energy, Tilia GmbH, Institute for Resource Efficiency and Energy Strategies GmbH, Fraunhofer ISI, Öko-Institut, TU Wien, (2022) District

heating and cooling in the European Union : overview of markets and regulatory frameworks under the revised Renewable Energy Directive. Publications Office of the European Union.
<https://data.europa.eu/doi/10.2833/962525> [pristupljeno 20.02.2026]

[13] A. Billerbeck, B. Breitschopfa, J. Winkler, V. Bürgere, B. Kohler, A. Bacquet, E. Popovskie. M. Fallahnejad, L. Kranzl, M. Ragwitz, Policy frameworks for district heating: A comprehensive overview and analysis of regulations and support measures across Europe. *Energy Policy* 173 (2023) 113377

[14] Direktiva (EU) 2023/1791 Evropskog parlamenta i Saveta od 13. septembra 2023, godine o energetske efikasnosti i koja menja Uredbu (EU) 2023/955.



Пословно удружење „Топлане Србије“

Владе Станимировића 2

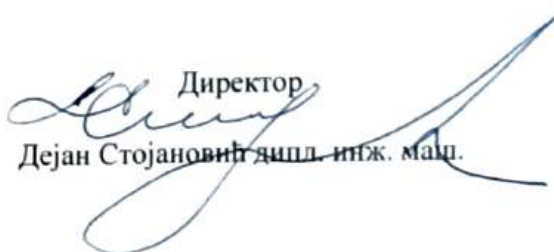
15000 Шабац

ПИБ100600641

тел/факс : 015/341 – 700, e-mail: office@toplancesrbije.org.rs, www.toplancesrbije.org.rs

ПОТВРДА

Потврђује се да је проф. др Дејан Ивезић на Стручно-научној конференцији ТОПС 2026, одржаној 02.06.2026. године, одржао предавање по позиву под називом: „Како декарбонизовати сектор даљинског грејања у Републици Србији?“.

Директор

Дејан Стојановић дипл. инж. маш.

ТОПС 2026, ЗЛАТИБОР

ПОСЛОВНО УДРУЖЕЊЕ

"ТОПЛАНЕ СРБИЈЕ"

додељује

ЗАХВАЛНИЦУ

Дејану Ивезићу

за учешће на 24. Сусретима Топлана и
стручно-научној конференцији ТОПС 2026

