

ЗБОРНИК РАДОВА

СТРУЧНО-НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА
ТОПС 2024

Златибор, 2024.



ЗБОРНИК РАДОВА

СТРУЧНО-НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА ТОПС 2024

Златибор, јун 2024

Зборник радова

Стручно-научна конференција ТОПС 2024

Издавач

Пословно удружење „Топлане Србије“, Шабац 2024

За издавача

Дејан Стојановић

Уредник

Душан Мацура, 1973

Графички уредник

Демо гроуп Шабац

Избор тема за радове по позиву

Проф. др Маја Тодоровић, дипл.маш.инж.

Дејан Стојановић, дипл.маш.инж.

Душан Мацура дипл.елект. инж.

Штампа

Демо гроуп Шабац

Тираж: 200

Организатори

Пословно удружење „Топлане Србије“

Европска банка за обнову и развој (EBRD)

SWITZERLAND - STATE SECRETARIAT FOR ECONOMIC AFFAIRS – SECO

Агенција САД за међународни развој (USAID-Пројекат Боља Енергија)

Друштво термичара Србије

Програмски одбор

Дејан Стојановић

Маја Тодоровић

Петар Ранчић

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

УВОДНА РЕЧ

Пословно удружење “Топлане Србије” ове године организује 22. Сусрете топлана и стручно-научну конференцију ТОПС 2024 у периоду од 9. до 13. јуна 2024. године на Златибору. Идеја организатора је потекла од стварања тима система даљинског грејања, док Конференција ТОПС 2024 подвлачи стручно/научну боју догађаја.

Имајући у виду изазове пред којима се налази енергетски сектор, задатак Стручно-научне конференције ТОПС 2024 је гарантовање сигурности снабдевања топлотном енергијом, уз повећање коришћења обновљивих извора енергије, мера енергетске ефикасности, процеса дигитализације и декарбонизације и задовољства купаца топлотне енергије.

На конференцији ће говорити истакнути експерти из области енергетике, представници система даљинског грејања и реномираних компанија из енергетског сектора, уз Панел “Ех YU поглед на СДГ”.

Умрежавањем великог броја актера успешније ћемо превазићи баријере енергетске транзиције.

ТОПС је добио свој регионални и међународни карактер и тако се додатно позиционира на мапи скупова који се баве даљинском енергетиком.

Као и претходних година, на позив организатора, присуствоваће и студенти/докторанди техничких факултета.

Уз дужно поштовање на разумевању значаја система даљинског грејања у Републици Србији захваљујемо се на пуној подршци Европској банци за обнову и развој (EBRD) и SWITZERLAND - STATE SECRETARIAT FOR ECONOMIC AFFAIRS – SECO, Агенцији САД за међународни развој (USAID, пројекту Боља Енергија), сталном партнеру Друштву термичара Србије и свим презентерима/излагачима.

Пословно удружење “Топлане Србије”

DALJINSKO GREJANJE-JAVNA ILI TRŽIŠNA USLUGA? OSVRT NA PRAKSU SRBIJE I ZEMALJA EU

Biljana Grbić, konsultantkinja
Biljana.Grbic@energy-community.org

Uvod

Dok postoji opšta saglasnost da su proizvodnja i snabdevanje električnom energijom konkurentne delatnosti, mogućnost uspostavljanja konkurentnog tržišta daljinskog grejanja je tema oko koje se i dalje diskutuje. Tržište električne energije i gasa je liberalizovano, u skladu sa zahtevima energetske paketa koji su usvajani na nivou Evropske unije (EU). U nedostatku regulatornih propisa za daljinsko grejanje na nivou EU, države sa razvijenim sistemima daljinskog grejanja zauzimaju različite pristupe za uspostavljanje i upravljanje istim: od potpune liberalizacije, preko otvaranje tržišta uz jak regulatorni okvir do poveravanje usluge od opšteg ekonomskog/javnog interesa monopolnim preduzećima. Svi ovi pristupi i dalje treba da budu u skladu sa pravilima EU o konkurenciji, državnoj pomoći i slobodnom kretanju. EU zakonodavstvo u oblasti usluga od ekonomskog interesa balansira dva suprotstavljena interesa: s jedne strane, interes tržišta da se održi konkurencija i osiguraju jednaki uslovi na tržištu i s druge strane, društveni interes da se osigura pristup uslugama od opšteg interesa.

Ovaj rad razmatra šta su usluge od opšteg ekonomskog interesa i kako su javne usluge regulisane na nivou EU i u Republici Srbiji, sa posebnim osvrtom na uslugu proizvodnje, distribucije i snabdevanja toplotnom energijom. Cilj rada je da se pojasni da li je isporuka toplotne energije po svojoj prirodi javna ili tržišna usluga, kako bi se doprinelo boljem razumevanju koncepta javnih usluga i tržišta toplotne energije, te i uspešnijem razvoju istog.

1 Ekonomska priroda delatnosti i postojanje tržišta

Koncept usluga od opšteg ekonomskog interesa (eng. *Services of General Economic Interest - SGEI*) je proizašao iz nemačkog koncepta javnih usluga (*Daseinsvorsorge*) i francuskog koncepta *service d'intérêt général*, koji su se razvili u 19. veku i odnose se na usluge koje su pružale državne ili lokalne samouprave široj javnosti po pristupačnim cenama.¹

Termini SGEI i obaveze javnih usluga (eng. *Public service obligation - PSO*) koriste se na nivou EU, dok se termini javne usluge, komunalne delatnosti i delatnosti od opšteg interesa upotrebljavaju u propisima Republike Srbije. Svi ovi termini podrazumevaju nesmetano pružanje usluga (kontinuitet) velikom broju potrošača (univerzalnost) po određenom kvalitetu i pristupačnoj ceni, uz zaštitu prava potrošača.

Koncept SGEI ovlašćuje javne vlasti na svih nivoima uprave da obezbede zadovoljenje osnovnih potreba društva onda kada tržište to ne može da obezbedi ili može da obezbedi pod nepovoljnim uslovima.² Da bi opravdale državnu intervenciju na tržištu nametanjem obaveza javnih usluga jednom ili više preduzeća, vlade treba da dokažu tržišni neuspeh.

Evropska komisija je u mnogim slučajevima ponovila:

*Ne bi bilo prikladno vezivati posebne obaveze javnih usluga za aktivnosti koje se već pružaju ili se mogu pružiti na zadovoljavajući način (uzimajući u obzir cenu, objektivne karakteristike kvaliteta, kontinuitet i pristup uslugama) od strane preduzeća koja posluju pod normalnim tržišnim uslovima.*³

Tržište postoji tamo gde je više od jednog entiteta voljno da pruži usluge ili dobra. Sama mogućnost ponude bilo koje usluge ili dobra na tržištu po pravilu se smatra ekonomskom delatnošću, bez obzira na pravni status, profitabilnost i način finansiranja preduzeća koje pruža usluge.⁴ Razlika između ekonomskih i neekonomskih aktivnosti je važna zbog primene pravila konkurencije. Ako je usluga neekonomske prirode, tj ne može se obezbediti od strane tržišnih učesnika, pravila o slobodnom kretanju, konkurenciji i državnoj pomoći se ne primenjuju i država je ta koja obezbeđuje tu uslugu ili proizvod.⁵ Međutim, činjenica da je jedna vlada odlučila da zatvori tržište tako što je, na primer, poverila jednoj kompaniji obezbeđenje određene usluge ili dobra, tj napravila pravni monopol ne isključuje ekonomsku prirodu usluge ili dobra.

Mrežne industrije kao što su energetika ili telekomunikacije zaslužuju posebnu pažnju. Smatra se da su proizvodnja i snabdevanje energijom konkurentne usluge koje se mogu pružiti od strane brojnih učesnika na

¹ Maziarz, Aleksander. 'Services of General Economic Interest: Towards Common Values?' SSRN Electronic Journal, 2015. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2663713>.

² Saopštenje Komisije, Okvir Evropske unije za državnu pomoć u obliku naknade za javne usluge OJ C 8, 11.1.2012.

³ Odluka Evropske komisije u predmetu SA.36740 (2013/NN) – Lithuania Aid to Klaipėdos Nafta – LNG Terminal.

⁴ Sudska praksa Evropskog suda pravde: Case-118/85 Evropska komisija protiv Italije; Case C-437/09.

⁵ Čista javna dobra: odbrana, policija, pravosuđe. Pogledati: Gregory Mankiw, Mark Taylor, Ekonomija, deo javna i zajednička dobra; Evropska komisija, Usluge od javnog interesa https://commission.europa.eu/topics/single-market/services-general-interest_en

tržištu. S druge strane, usluge uspostavljanja i upravljanja prenosnom ili distributivnom mrežom obično obezbeđuje država, jer privatni investitori nemaju podsticaj da investiraju u tako skupu delatnost.

Dok postoji opšta saglasnost da su proizvodnja i snabdevanje električnom energijom konkurentne delatnosti, mogućnost uspostavljanja konkurentnog tržišta daljinskog grejanja je tema oko koje se i dalje diskutuje, mahom zbog tehničkih karakteristika i lokalnog obima daljinskog grejanja.⁶ Neki autori smatraju da ne treba pretpostaviti da će konkurencija u daljinskom grejanju biti isplativa i dovesti automatski do nižih cena za potrošače,⁷ a neki tvrde da je konkurencija putem pristupa treće strane na nivou proizvodnje isplativa u velikim sistemima daljinskog grejanja⁸, ukazujući na praktične primere kao što je ono koje postoji u širem području Kopenhagena gde su prisutni mnogi nezavisni proizvođači toplotne energije⁹, u Stokholmu¹⁰ gde se svakodnevno trguje toplotom, dok se u nekim gradovima u Litvaniji održavaju mesečne aukcije za kupovinu toplotne energije iz obnovljivih izvora energije (OIE).¹¹ Konačno, značajan broj članaka predstavlja razvoj tehnologija daljinskog grejanja iz 4. i 5. generacije, potencijal za spajanje tržišta električne energije i tržišta daljinskog grejanja i potencijal za repliciranje decentralizovanih modela koji postoje na tržištu električne energije.¹²

Ispitujući usklađenost državne pomoći koje su dodeljene toplanama u državama članicama EU, Evropska Komisija je u nizu slučajeva zaključila¹³:

tržišta za snabdevanje toplotom, kao što je toplota proizvedena iz gasa, nafte ili toplotnih pumpi, otvorena su za konkurenciju i trgovinu između država članica. Mera pomoći bi, stoga, mogla da naruši konkurenciju i utiče na trgovinu između država članica.

⁶ Postoje projekti koji ispituju međuregionalne mreže za prenos toplotne energije; pogledati više o projektu Heat Highway <https://www.nefi.at/en/project/heat-highway>

⁷ Söderholm, P., & Wårell, L. (2011). Market Opening and Third-party Access in District Heating Networks. Energy Policy, 39(2), 742–752. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.048>

⁸ Bürger et al., Third-party access to district heating systems - Challenges for the practical implementation, Energy Policy, Volume 132, 2019, pages 881-892, ISSN 0301-4215.; Pöyry. (2018). Third-Party Access to District Heating Networks Final Report. <https://energia.fi/>

⁹ Grohnheit, P. E., & Gram Mortensen, B. O. (2003b). Competition in the market for space heating. District heating as the infrastructure for competition among fuels and technologies. Energy Policy, 31(9), 817–826. [https://doi.org/10.1016/s0301-4215\(02\)00066-6](https://doi.org/10.1016/s0301-4215(02)00066-6)

¹⁰ Open District Heating®. (2019). Öppen Fjärrvärme. <https://www.opendistrictheating.com/>

¹¹ Korsakaite, D., Bieksa, D., & Bieksiene, E. (2018). Third-Party Access in District Heating: Lithuanian Case Analysis. Competition and Regulation in Network Industries, 19(3–4), 218–241. <https://doi.org/10.1177/1783591719837410>

¹² Buffa S, Cozzini M, D Antoni M., Baratieri M., Fedrizzi R. (2019). 5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol 104, 504 – 522.

¹³ Ovi slučajevi se uglavnom odnose na podsticaje za proizvodnju toplotne energije iz obnovljivih izvora energije. Pogledati: Državna pomoć SA.63177 (2022/N) – Nemačka – Federalna pomoć za efikasne sisteme daljinskog grejanja; Državna pomoć SA. 55433 (2020/N) Rumunija– OIE sistemi daljinskog grejanja; Državna pomoć SA. SA.53628 (2019/N) – Hrvatska – revitalizacije sistema daljinskog grejanja Zagreb.

U tom smislu, može se zaključiti da su sistemi daljinskog grejanja deo šireg tržišta toplotne energije, sa mogućnošću da budu konkurentna koliko je to moguće uzimajući u obzir veličinu sistema daljinskog grejanja.

2 Usluge od opšteg ekonomskog interesa u Evropskoj Uniji

2.1 Pravni okvir

Na nivou EU, institucije EU su ovlašćene da odrede principe i uslove prema kojima će se ove usluge obavljati, a državama članicama EU je povereno da takve usluge obezbeđuju i finansiraju.¹⁴ Naime, svaka država članica EU može slobodno da odredi usluge opšteg ekonomskog interesa na osnovu sopstvenih ekonomskih, kulturnih i društvenih okolnosti a radi ostvarenja konkretnog cilja.¹⁵

Dok države članice imaju diskreciono pravo u definisanju usluga opšteg ekonomskog razvoja na svojim nacionalnim tržištima, njihova autonomija je ograničena pravnim okvirom EU. Naime, član 106 (2) TFEU¹⁶ propisuje da kada je preduzećima poverena obaveza da izvrše javne usluge, primena pravila konkurencije može biti isključena ako ometa obavljanje određenih zadataka koji su povereni preduzećima. Međutim, ovaj izuzetak ne bi trebalo da ometa razvoj konkurencije i trgovine između država članica.

Dodatno, direktive o tržištu električne energije i gasa¹⁷ uključuju detaljna pravila o ovim tržištima kojima se regulišu pitanja razdvajanja prenosa od proizvodnje i snabdevanja, pristup treće strane, razvoj prenosnog sistema, zaštita potrošača i nadležnost regulatora. Takođe, uređena su i detaljna pravila za uspostavljanje obaveza javnih usluga.¹⁸ Direktive propisuju da je dozvoljeno poveriti obavljanje ovih usluga određenim preduzećima na određeno vreme, a u cilju ostvarivanja opšteg ekonomskog interesa, kao što su obezbeđenja sigurnosti snabdevanja, redovnosti, kvaliteta i cene snabdevanja i zaštite životne sredine, i uključujući energetske efikasnost i energiju iz obnovljivih izvora.¹⁹ Poveravanje se može izvršiti zakonom, aktom javnog ovlašćenja ili ugovorom, i predstavlja formalni uslov kojim bi trebalo obezbediti poštovanje transparentnosti, nediskriminacije i efikasnosti.²⁰ Ovi detaljni regulatorni

¹⁴ Član 14 Ugovora o funkcionisanju Evropske Unije – TFEU.

¹⁵ Protokol br. 26 uz TFEU o uslugama od opšteg ekonomskog interesa.

¹⁶ Ova odredba se primenjuje na sve usluge ekonomske prirode, uključujući i usluge daljinskog grejanja.

¹⁷ Zahtevi utvrđeni u direktivama za gas i/ili električnu energiju ne primenjuju na druge energetske delatnosti ako to nije eksplicitno definisano u direktivama. U predmet C-473/17 - Repsol Butano, Sud je utvrdio da nije moguće proširiti odredbe Direktive o gasu na LNG, iako je reč o sličnoj robi (prirodni gas i LNG).

¹⁸ Članovi 5, 9 i 27 Direktive o unutrašnjem tržištu električne energije 2019/944.

¹⁹ SA.44725 (2019/NN); i SA.45193 (2016/FC) – Litvanija – Sigurnost snabdevanja električnom energijom I strateške rezerve; SA.52687 (2018/N) – Slovačka – Proizvodnja električne energije iz autohtonog uglja.

²⁰ Predmet: T-461/13 Španija protiv Evropske komisije, paragraf 62.

propisi imaju za cilj da pospeše konkurenciju i omoguće privatnim igračima učešće na tržištu, kao i kontrolu da svako ograničenje konkurencije uspostavljanjem obaveza javnih usluga bude u skladu sa zahtevima iz direktiva. Naime EU zakonodavstvo je pokušalo pomiriti dva suprotstavljena interesa: s jedne strane, interes tržišta da se održi konkurencija i osiguraju jednaki uslovi na tržištu i s druge strane, društveni interes da se osigura pristup uslugama od opšteg interesa. Treba istaći da se prioritet ipak daje interesima tržišta, s obzirom da usluge od opšteg ekonomskog interesa ne mogu biti uspostavljene na način da ugrožavaju razvoj konkurencije i tržišta.

S druge strane, za daljinsko grejanje ne postoji sveobuhvatan regulatorni okvir na nivou EU koji se bavi pitanjima razdvajanja, pristup treće strane²¹, zaštitom potrošača i nadležnost regulatora. Ova pitanja su regulisana na nacionalnom ili čak lokalnom nivou. Stoga, u poređenju sa električnom energijom i gasom, EU u ograničenom obimu reguliše i nadgleda daljinsko grejanje, a značajnija je uloga nacionalnih vlasti u razvoju ovog sektora.

Iako ne postoji harmonizacija pravila za daljinsko grejanje na nivou EU, usluge od opšteg ekonomskog interesa uspostavljene u sektoru daljinskog grejanja podležu opštim pravilima konkurencije, uključujući pravila o državnoj pomoći.²² Takođe, sektor daljinskog grejanja je subjekat određenih specifičnih pravila na nivou EU²³, kao što su na primer ona za OIE. Naime, Direktivom o obnovljivim izvorima energije 2018/2002 (RED II) se po prvi put uvode odredbe koje regulišu pristup daljinskom sistemu grejanja nezavisnih proizvođača koji proizvode toplotnu energiju iz OIE. Iako je cilj ovih odredaba povećanje udela OIE u finalnoj potrošnji u sektoru grejanja i hlađenja, njima se ujedno uspostavlja pravni osnov za razvoj tržišta daljinskog grejanja.

2.2 Naknada za izvršenje usluga od opšteg ekonomskog interesa

Da bi mogli da pruže usluge određenog kvaliteta, preduzećima kojima je poverena usluga od opšteg ekonomskog interesa je dozvoljeno da primaju naknadu. Iako je naknada dozvoljena, ne bi trebalo da bude prekomerna. Ako je naknada prekomerna, smatraće se da je preduzeće u tom slučaju ostvarilo korist i prednost u odnosu na ostale učesnike na tržištu, čime se narušava konkurencija i jednak tretman učesnika. U čuvenom slučaju Altmark,²⁴ zaključeno je da parametri za obračun naknade treba

²¹ Kao što je gore navedno izvesne odredbe postoje za pristup treće strane mreži daljinskog grejanja.

²² Konkretno se misli na članove 101, 102, 106 i 107 TFEU. Pogledati Zeleni papir o uslugama od opšteg interesa /* COM/2003/0270 final */ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52003DC0270>

²³ Pogledati: Grbić Biljana, Razvoj sistema daljinskog grejanja u kontekstu Evropskih propisa u oblasti energetike i klime, Zbornik radova stručno-naučna konferencija TOPS 2023, maj 2023.

²⁴ Presuda Evropskog suda pravde u predmetu C-280/00, Altmark.

<https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=48533&pageIndex=0&doclang=EN>

da budu unapred utvrđeni i obračun naknade bi trebalo da se zasniva na stvarnim varijabilnim i fiksnim troškovima, a ne na projekcijama, koji su striktno neophodni za obavljanje konkretne usluge.²⁵ Konačno, da bi se osiguralo da se usluga opšteg ekonomskog interesa obezbedi po najnižim troškovima, preduzeće kome je povereno pružanje usluga treba da bude izabrano u postupku javne nabavke. Ako to nije moguće, naknadu treba odrediti primenjujući metodu upoređivanja, odnosno uzimajući u obzir troškove efikasnog preduzeća u relevantnom sektoru.

Države članice EU su obavezne da obaveste Evropsku komisiju o poverenim uslugama od javnog interesa i objave dvogodišnje izveštaje o uslugama od javnog interesa, uključujući i iznos naknade.²⁶

Jedan takav primer je izveštavanje Estonije za 2012-2013. godinu o naknadi za obavezu javne usluge proizvodnje toplotne energije iz obnovljivih izvora energije. Estonija je izvestila Evropsku komisiju da je odlukom Opštinskog veća opštine Kõue proizvođač toplotne energije obavezan da koristi obnovljive izvore energije. Odlukom opštinskog veća je utvrđen iznos naknade za izvršenje ove obaveze, s tim da su unapred utvrđeni mehanizmi za izbegavanje prekomerne naknade, uključujući i obavezu vraćanja viška pomoći, ako se to utvrdi. Estonija je izvestila da je 2014. godini ovoj kompaniji na ime obaveze isplaćeno 700 355,80 evra.²⁷

Cilje izveštavanja je da se omogući da Evropska komisija i Evropski sud pravde kontrolišu da države članice ne zloupotrebe slobodan izbor u određivanju usluga od opšteg interesa i time ne naruši primena pravila konkurencije.

Konkretno, uloga Komisije i Evropskog suda pravde u vezi sa uslugama od opšteg interesa je da procene:

a) da li su države članice napravile očiglednu grešku kada su odlučile da li se jedna usluga može klasifikovati kao usluga od opšteg ekonomskog interesa i

b) da li je naknada za obavljanje javne usluge usklađena sa pravilima državne pomoći.

²⁵ Pogledati slučaj državne pomoći SA.52687 (2018/N) – Slovačka – Proizvodnja električne energije iz autohtonog uglja, u kojem je Metodologiju za obračun naknade utvrdio Slovački regulator za energetiku.

²⁶ Pogledati: EU pravila o uslugama od opšteg ekonomskog interesa. https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/legislation/sgei_en

²⁷ Izveštaj Estonije https://competition-policy.ec.europa.eu/document/download/2d21f2dc-1d78-4162-a660-526b2d56217e_en?filename=SGEI_member_states_reports_2012-2013.zip

3 Daljinsko grejanje u Srbiji kao usluga od opšteg ekonomskog interesa

3.1 Pravni okvir

Ustav Republike Srbije predviđa da jedinice lokalne samouprave uređuju i obezbeđuju obavljanje i razvoj komunalnih delatnosti.²⁸ Komunalne delatnosti u smislu Zakona o komunalnim delatnostima su delatnosti od značaja za ostvarenje životnih potreba fizičkih i pravnih lica kod kojih je jedinica lokalne samouprave dužna da stvori uslove za obezbeđenje odgovarajućeg kvaliteta, obima, dostupnosti i kontinuiteta, kao i nadzor nad njihovim vršenjem.²⁹ Ovaj Zakon eksplicitno navodi da je reč o delatnostima od opšteg ekonomskog interesa u smislu Zakona o zaštiti potrošača.³⁰ Između ostalih, proizvodnja, distribucija i snabdevanje toplotnom energijom su određene kao komunalne delatnosti.³¹ Zakon o energetici iako svrstava proizvodnju, distribuciju i snabdevanje toplotnom energijom u energetske delatnosti, isti ih ne svrstava u grupu tržišnih delatnosti, zajedno sa npr. proizvodnjom i snabdevanjem električne energije, već u delatnosti od opšteg interesa.³²

Poveravanje obavljanja komunalnih delatnosti, u smislu Zakona o komunalnim delatnostima podrazumeva vremenski oročeno ugovorno uređivanje odnosa u vezi sa obavljanjem komunalne delatnosti na načelima konkurencije, ekonomičnosti, efikasnosti i zaštite životne sredine.³³ Zakon o energetici, na sličan način, predviđa da obaveze pružanja javne usluge moraju biti jasno definisane, transparentne, nediskriminatorne, proverljive, vremenski ograničene, moraju garantovati ravnopravnost energetskih subjekata u pružanju javnih usluga i ne mogu uticati na otvaranje tržišta.³⁴

Zakon o komunalnim delatnostima navodi da komunalne delatnosti mogu obavljati javna preduzeća, privredna društva, preduzetnici ili drugi privatni subjekti shodno odluci jedinice lokalne samouprave koja propisuje način obavljanja komunalnih delatnosti.³⁵ Zakon o energetici takođe predviđa mogućnost da distributivnu mrežu koristi više strana, kao i da ako proizvođač i distributer nisu isti energetski subjekat, u njihov poslovni odnos reguliše ugovorom.³⁶

Stoga, pravni okvir za usluge od opšteg ekonomskog interesa u Srbiji reflektuje zahteve pravnog okvira EU za ove usluge. Iako su proizvodnja, distribucija i snabdevanje toplotnom energijom svrstane u

²⁸ Član 190 (1) (1) Ustava Republike Srbije ("Sl. glasnik RS", br. 98/2006 i 115/2021).

²⁹ Član 2 (1) Zakona o komunalnim delatnostima ("Sl. glasnik RS", br. 88/2011, 104/2016 i 95/2018).

³⁰ Član 2 (4) Zakona o komunalnim delatnostima.

³¹ Član 3 (3) Zakona o komunalnim delatnostima.

³² Član 16 (4) Zakona o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon, 40/2021, 35/2023 - dr. zakon i 62/2023).

³³ Član 6 i 9 Zakona o komunalnim delatnostima.

³⁴ Član 12 Zakona o energetici.

³⁵ Član 13 (5) Zakona o komunalnim delatnostima.

³⁶ Član 355 i 356. Zakona o energetici.

kategoriju usluga od opšteg ekonomskog interesa, srpsko zakonodavstvo sadrži i osnov za pružanje ovih usluga od strane drugih učesnika po tržišnim principima.

U praksi, tradicionalno su sve tri delatnosti proizvodnje, distribucije i snabdevanje toplotnom energijom obavljana od strane javnih preduzeća u vlasništvu jedinica lokalne samouprave,³⁷ pod uslovima i na način utvrđen u odlukama usvojenih od strane gradskih skupština³⁸. Međutim, Komisija za javno-privatna partnerstva je nedavno odbrila niz projekata gde se privatnim investitorima poverava obavljanje ovih delatnosti u više od dvadeset gradova.³⁹ Odluke Komisija za javno-privatna partnerstva o odobravanju ovih projekata nisu objavljene, tako da se ne može utvrditi tačno pod kojim uslovima će se ove delatnosti obavljati.

3.2 Cena toplotne energije i naknada za obavljanje usluge od opšteg ekonomskog interesa

Zakon o javnim preduzećima navodi da javna preduzeća posluju radi obezbeđenja trajnog obavljanja i razvoja delatnosti od opšteg interesa i redovnog zadovoljavanja potreba korisnika proizvoda i usluga, kao i radi sticanja dobiti.⁴⁰ Toplane su dužne da deo ostvarene dobiti uplate u budžet jedinica lokalne samouprave.⁴¹

Oni ostvaruju prihod tako što naplaćuju cene za usluge koje se pružaju korisnicima daljinskog grejanja. Ove cene se obračunavaju na osnovu metodologije koju je izradila Vlada.⁴² Ukoliko se cena energenta smanji za preko 5%, kompanije moraju da preračunaju i traže saglasnost za sniženu tarifu. S druge strane, toplane mogu da traže povećanje ako cena energenta poraste za više od 3%. Ako obračunata tarifa ne bude odobrena, nadležni organ mora da utvrdi cenu i utvrdi naknadu koja se duguje preduzeću. Prema Metodologiji, naknada je razlika između tražene i odobrene cene.⁴³

Dakle, toplane iako osnovane da zadovolje opšte interese mogu sticati dobit i trebalo bi poslovati po tržišnim principima. Međutim, u praksi se tarife ne prilagođavaju redovno prema tržišnim cenama, i

³⁷ Na primer, Odluka o usklađivanju odluke o zadržavanju prava i obaveza osnivača nad javnim komunalnim preduzećima koja su nastala podelom javnog komunalnog preduzeća Standard Pančevo sa Zakonom o javnim preduzećima ("Sl.list grada Pančeva" br. 19/14). http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2017_04/t04_0071.htm

³⁸ Svaka opština ili grad usvajaju sopstvene odluke kojima regulišu obavljanje delatnosti isporuke toplotne energije. Pogledati, na primer, Odluku o uslovima i načinu snabdevanja toplotnom energijom kupaca na području grada Pančeva ("Sl.glasnik RS" br. 15/16).

³⁹ Spisak odobrenih projekata od strane Komisije za javno privatna partnerstva. <http://jpp.gov.rs/koncesijevesti/spisak>

⁴⁰ Član 4 Zakona o javnim preduzećima ("Sl. glasnik RS", br. 15/2016 i 88/2019).

⁴¹ Član 58 Zakona o javnim preduzećima.

⁴² Uredba o utvrđivanju metodologije za određivanje cene snabdevanja krajnjeg kupca toplotnom energijom ("Sl. glasnik RS", br. 63/2015).

⁴³ Član 10.3 Uredbe o utvrđivanju metodologije za određivanje cene snabdevanja krajnjeg kupca toplotnom energijom.

mnoge toplane iskazuju gubitke.⁴⁴ Naime, lokalne vlasti se retko odlučuju da odobre povećanje tarifa daljinskog grejanja, čuvajući tako socijalni mir. Naknada koja se daje toplanama u slučaju neodobrenja povećanja tarifa se može smatrati naknadom za obavezu pružanja javne usluge po ceni nižoj od stvarnih troškova, i takva naknada se može smatrati državnom pomoći koja može narušiti konkurenciju.

U Srbiji Komisija za kontrolu državne pomoći, između ostalog, kontroliše da li je naknada za pružanje usluge od opšteg ekonomskog interesa je u skladu sa pravilima o državnoj pomoći, i izveštava o dodeljenoj državnoj pomoći.

Zakon o kontroli državne pomoći⁴⁵ propisuje kriterijume čije ispunjenje podrazumeva da naknada za pružanje usluga od opšteg ekonomskog interesa ne predstavlja državnu pomoć.⁴⁶ Uredbom o uslovima i kriterijumima za usaglašenost državne pomoći u vidu naknade za pružanje usluga od opšteg ekonomskog interesa (Uredba o državnoj pomoći za usluge od opšteg ekonomskog interesa) je objašnjeno da su usluge od opšteg ekonomskog interesa privredne delatnosti koje se u redovnim tržišnim uslovima ne mogu obezbediti u potrebnom obimu, kvalitetu ili kontinuitetu koji zadovoljava opšti društveni interes bez učešća države. Uredbom se dalje navodi da ove usluge obuhvataju obavljanje delatnosti od opšteg interesa u smislu zakona kojim se uređuju javna preduzeća i drugi oblici organizovanja koji obavljaju delatnost od opšteg interesa.⁴⁷ Uredba o državnoj pomoći za usluge od opšteg ekonomskog interesa propisuje da poveravanje usluga treba se sprovede kroz akt o poveravanju koji treba da ima obavezne elemente, kao što su: period i trajanje obaveze pružanja usluge, sadržaj isključivih i li posebnih prava, opis i parametri za izračunavanje naknade, kao i način za sprečavanje davanja prekomerne naknade.

U skladu sa ovim, može se zaključiti da se set propisa za državnu pomoć odnosi i na poveravanje usluge proizvodnje, distribucije i snabdevanja toplotnom energijom, kao i na naknade koje se daju toplanama za obavljanje poverenih usluga.

3.3 Izveštavanje i monitoring

Evropska Komisija i Evropski sud Pravde nisu nadležni da nadziru usluge od opšteg ekonomskog interesa, i državnu pomoć datu za ove usluge u Srbiji. Srbija, kao ugovorna strana Energetske

⁴⁴ Izveštaj Poslovnog udruženja Toplane Srbije za 2022. godinu.

⁴⁵ Zakon o kontroli državne pomoći ("Službeni glasnik RS", br. 73/19).

⁴⁶ Član 6 Zakon o kontroli državne pomoći i član 4 Uredbe o uslovima i kriterijumima za usaglašenost državne pomoći u vidu naknade za pružanje usluga od opšteg ekonomskog interesa („Službeni glasnik RS“, br. 99/21, 48/23); ovi kriterijumi su transponovani iz čuvenog slučaja Altmark pred Evropskim sudom Pravde.

⁴⁷ Član 2 Uredbe o uslovima i kriterijumima za usaglašenost državne pomoći u vidu naknade za pružanje usluga od opšteg ekonomskog interesa.

zajednice ima obavezu da izveštava Sekretarijat Energetske zajednice o obavezama javnih usluga koje su zasnovane na odredbama direktiva o tržištima električne energije i gasa, a takva obaveza ne postoji za usluge od opšteg ekonomskog interesa u drugim oblastima, uključujući i sektor daljinskog grejanja.

U skladu sa Uredbom o državnoj pomoći za usluge od opšteg ekonomskog interesa, davalac državne pomoći dužan je da, svake druge godine, tokom trajanja perioda akta o poveravanju, Komisiji dostavi izveštaj o usklađenosti državne pomoći koji sadrži: 1) opis usluge, načina obračuna naknade i načina kontrole prekomerne naknade, 2) ukupan iznos dodeljene naknade, kao i 3) podatke o podnetim inicijativama za pokretanje postupka naknadne kontrole dodeljene naknade. Ovaj izveštaj bi trebalo da se objavljuje na internet stranici Komisije, osim za državnu pomoć koja je uvek usklađena.⁴⁸

Iz godišnjih izveštaja Komisije ne može se utvrditi da li je državna pomoć u vidu naknade za usluge od opšteg ekonomskog interesa uopšte dodeljene toplanama. Naime, izveštaj sadrži odeljak koji se odnosi na naknadu za usluge od opšteg ekonomskog interesa, ali su podaci nedovoljno konkretni, navodeći samo ukupan iznos naknade koji se dodelio na ime ovih usluga, ne precizirajući ko su korisnici ovih naknada. Postoje podaci o subvencijama za električnu energiju dostavljeni od strane Ministarstva rudarstva i energetike.

Podaci o eventualno isplaćenim naknadama na ime neodobravanja povećanja tarifa se eventualno mogu naći u službenim listovima gradova i opština u kojima lokalne vlasti objavljuju budžete i odluke o zahtevima za utvrđenje cena toplotne energije, međutim ovaj način pristupa podacima je izuzetno komplikovan i onemogućava efikasno sprovođenje principa transparentnosti.

Mnogi energetske regulatori država članica EU imaju nadležnost i da nadgledaju rad sektora daljinskog grejanja, i istovremeno objavljuju izveštaje o njihovom radu, dok u Srbiji, Agencija za energetiku Republike Srbije nema nadležnosti niti izveštava o radu i razvoju sektora daljinskog grejanja. Ministarstvo nadležno za sektor energetike je u Zakonu o ministarstvima⁴⁹ eksplicitno navedeno kao nadležno za sektor daljinskog grejanja, te i ima ovlašćenja nadzora nad sprovođenjem gorepomenutih zakona; međutim na veb strani se ne mogu naći detaljni podaci o sektoru. Jedini izvor sveobuhvatnih podataka o poslovanju toplana mogu se naći u izveštaju Poslovnog udruženja toplana Srbije. Izveštaji Udruženja su izuzetno korisni, ali opet nedovoljni sa aspekta institucionalnog praćenja rada i razvoja sektora.

⁴⁸ Prema članu 16 Uredbe, državna pomoć smatraće se usklađenom sa pravilima državne pomoći ako je poverena na period od najviše 10 godina, godišnja naknada nije veća od 15 miliona evra i ispunjeni su svi drugi uslovi koje zahteva Uredba.

⁴⁹ Član 8 Zakona o ministarstvima ("Sl. glasnik RS", br. 128/2020, 116/2022 i 92/2023 - dr. zakon)

Zaključak

Delatnosti koje imaju ekonomsku prirodu mogu se obezbediti i od strane države, ukoliko tržište nije dovoljno razvijeno da ih obezbedi pod povoljnim uslovima. Naknada koja se tom prilikom daje treba da pomogne tržištu da te usluge budu pristupačne i dostupne svima. Ono što je bitno je da davanje te naknade bude vremenski ograničeno, da pokrije troškove koji su neophodni, da pogoduju samo korisnicima kojima je to neophodno. Takođe, ukoliko se poveri jednom preduzeću obavljanje usluge od opšteg interesa, trebalo bi da se istovremeno radi na daljem razvoju tržišta i kreiranju povoljnog investicionog okvira.

Tumačeći set propisa, u Srbiji je u sektoru daljinskog grejanja uspostavljena obaveza pružanja usluga od opšteg ekonomskog interesa, proizvodnje, distribucije i snabdevanja toplotnom energijom, od strane javnih preduzeća u vlasništvu gradova ili opština. Međutim, ne postoji isključivo pravo javnih preduzeća da isporučuju toplotnu energiju, jer zakonodavstvo sadrži i okvir za pružanje ovih usluga od strane privatnih kompanija. Na osnovu podataka o zaključenim projektima javnog-privatnog partnerstva, deluje da u sektor daljinskog grejanja u Srbiji ulaze i privatni, netradicionalni akteri. Takođe, zakonodavstvo ne isključuje primenu tržišnih principa; naprotiv, svi propisi ističu da bi se komunalne delatnosti trebalo razvijati u skladu sa principima konkurencije i ekonomičnosti. Međutim, praksa pokazuje da se ovi principi ne poštuju s obzirom da tarife ne reflektuju troškove, niti se naplata vrši prema potrošnji.

Radi efikasnog sprovođenja principa efikasnosti, ekonomičnosti i transparentnosti, na kojim principima bi trebalo da se razvija tržište potrebno je sprovoditi odredbe o usklađivanju tarifa sa cenama energenata, i naplate po potrošnji, te i centralizovati podatke o radu toplana, i harmonizovati pravila koja regulišu prava i obaveze toplana i korisnika. Konačno, zaključuje se da je zakonodavstvo Republike Srbije u oblasti usluga od opšteg ekonomskog interesa ujednačeno sa pravilima EU, ali da postoji prostor za efikasnije sprovođenje i kontrolu sprovođenja propisa. Sve ovo bi dovelo do povoljnog investicionog okvira koji bi privukao potencijalne investitore na tržište daljinskog grejanja.

КОНЦЕПТИ РАДА ПОСТОЈЕЋИХ ТРИГЕНЕРАЦИОНИХ ЕНЕРГЕТСКИХ СИСТЕМА И КРИТЕРИЈУМИ ЗА ЊИХОВ ИЗБОР

Проф. др Милош Бањац,
Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, Србија
mbanjac@mas.bg.ac.rs

РЕЗИМЕ

Насупрот надама, предвиђањима, улагањима и транзицији енергетског сектора, пораст глобалне потрошње фосилних горива и емисије гасова са ефектом стаклене баште настављен је и током 2023. године. Истовремено, као последица глобалног загревања и све дуготрајнијег, али и бројнијег коришћења клима уређаја, настављен је и тренд даљег пораста потрошње електричне енергије у летњим месецима. Очигледна неодрживост оваквих тенденција и спорост трансформације енергетског сектора захтевају још већа улагања и примену ефикаснијих решења која ће боље искористити постојеће енергетске ресурсе. Као једно од таквих решења, због своје изузетне ефикасности, актуелизовано је коришћење тригенерационих енергетских система. Ови енергетски системи који истовремено производе електричну, топлотну и расхладну енергију, у поређењу са конвенционалним системима, за остваривање истих енергетских учинака користе мање енергије, односно мање фосилних горива, емитују мање гасова са ефектом стаклене баште, а због свог децентрализованог начина рада, раде са мањим губицима при преносу и дистрибуцији и електричне и топлотне енергије.

Са циљем упознавања и правилног избора и димензионисања ових постројења, представљени су различити концепти тригенерационих система, описане њихове основне карактеристике и принцип њиховог рада, те представљени критеријуми за њихов избор и њихово конфигурисање.

Кључне речи: тригенерација; енергетска ефикасност, критеријуми одлучивања

УВОД

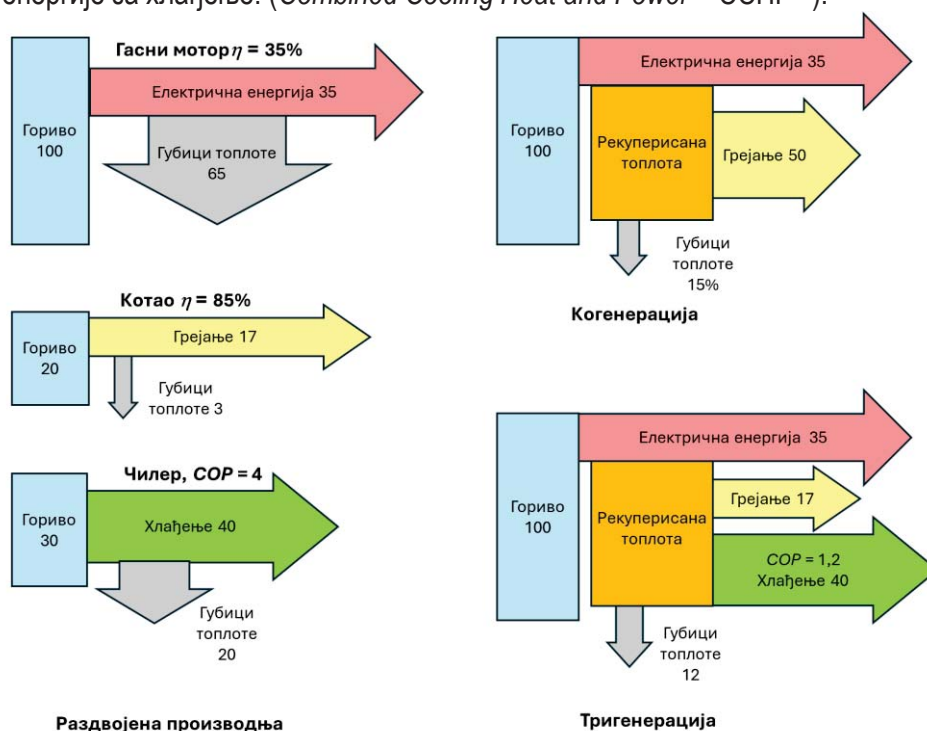
1.1 Дефиниција и принципи рада

Когенерациони енергетски системи или системи за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије (*Combined Heat and Power - CHP*⁵⁰) је назив за енергетске системе који једно примарно гориво истовремено трансформишу у електричну и корисну топлотну енергију. У принципу, при сваком процесу производње електричне енергије сагоревањем горива, хемијска енергија горива се најпре претвара у топлоту, која се делом претвара у механичку енергију, а затим и у електричну енергију. Преостали, сагоревањем ослобођени део топлоте, било због потребе хлађења мотора, било кроз продукте сагоревања, предаје се околини без да се корисно употреби. За разлику од тога, когенерациони енергетски системи користе ову тзв. отпадну топлоту и тако повећавају укупан степен искоришћења примарног горива. Када је реч о индустрији, ова отпадна топлота се користи за реализацију неког технолошког процеса, док се у сектору зградарства она користи за загревање простора или загревање потрошне воде. Да би се отпадна топлота искористила неопходна је употреба тзв. рекуператора топлоте, којима се

⁵⁰ У наставку текста за когенерационе енергетске системе користиће се акроним CHP

отпадна топлота преузима од продуката сагоревања или флуида за хлађење и преусмерава ка жељеном процесу.

Тригенерација или тригенерациони енергетски системи су у смислу енергетске ефикасности и искоришћења примарног горива још један корак испред кооперационих система. Тригенерациони системи, једно примарно гориво истовремено трансформишу и у електричну и топлотну енергију, која се користи и за потребе грејања и за потребе хлађења. С обзиром да се овим постројењима истовремено обезбеђују три енергетска дејства, ова постројења се називају тригенерациони системи или постројења за комбиновану производњу електричне енергије, топлотне и енергије за хлађење. (*Combined Cooling Heat and Power – CCHP*⁵¹).



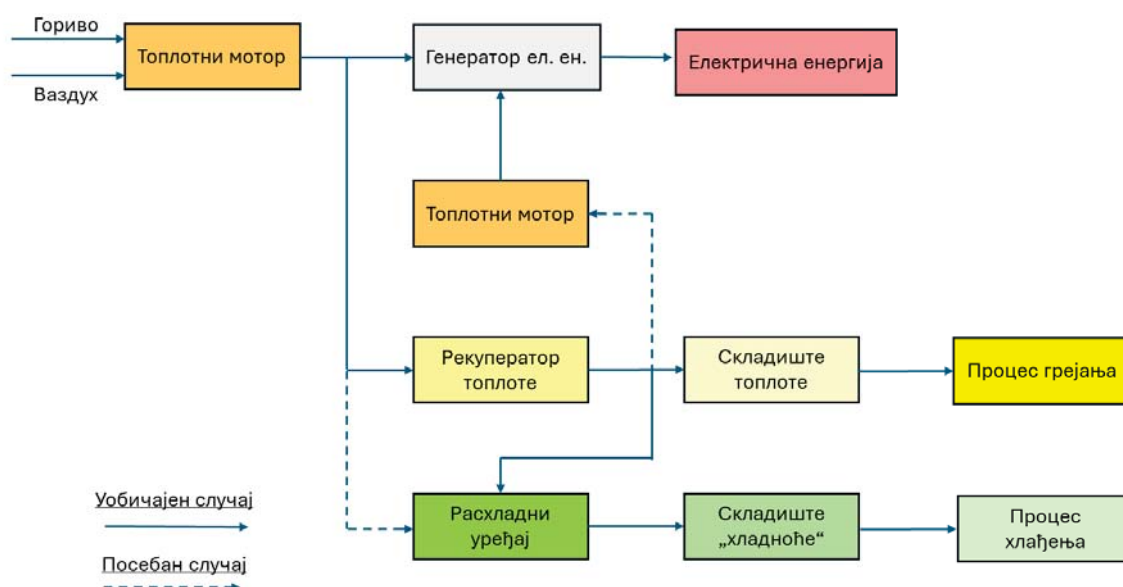
Слика 1 Поређење искоришћења енергије примарног горива засебних енергетских система и CHP и CCHP система [1]

На слици 1 приказани су уобичајени односи и степени искоришћења енергије горива при његовој трансформацији у електричну енергију, топлотну енергију за потребе грејања и енергију за хлађење у конвенционалним, засебним енергетским системима – термоелектранама, топланама и системима за хлађење и упоређени продуктивности CHP и CCHP системима. Као основа за поређење узет је проценат произведене електричне енергије из примарног горива, који за електране на природни гас износи око 35%. Може се приметити да је за исту количину произведене електричне енергије и топлоте, потрошња горива у конвенционалним енергетским системима 30% већа него у CHP, као и да је исту количину произведене електричне енергије, топлоте и остварен исти учинак хлађења, потрошња горива у конвенционалним енергетским системима 50% већа него CCHP системима [1].

Општи концепт рада CCHP система је представљен на слици 2. Примарно гориво, које може бити фосилног порекла, или неко обновљиво гориво, као биогаз или чврста биомаса или отпад, меша се са ваздухом и сагорева ослобађајући топлотну енергију. Настали продукти сагоревања, обogaћени ослобођеном топлотном енергијом, предају или лопатицама гасне турбине или клиповима мотора своју термомеханичку енергију претварајући је у механичку енергију, или предају топлоту неком другом флуиду (обично води-воденој пари), која лопатицама

⁵¹ У наставку текста за тригенерационе енергетске системе користиће се акроним CCHP

парне турбине предаје своју термо-механичку енергију претварајући је у чисту механичку енергију. У свим овим случајевима, произведена механичка енергија се преко генератора електричне енергије претвара у електричну енергију. Преостала, неискоришћена термичка енергија продуката сагоревања релативно високе температуре, преко јединице за рекуперацију топлоте, преноси се на одговарајући секундарни флуид и користи у одговарајућим процесима грејања и/или користи за погон сорпционих расхладних уређаја. Након јединице за рекуперацију топлоте, преостала нискотемпературна термичка енергија продуката сагоревања, може се додатно искористити за прегревање ваздуха који се користи у процесу сагоревања и тако додатно повећати производњу електричне енергије. Такође, додатно сагоревање се може обезбедити и помоћу додатног котла. Ово се примењује у случајевима када су захтеви за електричном енергијом доминанти. У другим посебним случајевима, топлотна енергија високотемпературних продуката сагоревања се директно, без проласка кроз рекуператор, користи као погонска енергија за расхладне уређаје. Складишта за електричну, топлотну или расхладну енергију користе се за складиштење ових енергија, јер по правилу производња и захтеви за овим енергијама нису усклађени.



Слика 2 Општи концепт рада ССНП система

Примена и предности тригенерационих енергетских система

Тригенерациони системи успешно се користе у индустрији, када за потребе производних процеса постоји потреба за све три врсте енергија, као и у сектору зградарства, посебно у случају јавног, пословног или угоститељског простора, због њихове изражене потребе за хлађењем.

Основне предности тригенерационих енергетских система произилазе из њихове повећане енергетске ефикасности, што за собом повлачи бројне друге предности [2]:

- смањење трошкова за енергију за 30% до 50%;
- смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, чврстих честица и азотних оксида;
- испуњавање стандарда у вези са смањењем емисија ГХГ гасова, честица и азотних оксида;
- повећана конкурентност због смањених трошкова;
- мањи губици у преносу и дистрибуцији и електричне и топлотне енергије, због свог децентрализованог начина рада;
- смањење потребе за улагањем у преносну и дистрибутивну инфраструктуру;
- могућност прихода продајом вишка електричне енергије, водене паре и топлоте,

- лакше проширење енергетских капацитета у складу са електричним и топлотним потребама;
- могућност интеграција обновљивих извора енергије.

ВРСТЕ ТРИГЕНЕРАЦИЈСКИХ СИСТЕМА

Класификацију ССНР система могуће је извршити према врсти примарног горива, инсталираној снази, врсти термодинамичког радног циклуса, односу локације за производњу и за коришћења појединих енергија и редоследу коришћења енергија [4].

1.2 Према врсти примарног горива

Према примарном гориву, разликују се ССНР постројења која раде на горива фосилног порекла, као што су угаљ, дизел гориво, природни гас, или обновљиве изворе енергије, као што су биогас, чврста биомаса, геотермална енергија или отпад. У последње време, са популаризацијом коришћења водоника, и овај носилац енергије може се сврстати у групу примарних горива ССНР постројења.

1.3 Према величини постројења

Уобичајено се по величини ССНР системи деле на велике, средње, мале и микро постројења. Под великим се подразумевају постројења снаге веће 10 MW, средње од 1 до 10 MW, мала од 50 kW до 1 MW, а микро мања од 50 kW. Велики ССНР системи се претежно користе у склопу великих индустријских постројења или као велике централизоване електране. ССНР системи средње снаге користе се у системима даљинског грејања⁵² и хлађења, а мали и микро капацитети у комерцијалним, институционалним, стамбеним и малим индустријским објектима.

1.4 Према термодинамичком циклусу

ССНР системи, са изузетком оних који раде са горивим ћелијама, могу се поделити према врсти термодинамичког циклуса по коме се остварује трансформација топлотне у механику енергију. Тако се разликују ССНР системи који раде по:

- Ранкин-Клаузијусовом циклусу,
- Џуловом циклусу,
- органском Ранкиновом циклусу,
- комбинованим циклусима,
- Дизеловом или Отовом циклусу,
- Стирлинговом циклусу,

Будући да се у горивим ћелијама остварује директна трансформација водоника у електричну енергију, а топлота јавља као нуспроизвод, јасно је да у овом случају не постоји термодинамички циклус, већ термо-електрични процес. Самим тим класификација ових система по овом критеријуму није могућа.

1.4.1 Постројења која раде по Ранкин-Клаузијусовом циклусу

Иако је почела да се користи пре више од 100 година, технологија производње електричне енергије у термоелектранама које раде по Ранкин-Клаузијусовом циклусу (*Rankin Clausius Cycle*, RCC)⁵³ и даље је у употреби. Примарни радни флуид у RCC је вода-водена пара, а примарно гориво најчешће угаљ, а може бити и било које друго фосилно или обновљиво гориво. Термоелектране које раде по овом циклусу граде се у распону снага од 50 kW до неколико стотина MW. Поред парног котла, у коме се остварује процес сагоревања горива и загревање воде и стварање паре високог притиска и температуре, парна турбина, у којој се врши

⁵² У наставку текста за системе даљинског грејања користиће се акроним СДГ

⁵³ У наставку текста за Ранкин-Клаузијусов циклус користиће се акроним RCC

трансформација термомеханичке енергије прегрејане водене паре у чисто механичку енергију и покреће вратило турбине, чини други најважнији елемент овог постројења. Парне турбине, осим што могу бити кондензационе, када пара одлази у кондензатор, могу бити и противпритисне. Код противпритисних турбина пара на изласку из турбине има знатно вишу температуру од околине. Главне предности и недостаци постројења која раде по *RCC* за коришћење у тригенерационим енергетским системима приказане су у табели 1.

Табела 1. Предности и недостаци постројења која раде по *RCC*

ПРЕДНОСТИ	НЕДОСТАЦИ
Коришћење било ког горива укључујући и обновљиве изворе енергије	Гломазна конструкција
Дуг животни циклус	Споро реаговање на промене оптерећења
Висока укупна ефикасност	Висока инвестициона цена
Односи произведене топлоте и електричне енергије се могу флексибилно варирати	Потреба за паром високе вредности енталпије
Екстракција паре на жељеном притиску и температури	Споро покретање

1.4.2 Постројења која раде по Џуловом циклусу

Постројења која раде по Џуловом циклусу као примарно гориво обично користе природни гас или неко течно фосилно гориво као што је лако лож уље или дизел гориво. Радни флуид који покреће гасну турбину чине продукти сагоревања, високе температуре и притиска, настали сагоревањем горива. Типичан опсег снага ових постројења варира од дела мегавата до неколико стотина мегавата. Најчешће коришћени типови су гасне турбине отвореног циклуса, иако су доступни типови затвореног циклуса. Главне предности и недостаци постројења која раде по Џуловом циклусу за коришћење у тригенерационим енергетским системима приказане су у табели 2.

1.4.3 Постројења која раде по органском Ранкиновом циклусу

Органски Ранкинов циклус (*Organic Rankine cycle, ORC*)⁵⁴, циклус је варијација *ORC*, а који уместо воде као радног флуида користи неки органски флуид. Релативно ниска температура испаравања органског флуида омогућује коришћење извора топлоте нижих температура (тзв. отпадне топлоте). Као и код постројења која раде по *ORC*, топлота преузета из нискотемпературног топлотног извора претвара се у механички рад који се затим користи за производњу електричне енергије. Избор радног флуида је један од најважнијих фактора за квалитетан и ефикасан рад целог постројења. За разлику од воде, органски флуиди имају тенденцију деградације на вишим температурама на којима су подложни одређеним хемијским променама. Код избора органског флуида треба водити рачуна и о његовом утицају на животну средину.

⁵⁴ У наставку текста за органски Ранкин-Клаузијусов циклус користиће се акроним *ORC*

Табела 2 Предности и недостаци постројења која раде по Џуловом циклусу

ПРЕДНОСТИ	НЕДОСТАЦИ
Ниски инвестициони трошкови	Потреба за висококвалитетним горивом
Висока доступност	Потреба за специјализованим особљем за рад
Висока ефикасност са већим величинама турбине	Висок ниво буке
Релативно ниска цена инвестиције по kW _e производње инсталиране снаге	Могући су дуги периоди поправке
Брза производња и монтажа турбина мале тежине и мале запремине	Нижа механичка ефикасност од клипних мотора
Брза реакција на варирање оптерећења	Мала ефикасност (иако ради непрекидно) при малом оптерећењу
Могућност промене горива и није потребна расхладна вода	Продуктивност и ефикасност опада са порастом температуре околине
Висока температура продуката сагоревања и ниске емисије	Ако се користи гас, потребно је обезбедити напајање под високим притиском

1.4.4 Постројења која раде са комбинованим циклусима

Системи који раде са два спрегнута термодинамичка циклуса, повезана са радним флуидом, и који раде на различитим нивоима температура називају се постројења са комбинованим циклусима. Најраспрострањенији комбиновани системи су они који користе комбинацију Џуловог и RCC или ORC циклуса. Ова комбинација се обично користи у производњи електричне енергије великих снага јер обезбеђује ефикасност и до 55%. Типична електрична снага система креће се од 4 MW до 100 MW. ССНР системи који раде са комбинованим циклусима могу имати ефикасност од 70–90% и однос снаге и топлоте у опсегу од 0,6–2. Главне предности и недостаци постројења која раде са комбинованим циклусима за коришћење у ССНР системима приказане су у табели 3.

Табела 3. Предности и недостаци постројења која раде са комбинованим циклусима

ПРЕДНОСТИ	НЕДОСТАЦИ
Високо ефикасни и исплативи	Ограничења радних температура и ефикасности наметнута је материјалима и дизајном
Брзо реаговање на промене у потражњи за електричном енергијом	Није економично за мале размере
Могућност уградње за две одвојене фазе	Потреба за висококвалитетним горивима као што је дизел гориво

1.4.5 Постројења која раде по Дизеловом или Отовом циклусу

Постројења која раде по Дизеловом или Отовом циклусу у основи чине мотори са унутрашњим сагоревањем. Ови мотори, помоћу клипова који се крећу у цилиндрима, где се одвија процес сагоревања горива, претварају термо-механичку енергију продуката сагоревања у ротационо кретање, тј. у механичку енергију. За мала ССНР постројења, снаге испод 1 MW, најчешће се користе управо клипни мотори. Мотори са унутрашњим сагоревањем могу се класификовати на моторе велике брзине (1000–3600 о/мин), средње брзине (275–1000 о/мин), мале брзине (58–275 о/мин) или према излазној снази. Код ових мотора, топлота за рекуперацију преузима се од флуида којима се мотор хлади (80–90°C) и од продуката сагоревања (400–600°C). У неким случајевима топлота се може рекуперисати и из система за међухлађење и подмазивање уља.

1.4.6 Постројења која раде по Стирлинговом циклусу

Постројења која раде по Стирлинговом циклусу, који се састоји од две изотерме и две изохоре, користе топлотну енергију насталу спољашњим сагоревањем. Радни флуид ових мотора је одговарајућа количина ваздуха, хелијума или водоника, који је раздвојен и не меша са околним ваздухом. Због спољашњег сагоревања ово мотори могу радити са било којим горивом. У

поређењу са Дизеловим и Отовим моторима са унутрашњим сагоревањем, овај мотор има већи термодинамички степен корисности - теоријски једнак Карноовом. Због тога *ССНР* постројења која раде по овом циклусу, мање загађују околину. Међутим, овај мотор је знатно компликованији, и његова употреба још увек није комерцијално исплатива. Главне предности и недостаци постројења која раде по Стирлинговом циклусу за коришћење у *ССНР* система приказане су у табели 4.

Табела 4. Предности и недостаци постројења која раде по Стирлинговом циклусу

ПРЕДНОСТИ	НЕДОСТАЦИ
Независан од горива и лак за контролу	Лош однос тежине и снаге
Веома тих, без вибрација током рада	Скупи материјали за делове мотора високе температуре
Веома ниске емисије штетних продуката сагоревања	Ограничена могућност за покретне примене
Може се изградити као заменљива јединица	Ограничена доступност
Независност производње електричне и топлотне енергије	Потреба за даљим развојем
Дуги временски интервали између одржавања и великих ремонта	

1.4.7 Гориве ћелије

У поређењу са традиционалним технологијама, који хемијску енергију горива ослобођену његовим сагоревањем претварају у механичку енергију, која се у генераторима претвара у електричну, производња електричне енергије помоћу гориве ћелије заснована је потпуно другачијој технологији. Гориве ћелије, слично галванским батеријама, производе електричну енергију директним претварањем хемијске енергије у електричну. При томе, за разлику од батерија, оне могу да раде без прекида, а за то је неопходно да се континуално снабдевају горивом. Горива ћелија састоји се од две електроде, које су одвојене мембраном или електролитом. На аноду се доводи гориво, по правилу водоник, мада може и метан, метанол, сирћетна киселина или раствор глукозе, где оксидује. На катоду се доводи оксидационо средство, које се ту редукује.

Гориве ћелије су најскупљи начин производње електричне енергије, али генерално показују високу електричну ефикасност под различитим оптерећењем. Постоји пет главних типова гориве ћелије категорисаних према врсти употребљеног електролита, а то су: алкалне, са фосфорном киселином, са мембраном за измену протона, са растопљеним карбонатом и са чврстим оксидом.

1.5 Према месту производње и коришћења произведених енергија

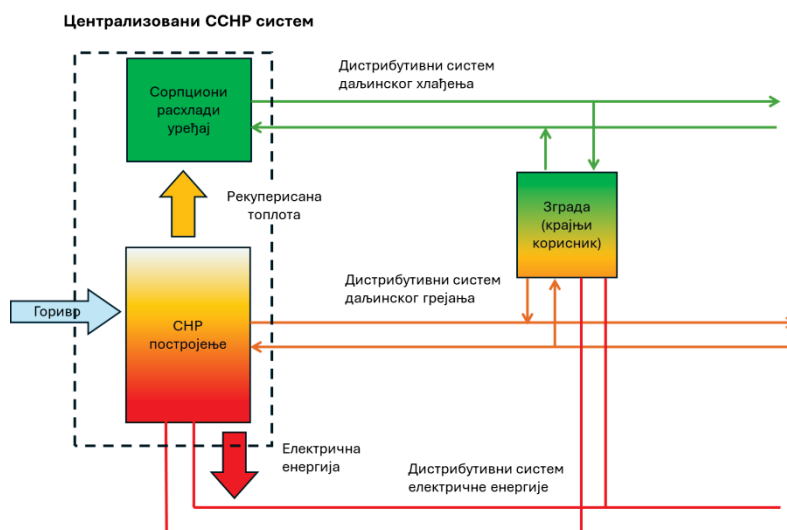
У зависности да ли се загревање флуида за остваривање процеса грејања и хлађења, дешава на истој или локацији измештеној од места производње електричне и топлотне енергије, разлику се:

- централизовани *ССНР* системи и
- децентрализовани *ССНР* системи.

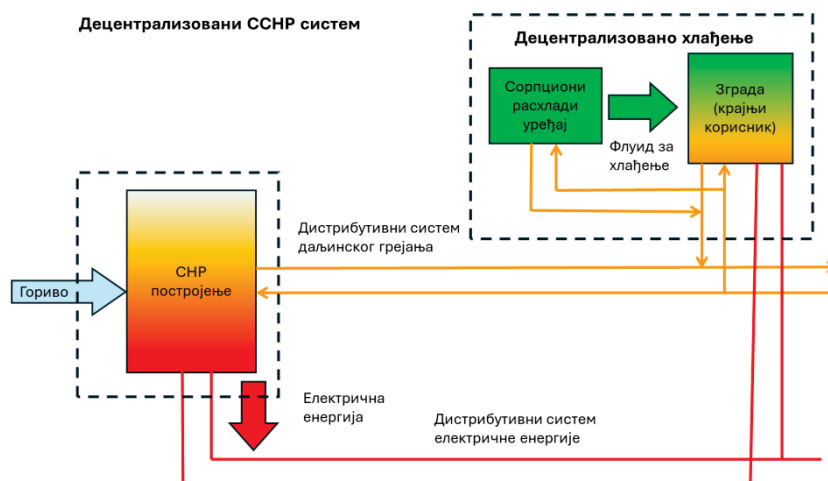
У централизованим *ССНР* системима, слика 3, загревање флуида за грејање и хлађење остварује се у оквиру истог постројења у коме се производи електрична и топлотна енергија. Са те централне локације врши се дистрибуција ових флуида од крајњих корисника. Коришћење електричне енергије може бити локално или преко преносног система и дистрибутивне мреже за електричне енергије. Оваква конфигурација постројења повећава ефикасност процеса грејања, хлађења и производње електричне енергије, али истовремено захтева и велика улагања у преносну и дистрибутивну мрежу даљинског грејања и даљинског хлађења.

У децентрализованим *ССНР* системима, слика 4, електрична и топлотна енергија се производи на једној локацији, са које се топлота преноси до локације корисника, где се користи за погон уређаја за локално хлађење, односно грејање. Оваква конфигурација је и најчешћа и најфлексибилнија. Њена главна предност је да не постоји ни преносни ни дистрибутивни систем

даљинског хлађења, што утиче на смањење цене инвестиције и губитака енергије при њеној дистрибуцији.



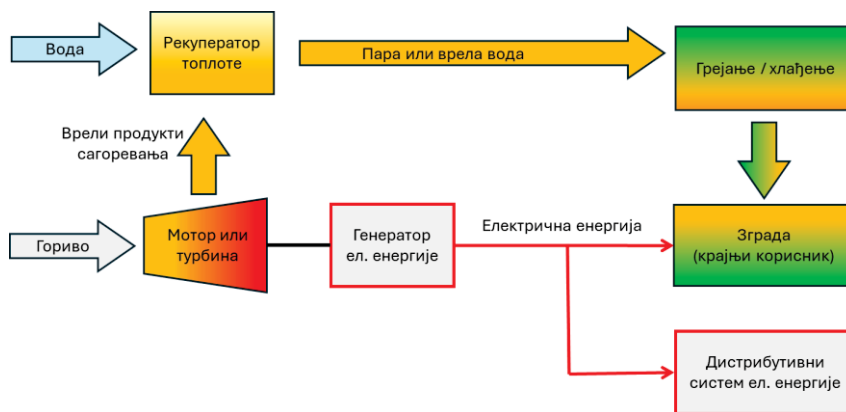
Слика 3 Шематски приказ централизованог ССНР система



Слика 4 Шематски приказ децентрализованог ССНР система

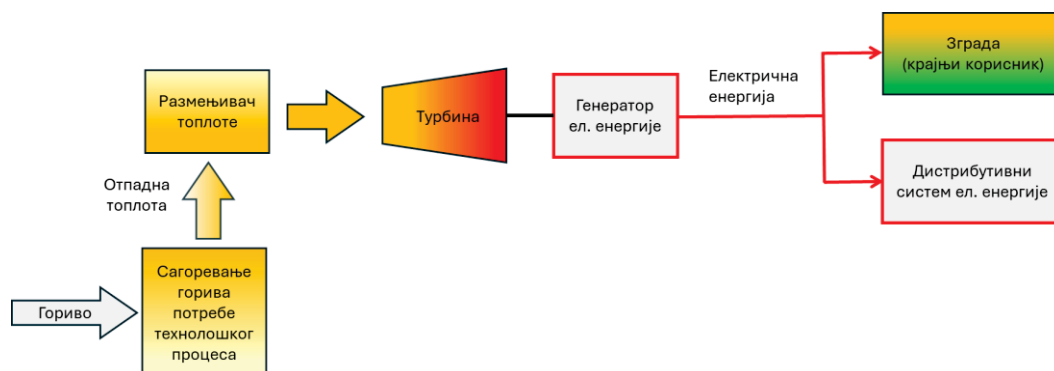
1.6 Према приоритету произведене енергије

ССНР системи се могу класификовати у зависности да ли је приоритетна производња електричне или топлотне енергије. Код ових првих, код којих је приоритет производња електричне енергије, топлота ослобођена сагоревањем горива пре свега се користи за производњу електричне енергије, а преостала отпадна топлотна, као нуспроизвод, за задовољавање потреба грејања, хлађења или неког технолошког процеса, слика 5. Ово је уобичајен редослед коришћења топлотне енергије и има широку примену и у сектору зградарства и у сектору индустрије.



Слика 5 Шематски приказ ССНР система са приоритетном производњом електричне енергије

У другом случају, приоритет је производња топлоте, потребне за остваривање неког високотемпературног технолошког процеса. Сагоревањем горива ослобођена топлота најпре се користи за потребе технолошког процеса, након чега се користи за производњу електричне енергије, слика 6. Овакви ССНР системи примењују се у индустрији производње цемента, челика, керамичкој, гасној и петрохемијској индустрији, што их чини релативно ретким.



Слика 6 Шематски приказ ССНР система са приоритетном производњом топлотне енергије

ЈЕДИНИЦЕ ЗА РЕКУПЕРАЦИЈУ ТОПЛОТЕ

Под рекуперацијом топлоте у ССНР системима подразумевају се процеси преузимања топлоте од продуката сагоревања већ искоришћених за производњу електричне енергије, расхладног флуида или других извора топлоте, како би се она искористила у неком додатном термо-енергетском процесу. Рекуперацијом топлоте се смањује потрошња горива и повећава укупна енергетска ефикасност система. По начину рада се разликују две врсте уређаја за рекуперацију топлоте: размењивачи топлоте, у којима топлота прелази са топлијег на хладнији флуид без да се у њима остварују процеси додатног сагоревања горива и уређаји у којима топлота прелази са топлијег на хладнији флуид и у којима се врши додатно сагоревање горива.

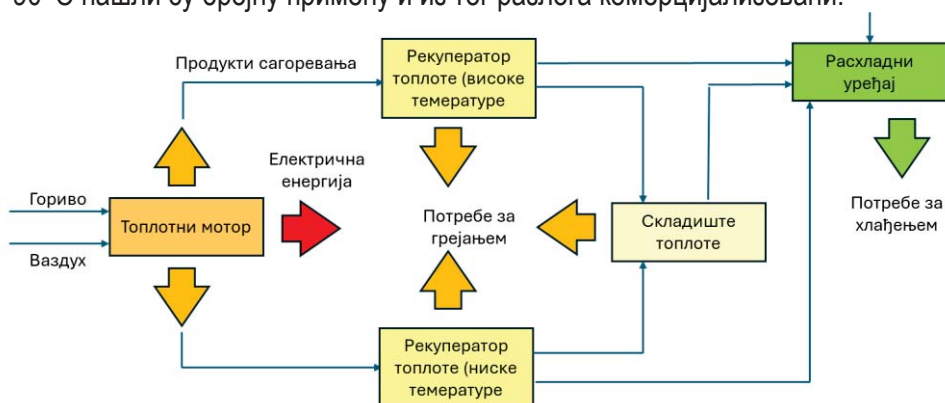
Потенцијал за регенерацију топлоте пре свега зависи од температуре флуида од кога жели да се преузме топлота, а капацитет и од расположиве количине и од његове температуре. Истовремено, од његове температуре зависи и могућност његовог коришћења у наредном технолошком процесу.

СИСТЕМИ ЗА ХЛАЂЕЊЕ

Будући да је у ССНР системима, као нуспроизвод производње електричне енергије тзв. отпадна топлота, за остваривање расхладног учинка примењују се апсорпциони и адсорпциони расхладни уређаји.

Рад апсорпционих расхладних уређаја, заснован је на процесу апсорпције, тј. физичко-хемијском процесу растварања атома, молекула или јона једне материје (апсорбер) у одговарајући гас или течност (апсорбент), што доводи до промене температуре и притисак испаравања раствора. Радни флуид обично је раствор амонијака у води или литијум бромида у води. Одговарајућом променом притиска и концентрације раствора и довођењем топлоте раствору у тзв. генератору, врши се испаравање амонијака из воде, који је након хлађења и кондензације на вишем притиску и вишој температури и накнадног адијабатског пригушивања и тиме снижавања притиска и температуре испаравања у стању да оствари ефекат хлађења. Једностепени апсорпциони расхладници могу да раде на топлој води ниске температуре или пари ниског притиска (0,8–1 бар). Ипак, ефикаснији су двостепени и тростепени апсорпциони уређаји, али и захтевају више температуре и више радне притиске.

Рад адсорпционих расхладних уређаја заснива се на процесу адсорпције, односно адхезији атома, јона или молекула гаса, течности на неку површину. Процес је сличан апсорпцији, али се разликује по томе што су адсорбери флуиди који не продиру адсорбент, него се задржавају на његовој површини и што је адсорбент увек у чврстом агрегатном стању. Адсорпциони расхладни уређаји, који се састоје од испаривача, два адсорпциона размењивача топлоте и кондензатора, користећи топлотну енергију за процесе испаравања и кондензације воде и само малу количину електричне енергије за погон пумпе којим се остварује струјање флуида, имају изузетно ефикасан расхладни учинак. Адсорпциони расхладни уређаји који користе радне парове силика гел-вода, будући да се могу покретати водом температуре већ од 60–90°C нашли су бројну примену и из тог разлога комерцијализовани.



Слика 7 Шема тригенерационог постројења са складиштем топлоте

СКЛАДИШТЕЊЕ ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ

Неусаглашеност производње и потреба за енергијом за грејање, односно хлађење представља специфичност коришћења тригенерационих система у области зградарства. При устаљеној производњи електричне енергије, ствара се одговарајућа, устаљена количина топлоте. Међутим потребе за грејањем, односно хлађењем зграда нису устаљене, већ зависе од доба дана и климатских прилика. У сврху превазилажења овог проблема користе се акумулатори или складишта топлоте, који служе да се у њима депонују вишкови произведене топлоте, који се касније користе у пиковима захтева за грејањем, односно хлађењем, слика 7. Правилним избором величине складишта топлоте, повећава се број радних сати система и омогућава димензионисање целог енергетског система на нижу вршну снагу, смањујући тиме инвестициону цену у постројења.

У зависности од потреба, складишта топлоте топлоту могу складиштити на дужи или краћи временски период. Међутим, они се углавном класификују на оне чији се рад заснива на принципу складиштења тзв. осетне топлоте (медијум за складиштење топлоте мења температуру али не и агрегатно стање), затим принципу складиштења тзв. латентне топлоте

(медијум за складиштење не мења температуру, али мења агрегатно стање) и она у којима се складиштење топлотне енергије заснива на нанотехнологији.

МЕТОДЕ ПРОЈЕКТОВАЊА

Приликом пројектовања ССНР система, за случај да ће он да се користи за потребе грејања и хлађења зграда, најпре је потребно установити опште услове, као што су доступност пратеће инфраструктуре, расположивост грађевине површине, услове заштите животне средине, итд., затим установити динамику потреба за грејањем и хлађењем зграда, те одабрати прелиминарну конфигурацију и извршити избор компоненти потребних капацитета и типова. У току овог процеса мора се водити рачуна о ефикасности, перформансама и компатибилности свих компоненти. Затим је потребно да се усвоји оперативна стратегија по којој ће систем функционисати, а у којој кључни параметар треба да буду енергетске потребе зграда. Након тога, потребно је извршити оптимизацију сваке компоненте, скупова компоненти тако да рад целог ССНР система буде избалансиран у смислу што мањих инвестиционих и трошкова одржавања, потрошње енергије и емисија ГХГ гасова и штетних материја у животну средину.

При пројектовању и избору ССНР система пожељно је користити тзв. методе управљања енергијом, термодинамичке методе, техно-економске и вишекритеријалне и вишепараметарске методе одлучивања.

Под методом управљања енергијом подразумевају се методе управљања потражњом електричне енергије, методе управљања потражњом енергије за грејање и методе управљања потреба за хлађењем. Свака од ове три методе претпоставља димензионисање ССНР система тако да у потпуности задовољи једну основну потребу, док се остале енергетске потребе делом задовољавају енергијама из ССНР система, а делом из допунских енергетских система. Нпр. код методе управљања потражњом за енергијом за грејање, ССНР систем се пројектује тако да у потпуности задовољи потребе за енергијом за грејање. Евентуални недостатак електричне енергије надокнађује се куповином или у случају појаве њених вишкова, њеном продајом.

Термодинамичке методе димензионисања подразумевају оптимизацију ССНР система у смислу остваривања максималне енергетске ефикасности различитих компоненти, а тиме и целог система. Друга величина који се све више користи у термодинамичким анализама је ексергија којом се мери квалитет, а не количина енергије и којом може да се квантификује мера њене деградације. Сходно томе, могу се установити и отклонити слабости појединих компоненти и целог система.

Техно-економска метода димензионисања подразумева методе којима је основни критеријум оптимизације повећање економски добити, што није нужно у складу са термодинамичким критеријумима. Ове методе се свде на оптимизацију пројекта са аспекта остваривања најнижих трошкова (инвестиционих, оперативних, трошкова одржавања) различитих компоненти и целог система, уз задржавање његове функционалности, поузданости и сигурности.

МЕТОДЕ ДОНОШЕЊА ОДЛУКА

Пре доношења одлука о коначном решењу потребно је да се идентификују и установе критеријуми на основу којих ће се доносити одлуке. У том смислу, сви прикупљени подаци из анализе пројектног решења и оптимизације система треба да буду укључени у процес, при чему треба спровести и:

- анализу трошкова и користи;
- анализу предности и недостатака;
- анализу осетљивости и ризика.

На крају, пожељно би било спровести и неку од вишекритеријумских метода одлучивања, у смислу проналажења најбољег решења из низа могућих решења, а према више унапред дефинисаних критеријума.

ЗАКЉУЧАК

Тригенерациони енергетски системи су једно од најефикаснијих решења за трансформацију енергије. Ови системи, у поређењу са засебним енергетским системима за задовољавање истих потреба, ефикасније користе гориво, што доприноси и његовој смањеној потрошњи и финансијским уштедама. Сагоревањем мање горива емитује се мање гасова стаклене баште и смањује загађење животне средине. Смањеном потрошњом горива подиже се енергетска сигурност државе, јер се смањују потребе за увозом и смањује спољнотрговински дефицит. Локална, диверзификована производња електричне и топлотне енергије доприноси релаксацији електроенергетског и система даљинског грејања и смањује преносне и дистрибутивне губитке. Проблем летњих пикова у потрошњи електричне енергије, која се користи за подмиривање потреба уређаја за хлађење, превазилази се коришћењем отпадне топлоте и употребом сорпционих расхладних уређаја.

Да би избор и пројектовање ових сложених термоенергетских система било успешно, потребно је применити више метода за избор оптималне конфигурације, појединих компоненти, радних параметара, ускладити их са пројектованим потребама, те извршити евалуацију већег броја могућих решења. Једино тако, и уз примену више једнопараметарских и вишекритеријских метода за одлучивање могуће је доћи до оптималног решења.

Захвалница

Овде приказани резултати су резултат истраживања подржаног од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација РС по Уговору о финансирању научноистраживачког рада запослених у настави на акредитованим високошколским установама у 2024. години бр. 451-03-65/2024-03/200105 од 5.2.2024. године.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Deepesh Sonar: Chapter 4 - *Renewable energy based trigeneration systems—technologies, challenges and opportunities*, Renewable-Energy-Driven Future Technologies, Modelling, Applications, Sustainability and Policies, 2021, Pages 125-168
- [2] Yang Shi Mingxi Liu Fang F: *Combined Cooling, Heating, and Power Systems : Modeling, Optimization, and Operation*, ISBN 9781119283355, Wiley & Sons, Incorporated, John, 2017
- [3] Ali Keshavarz, Masood Ebrahimi, *Combined Cooling, Heating and Power: Decision-Making, Design and Optimization*, Elsevier Health Sciences, 2014
- [4] Nganyang Paul Bayendang, Mohamed Tariq Kahn, Vipin Balyan, *Combined cold, heat and power (CCHP) systems and fuel cells for CCHP applications: a topological review*, Clean Energy, Volume 7, Issue 2, April 2023, Pages 436-491, 2023

ODREĐIVANE CENA U REGULISANIM DELATNOSTIMA

Dr Gordan Tanić, konsultant
tanicgordan@gmail.com

Pregled

- Komponenta obuhvata :
 - različiti oblici kontrole cena
 - odnos između cene i utvrđivanje dozvoljenog prihoda
 - o toku gotovine i računovodstvenom pristupu utvrđivanja dozvoljenog prihoda
 - building blocks pristup utvrđivanju MOP-a

Različiti oblici cenovne kontrole (I)

- Forme cenovne kontrole ustanovljene od strane regulatora mogu da imaju dve dimenzije – podsticajnu, i metod konverzije u kontrolu cena.
- Podsticajni elementi mogu da se određuju kroz:
 - dužinu regulatornog perioda
 - upotrebu egzogenih informacija
 - odnos prema prethodno zacrtanim ciljevima

Različiti oblici cenovne kontrole (II)

- Metodi konverzije u kontrolu cena
 - čista kontrola cena
 - kontrola prihoda
 - hybrid
- Metode uključuju različitu raspodelu rizika između kupaca i preduzeća
- Ono što je zajedničko svim ovim metodama je koncept utvrđivanja odobrenog prihoda (MOP)

Osnov za postavljanje kontrole cena

- Kontrola cena treba da omogući da firma unapred, ex ante , zna da će povratiti sve efikasne troškove od pružanja usluge
- Dakle , u sklopu toga, regulator mora da proceni troškove koji bi trebalo da budu nadoknađeni kroz uspostavljanje dozvoljenog prihoda za obavljeni posao

- Otuda, adekvatna kalkulacija MOP-a je pitanje raspolaganja pravim informacijama neophodnim za njegovo uspostavljanje.

Identifikovanje ulaza u model

- Ulazi za obračun dozvoljenog prihoda bilo kojom od navedenih metoda su:
 - Vrednovanje imovine
 - Amortizacija
 - Cena kapitala
 - Očekivani operativni troškovi
 - Očekivani kapitalni rashodi

Značaj informacija za utvrđivanje cena (1)

- U sledećim komponentama ćemo pokriti različite inpute u izračunavanju dozvoljenog prihoda i utvrđivanje cena:
 - Dva glavna pitanja sa kojima se suočavaju regulatori
 - asimetričnost informacija
 - podsticajna pitanja
 - Firma ima bolje informacije o svojim aktivnostima (sadašnjim i budućim)
 - Od oblika kontrole cena zavisice I način na koji će firma da nastavi sa podizanjem efikasnosti i poboljšanjem kvaliteta usluga

Značaj informacija za utvrđivanje cena (2)

- Regulator treba da nastoji da minimizira ove asimetrije informacija i to:
 - uvođenjem regulatornog računovodstva
 - razdvajanjem regulisanih od neregulisanih delatnosti
 - i da smanji uticaj ovih asimetrija putem korišćenja egzogenih informacija

Značaj informacija za utvrđivanje cena (3)

- Korišćenje egzogenih informacija povećava podsticajnu moć režima , ali zahteva snažne tehnike za poređenje
 - Kroz regulatorni proces određivanja tarifa koji podrazumeva eksplicitno razdvajanje individualnih komponenti troškova (the “building block approach”), neophodno je obezbediti da podsticajni mehanizmi budu istovetni za svaku kategoriju troškova

- Ako nisu , onda će se narušiti njihov smisao i upotrebna funkcija

Pregled

- Zašto izračunati " dozvoljen prihod"?
- Koje troškove posmatrati?
 - ☐ Opex
 - ☐ Capex
- Kako efikasno odrediti nivo troškova?
 - ☐ Na osnovu predloženog (pretpostavljenog) teorijskog modela;
 - ☐ Na osnovu detaljnog uvida u aktuelne troškove kompanije, ili
 - ☐ Kroz merenje njegovih performansi u poređenju sa drugima - benchmarking.

Troškovi koji treba da budu nadoknađeni

- Opex
 - ☐ Očekivani operativni rashodi
- Capex
 - ☐ Očekivani kapitalni rashodi (za nove investicije)
 - ☐ Amortizacija na postojeću imovinu
 - ☐ cena kapitala za postojeća sredstva
- Dozvoljena Prihodi (pojednostavljen)
 - ☐ Opex+ Amortizacija + Prinos na angažovani capital

Očekivani operativni rashodi

- Koji je trenutni nivo operativnih troškova ?
 - ☐ Razlika između kontrolisanih i ne- kontrolisanih troškova
 - ☐ Kako su ovi bili klasifikovani ?
- Preduslov je dosledna klasifikacija troškova
- Regulator treba da bude u stanju da posmatra trenutni nivo operativnih troškova iz regulatornih računa poslovanja.
- Regulatorno računovodstvo propisuje procese, načine i forme sastavljanja bilansa uspeha I bilansa stanja koje je neophodno pripremiti za regulatorne potrebe.
- Osnovna pretpostavka praćenja regulisanog poslovanja je postojanje razdvojenih računa u uslovima kada se u okviru jedne kompanije obavlja više delatnosti, kako bi se sprečila međusobna prelivanja troškova.

Očekivani nivo operativnih troškova

- Kako regulator da proceni opravdani nivo troškova koji bi trebalo da se nadoknadi iz cene?
 - Koristi specifične informacije firme – ako je firma smanjila troškove za 3% godišnje tokom poslednjih pet godina , onda je to cilj za sledećih pet godina ; ili
 - Koriste egzogene informacije - ciljani nivo troškova
- postize korišćenjem podataka uporedivih preduzeća - benchmarking

Procena imovine i amortizacije

- U tradicionalnom regulatornom režimu ,metod vrednovanja imovine čini temelj sistema. Tretman investicija u prošlosti treba da bude :
- Dosledan i transparentan, kako bi se:
- sprečilo da investicije koje su donirane ili eksproprisane budu uključene u regulatornu osnovu
- ostvario optimalni odnos između sopstvenog I pozajmljenog kapitala (gearing) I na taj način ustanovili troškovi kapitala koji ulaze u cenu

Očekivani kapitalni rashodi

- Dok trendovi operativnih troškova su prilično stabilni , kapitalna potrošnja je drugačija :
- Investicije su značajne (velike pare su u pitanju)
- Investicije su nestalne, one mogu da budu odložene ili pomerene u napred
- Dva glavna problema:
- Ex ante, kako su investicije planirane, projektovane?
- Ex post, kako regulator tretira razliku između odobrenih I ostvarenih investicija?

Procena budućih kapitalnih izdataka

- Inženjerski izveštaji o realizaciji investicionih planova
- Benchmarking sa drugim sličnim kompanijama
- Podnošenje odobrenih planova razvoja

Određivanje efikasnih troškova

- Kako se određuje efikasan nivo troškova?
- Predložiti " teorijski " efikasan nivo;
- Procena kompanije odozdo nagore , ili
- Poređenjem njegovih performansi sa drugima

“Theoretical” efficiency

- Teoretska efikasnost polazi od pretpostavke koliki bi troškovi bili da se sada napravi potpuno novo preduzeće?
- Prednost - daje regulatoru ideju koliko daleko je postojeća firma udaljena od tehnički poželjnog optimuma
- Nedostaci – složena je za računanje i zasnovana je na velikom broju pretpostavki i postojećim troškovnim informacijama
- U ovom slučaju često se javljaju “stranded costs”

Koristeći specifične informacije kompanije

- Ako regulisana delatnost zna da se će njeni naponi na podizanju efikasnosti i redukciji troškova odraziti na njenu cenu u narednom regulatornom period, u tom slučaju korišćenjem specifičnih informacija može da utiče da do toga ne dođe, odnosno da se uzdrže od smanjenja troškova do njihovog opravdanog nivoa.
- Da bi se ova pojava sprečila, to zahteva detaljnu regulatornu intervenciju u pravcu zahteva za dostavljanje i kontrole svakog pojedinačnog troška da li je on utvrđen razumno.

Benchmarking performance

- Sve popularniji metod regulacije baziran na konceptu da kontrolu troškova i ocenu njihove opravdanosti zasniva na troškovima uporedivih preduzeća.
- Komparativna prednost nad ostalim metodama :
 - Zasnovan na realnim, iskazanim podacima a ne na “teorijskoj” efikasnosti
 - Rezultati nisu pod uticajem sopstvenog ponašanja firme
- Međutim, ovaj metod koji se još naziva i ‘yardstick competition’ podrazumeva da je regulator u stanju da uoči sve specifičnosti i napravi adekvatno poređenje između preduzeća.

Određivanje cena usluga u regulisanim delatnostima

Komponenta 3:

Vrednost imovine i amortizacija

Pregled

- Uloga regulatory asset base (RAB)
- Utvrđivanje početnog RAB
- Usklađivanje RAB
- Amortizacija
- Ostala pitanja vezana za vrednost imovine

Podsticajna regulacija gleda unapred tako da ona treba prognozu potrebnog prihoda

- Regulator utvrđuje cene ili prihode kako bi se osiguralo da efikasno

preduzeće može zaraditi potrebne prihode tokom perioda kontrole cena

- Postoje tri glavna elementa potrebnog prihoda :
 - Operativni troškovi
 - Amortizacija
 - Razuman povraćaj na uložena sredstva (investicije)
- Ovo je poznato kao 'building block' pristup.
- RAB je osnova za obračun amortizacije i povrata na capital

Koji su ciljevi regulatora pri utvrđivanju RAB-a ?

- Postoji nekoliko ciljeva koje treba razmotriti :
 - obezbeđivanje sigurnosti za investitore
 - podsticaja za investitore
 - pravičnosti - uključujući :
 - raspodela koristi između investitora i kupaca
 - kontinuitet početnog nivoa cena iz socijalnih razloga
 - obezbeđivanje ispravnih cenovnih signala za potrošnju, investicije , itd

Kako se utvrđuje vrednost RAB -a ?

- $RAB = \text{Inicijalna vrednost} + \text{nova investicija}$

Postoje tri vrste pristupa u postavljanju početne vrednosti RAB

Računovodstveni pristup	Modelski pristup	Tržišni pristup
HCA - Historic cost accounting	MEA	Tržišna kapitalizacija
CCA - Current cost accounting	DCF	Prodajna cena
Zamenski troškovi	DORC	
	Deprival rule	

Računovodstveni pristup

- Računovodstvo na bazi istorijskih troškova- sredstva se vrednuju po njihovoj originalnoj kupovnoj vrednosti i troškovi se amortizuju tokom njihovog računovodstvenog života
- Tekući računovodstveni troškovi - sredstva se vrednuju po njihovoj originalnoj kupovnoj vrednosti ali se knjigovodstvena vrednost revalorizuje svake godine shodno ostvarenoj inflaciji.

Ovakav pristup je nastao u UK and NZ u 70-im godinama kao način borbe protiv visoke inflacije. Često je zastupljen i u Latinskoj Americi.

- Zamenska vrednost – sredstva se vrednuju tako što se istorijska vrednost sredstava revalorizuje za rast cena svakog pojedinačnog sredstva koje je predmet procene.

Tržišni pristup

- Tržišna kapitalizacija. Kompanija se procenjuje koristeći berzansku vrednost akcija plus neto dug.
- Početna prodajna cena. Gde su preduzeća privatizovana, vrednost RAB-a je zasnovana na početnoj prodajnoj ceni.

Modelski pristup

- Moderni ekvivalent imovine (MEA) Sredstva se vrednuju:
 - Na osnovu troškova kupovine novih sredstava sa kojima bi se obavljala istovetna delatnost
 - Ili nadoknativa vrednost postojećeg sredstva ukoliko ne vredi njegova zamena
- Diskontovani neto novčani tok (DCF). Procena kompanije se utvrđuje na osnovu neto sadašnje vrednosti (NSV) budućeg toka profita .
- Amortizovani optimalni zamenski troškovi (DORC). Prvo se utvrdi optimalna veličina i struktura sredstava koja se potom valorizuje na bazi aktuelnih tržišnih cena i svede na sadašnju vrednost primenom aktuelnih stopa amortizacije.

Ažuriranje RAB

- Pošto je uspostavljena početna vrednost , to je onda važno da se utvrditi kako se promene odražavaju na RAB :
 - opšte promene u vrednosti postojećih sredstava ;
 - investicije u sistemu i
 - amortizacija sredstava
- Ovo će omogućiti projektovanje vrednosti RAB-a tokom predstojećeg perioda kontrole cena.

Amortizacija

- Normalna upotreba sredstava podrazumeva smanjenje njihove sposobnosti da pružaju usluge;
- Ovaj ' potrošnja ' vrednosti imovine treba da se ogleda u operativnim troškovima i vrednost kapitala preduzeća;
- Kako treba uspostaviti trošak amortizacije ?

Pristup amortizaciji

- Opcije za razmatranje uključuju :
 - trenutni troškovi amortizacije;
 - istorijski trošak amortizacije ;

○ amortizacija početne vrednosti RAB-a po jednim stopama plus posebna amortizacija novih investicija ; i

○ na osnovu životnog veka infrastrukturnih sredstava

● Svaka opcija efikasno utiče na raspodelu amortizacije

između postojećih i budućih sredstava budući da menja nivo

I strukturu sredstava za koje se pretpostavlja da će postojati u budućnosti.

Određivanje cena usluga u regulisanim delatnostima

Komponenta 4: Troškovi kapitala

Pregled

● Uloga i cilj " dozvoljene" stope prinosa (SP)

● Proračun dozvoljene SP

● Interakcija regulatornog režima i SP

● Finansijsku održivost

Dozvoljena stopa prinosa SP

● Ovo je zasnovano na proceni troškova kapitala za kompaniju :

○ Napomena - regulator ne određuje troškove kapitala , to radi tržište

○ Međutim , regulator može da utiče na cenu kapitala

● Trošak kapitala se obično procenjuje kao :

○ marginalni troškovi finansiranja

○ normalno zasnovan na mešavini duga i kapitala

○ sagledavanjem budućih potreba za određeni vremenski horizont ali prvenstveno zasnovan na istorijskim ili uporeivim podacima

○ predmet akademske rasprave da se na odgovarajući način izračuna

Uloga stope povraćaja

● Stopa povraćaja određuje dobit koja može biti ostvarena na:

○ postojećim sredstvima; i

○ novim investicijama

● Odnos stope povraćaja i stvarne cene kapitala je :

○ ukoliko $SP = CK$ onda investicija bi trebalo da bude na optimalnom nivou

○ koliko $SP > CK$ onda firma ima podsticaj da prekomerno investira

- ukoliko $SP < CK$ onda firma ima podsticaj da manje investira

Troškovi kapitala i oporezivanje

- Kompanije moraju da plaćaju porez na ostvareni profit korporacije
- Regulatori mogu tretirati korporativne poreze kao deo profita, ili kao posebnu stavku troškova
- u prvom slučaju govorimo o pre-tax troškovima kapital
- u drugom slučaju govorimo o post-tax troškovima kapital

Izračunavanje troškova kapitala

- SP se normalno obračunava kao ponderisana prosečna cena kapitala (Weighted Average Cost of Capital - WACC)
- To je mešavina duga i kapitala - dva osnovna oblika finansiranja
- Post-tax WACC se definiše kao:

$$WACC_{post-tax} = (g \times r_d) + [(1 - g) \times r_e]$$

g = stopa zaduženosti , r_d = kamata na dug, r_e = prinos na sopstveni kapital

Cena duga (r_d)

- To je cena zaduživanja kompanije na finansijskom tržištu
- Tradicionalno se procenjuje razmatranjem prinosa na korporativni dug
- Može da bude nedostupan za najveći broj preduzeća , ali je ključ tržište za utvrđivanje troškova pozajmljenih sredstava
- Cena duga se meri kao stopa bez rizika plus premija za rizik kompanije

$$r_d = r_f + DP$$

Bezrizična (Risk-free) kamata

- Stopa bez rizika (RF) je najčešće jednaka troškovima zaduživanja države
- Dva pitanja treba razmotriti :
 - uticaj inflacije. Da li risk-free stopa treba da eliminiše inflacione rizike?
 - koji vremenski horizont treba da se posmatra? Zavisi od oblika regulacije , karakteristike industrije i dostupnosti informacija
- Da li je izračunata kao prinos do dospeća od odgovarajuće vladine obveznice

- Da li treba da bude spot rate ili prosečna stopa?

Kompanijski premijum risk

- Kompanije plaćaju premiju preko stope koja je određena za zaduživanje Vlade zbog:
 - ☐ kreditnog rizika
 - ☐ poslovnog rizika

Primeri troškova duga

Zemlja	Sektor	Datum	Slučaj	rf	Debt premium	rd
UK	Železnica	2000	Low	3.00	1.50	4.50
High	3.00	1.75	4.75			
Voda	1999	Low	2.50	1.50	4.00	
High	3.00	2.00	5.00			
Prenos el.en.	2000	Low	2.50	1.70	4.20	
High	2.75	1.70	4.45			
Holandija	Distrib.el.en.	1999	Base	2.50	0.50	3.00

Troškovi kapitala (re)

- Nekoliko modela postoje za utvrđivanje troškova kapitala:
 - ☐ Capital Asset Pricing Model (CAPM)
 - ☐ Dividend Growth Model – Model rasta dividendi
 - ☐ Arbitrage Pricing Theory
- CAPM se koristi u mnogim zemljama (Argentina, Australija ,Kolumbija , Hong Kong , Indija , Velika Britanija itd)
- Izračunavanje troškova kapitala po CAPM modelu zavisi od raspolaganja značajne količine podataka , ali postoji opcija kada se javi ograničenje informacija.

The Capital Asset Pricing Model

- Izračunavanje troškova kapitala po ovom modelu zasnovano je na poznavanju sledećih podataka:
 - ☐ risk – free (rf);
 - ☐ rizik kompanije (ali samo nediversifikovani ili tržišni rizik) (rm) i
 - ☐ premija rizika kapitala (podrazumeva da držite ceo tržišni portfelj umesto RF)

Izračunavanje Beta faktora (β_e)

- Beta je mera relativne rizičnosti kompanije , uvažavajući nediversifikovani rizik
- Dakle , beta je skalar primenjen na premije rizika kapitala

- Vrednost koja se koristi u obračunu je equity beta .

Ona podrazumeva :

- osnovni poslovni rizik (koji je poznat kao asset beta); i
- finansijski rizik (koji proizlazi iz structure duga i sopstvenog kapitala)
- Dakle , iako dve kompanije imaju isti poslovni rizik , ako imaju različite nivoe zaduženosti, onda će i equity beta biti drugačija .

Premija rizika kapital

- Ovo je predmet velikog broja akademskih i regulatornih rasprava
- Istorijska evidencija upućuje na stope u rasponu od 6% do 10%
- Da li investitori zaista očekuju ovo ?
- Pokušaji da se stope koriguju za očekivanja investitora dovele su do stopa koje se kreću između 2% i 6%
- UK regulatori koriste stopu između 3% i 4%
- Holandski regulator električne energije predlaže stopu od najmanje 6.5 %

Zemlja	Sektor	Datum	Slučaj	rf	ERP	β_e	re
UK	Železnica	1999	Low	3.00	4.00	1.1	7.4
High				3.00	4.00	1.3	8.2
Voda		1999	Low	2.50	3.00	0.7	4.6
High				3.00	4.00	0.8	6.2
Prenos el.en.		2000	Low	2.50	3.50	1.0	6.0
High				2.75	3.50	1.0	6.25
Holandija	Distrib. el.en.	1999	Low	2.50	6.50	0.4	5.0
High				2.50	8.50	1.3	13.6

Gearing

- Cena duga i troškovi kapitala treba da budu ponderisani zajedno za izračunavanje WACC
- Odnos između duga i kapitala je ponder koji se koristi i on se naziva gearing (leverage)
- Gearing se normalno izračunava i iskazuje kao % učešće pozajmljenog kapitala u ukupnom kapitalu (pozajmljenom i sopstvenom)
- Dug treba da se izračunava kao neto dug
- Pitanje koje se postavlja kod izračunavanja gearing je da li treba uzeti aktuelno stanje, marginalno ili optimalno?

Asset Beta

- Za kalkulaciju WACC u CAPM formuli koristi se asset beta factor umesto equity beta faktora.

- Dobijanje asset beta faktora iz equity beta faktora izvodi se po formuli:

$$\beta_a = (1 - g) \times \beta_e$$

WACC i oporezivanje

- Jednom kada se poznata sva tri elementa, može se pristupiti računanju WACC
- Kombinovanjem ova tri podatka mogu se dobiti različiti WACC
- Regulatori su zainteresovani da imaju procene i o post-tax i o pre-tax WACC
- Porezi utiču na dug i kapital na različite načine
- Kamate na dug su izuzete prilikom plaćanja poreza na dobit, što znači da kompanija kroz cenu nadoknadi deo troškova za kamatu a da pri tome taj iznos ne uđe u osnovicu za plaćanje poreza.

WACC example: NGC 2000

	Low	Middle	High
Cost of debt			
Risk-free rate	2.50%	2.63%	2.75%
Debt premium	1.70%	1.70%	1.70%
Cost of debt	4.20%	4.33%	4.45%
Cost of equity			
Risk-free rate	2.50%	2.63%	2.75%
Equity risk premium	3.50%	3.50%	3.50%
Equity Beta	1.00	1.00	1.00
(Implied Asset Beta)	0.30	0.35	0.40
Post-tax Cost of equity	6.00%	6.13%	6.25%
Gearing			
Gearing	70%	65%	60%
Tax rate	30.0%	30.0%	30.0%
Weighted average cost of capital			
WACC - actual	4.74%	4.96%	5.17%
WACC - pre-tax	5.51%	5.87%	6.24%

Model rasta dividendi

- Ponekad se koristi kao model za čekiranje troškova kapitala
- Ovaj model je zasnovan na konceptu da vrednost akcija reflektuje diskontovani tok budućih zarada
- Stoga, ukoliko vam je poznata vrednost akcija i buduće zarade, onda možete sa lakoćom da utvrditi diskontnu stopu

- Takođe se koristi za unakrsnu proveru ERP-a (Equity Risk Premium)

$$r_e = D / (P + \Delta D)$$

Rezime o troškovima kapitala

- CAPM je najrasprostranjeniji pristup za obračun troškova kapitala. U okviru ovog modela:
- Dobri podaci su dostupni i za utvrđivanje cene duga
- Dok je utvrđivanje troškova sopstvenog kapitala, ERP-a i beta faktora izloženo većoj neizvesnosti

СИСТЕМ ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА У ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМУ ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ

Жарко Вуковић

ЈКП Топлана Ваљево

zvukovic.vatop@yahoo.com



Топлана Ваљево је у сарадњи са "KOMAS TRADE" инвеститором пословно-стамбеног простора искористила прилику да објекат који је пројектован за коришћење топлотне пумпе вода-вода прикључи на систем даљинског грејања. Сам пројекат машинских инсталација је захтевао минималне измене.

Објекат је био у завршној фази изградње тако да могућност измена изменјене машинске инсталације није долazio у обзир. Објекат се састоји од 27 стамбених јединица и две јединице пословног простора. Укупно 1400m².

Svaka jedinica ima sopstveno merilo za potrošnju toplotne energije.

Neophodno je bilo odvojiti potrošnju stambenog i poslovnog prostora, jer po pravilima o radu JKP TOPLANA VALJEVO posebno se vodi linija za stambeni i poslovni prostor, a i cena kilovat sata je različita za pomenute kategorije korisnika.



TOPLANA VALJEVO je instalirala paketnu toplotnu podstanicu za projektovanu potrebu objekta od 150KW. Podstanica u sebi sadrži standardnu opremu za samostalan rad i daljinsko upravljanje i kontrolu.

Poznato je da podno grejanje ima ograničenje temperature grejnog fluida tako da je isprogramiran kontroler slao konstantnu temperaturu u sekundarnu mrežu od 38C°, što je kombo ventilom kontrolisano.

Sigurnosni termostat na podstanci je podešen na 50C° da ne dozvoli cirkulaciju u sekundarnom sistemu ukoliko dođe do otkaza nekog od elemenata upravljanja.



Vod za stambeni prostor ima svoje gransko merilo kao i vod za poslovni prostor.

U ormarima ispred stanova je ugrađeno merilo za sopstvenu potrošnju kao i elektro-motorni ventil (on-off) povezan sa daljinskim sobnim termostatom.



Ostala oprema u ormaru je standardna za podno grejanje.

Razvod sekundarne mreže od podstanice do potrošača je izveden klasičnim plastičnim cevima za vodovod sa pratećim fittingom i armaturama.

U eksploataciji se ovaj način daljinskog rejanja pokazao vrlo efikasno što su nam potvrdili i korisnici naših usluga u tom objektu.



- Preduslovi za niskotemperatursko grejanje
 - Objekat mora biti energetski efikasan
 - Podno grejanje u celom objektu
 - Merenje potrošnje svakog korisnika
- Benefiti prilikom gradnje
 - Laka montaža
 - Brzina izrade instalacija
 - Vek trajanja
 - Troškovi održavanja
- Benefit u eksploataciji
 - Veliki komfor i udobnost
 - Mogućnost kontrole utroška toplotne energije
 - Veće iskorišćenje stambenog prostora
 - Lako postizanje zadate temperature ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$)
- Posebno iskustvo korisnika
 - Lako uključivanje/isključivanje sistema za grejanje u svakoj stambenoj jedinici
 - Manji računi za utrošenu toplotnu energiju
 - Iskorišćenje stambenog prostora i uređenje bez ograničenja



HIBRIDNI OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE KAO ODGOVOR EUROPSKIM DIREKTIVAMA ZA DEKARBONIZACIJU ENERGETIKE U HRVATSKOJ

Dalibor Veseli¹, Mladen Antolić²,
HEP Toplinarstvo d.o.o., Zagreb, Hrvatska
MPOWER Synergy j.d.o.o., Zagreb, Hrvatska
dalibor.veseli@hep.hr , mladen.antolic@outlook.com

SAŽETAK

Klimatske promjene uzrokovane nekontroliranim i prekomjernim iscrpljivanjem prirodnih resursa, pojave su koje se više ne događaju negdje drugdje i neke drugome, već se one događaju nama, sada i ovdje. Europska unija, a time i Hrvatska kao njezina članica, obvezale su se na značajne promjene kako bi ublažile i zaustavile ovaj negativan trend. Promjene su usmjerene na smanjenje upotreba fosilnih goriva i njihovu zamjenu obnovljivim izvorima energije, a s ciljem postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine. Takav smjer postavlja velike izazove za modernizaciju i transformaciju energetskega sektora. Kako bi se ostvarili ciljevi nulte emisije ugljičnog dioksida u sektoru grijanja i hlađenja do 2050. godine potrebna je značajna promjena dosadašnjeg načina korištenja i vrednovanja toplinske energije, kao i proizvodnje i korištenja obnovljivih izvora energije. Vodeću ulogu u tome imat će proizvodnja vodika s mogućnosti korištenja na mjestu proizvodnje. Radi uspješnog savladavanja postavljenih izazova potrebno je educirati sve sudionike u lancu, od proizvodnje i skladištenja, preko distribucije do krajnje potrošnje, o vodikovim tehnologijama, koje će u konačnici rezultirati individualnim tehničkim rješenjima za dekarbonizaciju energetike. Takva rješenja potaknut će razvoj vodika, kao i ostalih oblika obnovljivih izvora energije koji će doprinijeti dekarbonizaciji energetike, koja obuhvaća i toplinarstvo, a time i ostvarivanju zadanih klimatskih ciljeva. U Europskoj strategiji za vodik, kroz inicijativu pod nazivom Europski savez za čisti vodik (European Clean Hydrogen Alliance), precizirane su smjernice suradnje izvršne i zakonodavne vlasti, industrije i energetskega sektora sa znanstvenim institucijama i civilnim društvom. Ovaj rad istražio je značaj hibridnih sustava obnovljive energije, uključujući vodik, u svrhu potrebe za dekarbonizacijom energetskega sektora.

Ključne riječi: dekarbonizacija; vodik; energetika; OIE

UVOD

Politika očuvanja klime posljednjih godina je visoko na listi prioriteta Europske unije, a jednako tako i Republike Hrvatske. Kako bi se što učinkovitije odgovorilo na izazove vezane za klimatske promjene, Europa je usvojila tzv. Europski Zeleni Plan (eng. *European Green Deal*) prema kojem je definirano postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine [1]. Postizanje ovog cilja zahtijeva djelovanje svih sektora gospodarstva, uključujući:

- ulaganje u ekološki prihvatljive tehnologije,
- podršku industriji za inovacije,
- uvođenje čistijih, jeftinijih i zdravijih oblika privatnog i javnog prijevoza,
- dekarbonizaciju energetskega sektora,
- energetske učinkovitije zgrade i
- suradnju s međunarodnim partnerima na poboljšanju globalnih ekoloških standarda.

Za područje daljinskog grijanja poseban značaj zauzima usvajanje EU Strategije za integraciju energetskeg sustava (engl. Strategy for energy system integration [2]) i usvajanje Inicijative valova obnove (engl. Renovation wave [3]). Navedeni dokumenti detaljnije su pojašnjeni u sljedećim poglavljima.

Osim toga, Europska komisija je 14. srpnja 2021. godine predložila i zakonodavni paket sa skupom međusobno povezanih prijedloga pod nazivom „Spremni za 55“ (engl. Fit for 55) s ciljem smanjenja neto emisije stakleničkih plinova do 2030. godine za barem 55% u usporedbi s razinama iz 1990. godine. Važno je napomenuti kako se globalni cilj smanjenja neto emisija stakleničkih plinova dijeli na dva dodatna cilja za zemlje koje su u EU-ETS sustavu i one koje su izvan ETS sustava. Za zemlje koje su u EU-ETS sustavu predloženi cilj je smanjenje najmanje 61% do 2030. godine u odnosu na 2005. godinu dok za zemlje, koje su izvan ETS sustava, svaka zemlja ima svoj cilj gdje je prosjek oko 40% na razini EU do 2030. godine u odnosu na razinu iz 2005. godine.

Prema Direktivi (EU) 2018/2001 [4] o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora obvezujući cilj je najmanje 32% udjela energije iz OIE u ukupnoj konačnoj bruto potrošnji energije do 2030. godine. Države članice bi trebale postaviti svoje nacionalne doprinose kako bi zajednički ostvarile obvezujući cilj EU od 32% udjela energije OIE u ukupnoj konačnoj bruto potrošnji energije do 2030. godine. Prema članku 23. Direktive, kod promicanja uporabe OIE u grijanju i hlađenju, svaka država članica nastoji povisiti udio OIE u tom sektoru otprilike za 1,3 % godišnjeg prosjeka u odnosu na razdoblje od 2021. do 2025. i od 2026. do 2030. godine, polazeći od udjela OIE u sektoru grijanja i hlađenja u 2020. godini. To povećanje je ograničeno na 1,1 % za države članice u kojima se ne upotrebljava otpadna toplina i hladnoća. Države prema potrebi daju prednost najboljim raspoloživim tehnologijama.

Trenutna rusko-ukrajinska kriza prouzročila je značajno povećanje cijena energije i energenata te dovela do povećane zabrinutosti u pogledu energetske sigurnosti. Temeljem svih kratkoročnih zbivanja na europskoj razini, ali i globalno, donesen je prijedlog novog skupa mjera kroz REPowerEU plan za uštedu energije, diverzifikaciju isporuke, napuštanje ovisnost o ruskim fosilnim gorivima, povećanje ulaganja u obnovljivu, čistu energiju te kombiniranjem ulaganja i reformi [5]. Dodatno, ambiciozno se razmatra i revizija ciljeva iz Direktive o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora s nedavnih 40% na 45% do 2030. godine (tzv. RED III direktiva [6]).

U novonastalom okruženju, koncept hibridnih sustava obnovljive energije dobiva na važnosti. Hibridni sustavi integriraju više obnovljivih izvora energije zajedno. Kombinirajući komplementarne obnovljive izvore i koristeći napredne tehnike kontrole i optimizacije, hibridni sustavi mogu ponuditi put prema postizanju održive i dekarbonizirane energetske budućnosti. [7]

Osim toga, pojava vodika kao čistog energetskeg nosača dodaje novu dimenziju hibridnim energetskeim sustavima. Kada se integrira u hibridne sustave obnovljive energije, vodik može služiti kao svestrani energetskei nositelj, olakšavajući spoj sektora i omogućavajući dekarbonizaciju sektora poput transporta, industrije i grijanja. [8]

Međutim, unatoč njegovom potencijalu, široko usvajanje vodika suočava se s više izazova. Oni uključuju visoke troškove proizvodnje, ograničenu infrastrukturu za pohranu i distribuciju te tehnološke prepreke vezane uz učinkovitost i skalabilnost. Osim toga, dobava vodika, bilo putem elektrolize ili drugih metoda, mora na prvom mjestu voditi računa o održivosti i smanjiti utjecaj na okoliš kako bi se ostvario njegov puni potencijal kao čistog energetskeg rješenja. [9]

2 GLOBALNI I EUROPSKI OKVIR ZA ODRŽIVI RAZVOJ

Kao sastavni dio europske strategije za provedbu Programa UN-a do 2030. i ciljeva održivog razvoja [10], Europska komisija je izradila Europski zeleni plan (*engl. European Green Deal*) [11] koji predstavlja paket inicijativa u području politika kojim se želi osigurati zelena tranzicija Europske unije, pri čemu je krajnji cilj postići klimatsku neutralnost do 2050. Planom se podupire preobrazba EU u pravedno i prosperitetno društvo s modernim i konkurentnim gospodarstvom. U njemu se ističe da je potreban sveobuhvatan i međusektorski pristup u kojemu sva relevantna područja politike doprinose krajnjem klimatskom cilju. Paket obuhvaća međusobno snažno povezane inicijative iz područja klime, okoliša, energetike, prometa, industrije, poljoprivrede i održivog financiranja. Donošenjem Europskog zelenog plana, EU je povećao svoje ambicije za smanjenje emisija ugljikovog dioksida (CO₂) te je prvotni cilj za 2030. godinu podigla na 55 % u odnosu na 1990. godinu. Smanjenjem emisija CO₂ nastoji se održati temperatura ispod 2°C (a ciljano i na 1,5 °C) u odnosu na prosječnu temperaturu predindustrijske razine.

Bitan dokument iz globalnog okvira je i Pariški sporazum [12] iz 2015. kojim su se države potpisnice obvezale zajedničkim djelovanjem smanjivati emisije stakleničkih plinova s ciljem ograničavanja porasta prosječne globalne temperature do najviše 2°C do kraja stoljeća, te dodatnim naporima na postizanju ograničenja porasta temperature do 1,5°C. Uz sve članice Europske unije i Republika Hrvatska potpisnica je Pariškog sporazuma.

Politička obveza EU o klimatskoj neutralnosti do 2050. i formalno je ugrađena u zakonodavstvo EU kroz Europski propis o klimi (Uredba (EU) 2021/1119 o uspostavi okvira za postizanje klimatske neutralnosti) [13]. Njime je postizanje smanjenja emisija u Europskoj uniji za najmanje 55 % do 2030. postalo pravna obveza te je utvrđen smjer za sve europske politike, javna tijela, poduzeća i građane.

Kako bi se ciljevi postigli, države članice odlučile su poduzeti konkretne mjere za smanjenje emisija i dekarbonizaciju gospodarstva, kroz nova pravila i ažuriranje zakonodavstva EU. Stoga je pripremljen paket „Spremni za 55 %“ (*engl. Fit for 55*) [14] kao skup zakonodavnih prijedloga i izmjena važećeg zakonodavstva pomoću kojega će EU smanjiti svoje neto emisije stakleničkih plinova i postići klimatsku neutralnost. Paket „Spremni za 55 %“ uključuje predloženo zakonodavstvo o:

- 1) energiji (oporezivanje energije, energija iz obnovljivih izvora (RED), energetska učinkovitost (EED));
- 2) smanjenju emisija (sustav EU-a za trgovanje emisijama (EU ETS), Uredba o raspodjeli tereta, korištenju zemljišta i šumarstvo (LULUCF), Mehanizam za ugljičnu prilagodbu na granicama (CBAM), Socijalni fond za klimatsku politiku) te
- 3) transportu (infrastruktura za alternativna goriva, inicijative ReFuelEU Aviation i FuelEU Maritime, standardne vrijednosti emisija CO₂ za automobile i kombije).

Ključni element u paketu, vezan uz prijelaz na obnovljive izvore energije, je revizija Direktive o obnovljivoj energiji (RED II) [15]. Prema RED II, EU je dužna osigurati da najmanje 32 % njezine potrošnje energije dolazi iz OIE do 2030. Vezano uz sektor grijanja i hlađenja predviđa se godišnje povećanje za 1,3 postotna boda u udjelu obnovljive energije u tom sektoru, pravo potrošača da se isključe iz neučinkovitih sustava centraliziranog grijanja i hlađenja te uređuje pristup trećih strana za dobavljače obnovljivih izvora energije i otpadne topline i hladnoće za mreže centraliziranog grijanja i hlađenja.

Revidirani RED II „ojačava“ odredbe o ciljevima te postavlja novi cilj EU od najmanje 40 % udjela OIE u finalnoj potrošnji energije do 2030., popraćeno novim sektorskim ciljevima te donosi unaprijeđene odredbe kojima potiče države članice da razviju učinkovito centralizirano grijanje i hlađenje temeljeno na energiji iz obnovljivih izvora.

Kao odgovor na poteškoće i poremećaje na globalnom energetsom tržištu uzrokovane novonastalim geopolitičkim okolnostima, EK je u svibnju 2022. iznijela plan REPowerEU [16], kao plan za štednju energije, proizvodnju čiste energije i diversifikaciju opskrbe energijom, praćen financijskim i zakonodavnim mjerama za izgradnju nove energetske infrastrukture i sustava koji su potrebni Europi. Kao dio plana REPowerEU, predlaže se i daljnje povećanje cilja obnovljivih izvora energije na 45 % udjela do 2030.

Središnje instrumente strateškog planiranja na razini EU predstavljaju nacionalni klimatski i energetske planovi (*engl. National Energy Climate Plan, skraćeno NECP*) usvojeni od strane država članica u skladu s Uredbom (EU) 2018/1999 o upravljanju energetsom unijom i djelovanjem u području klime [17]. Uredba o upravljanju propisala je izradu integriranih nacionalnih energetskih i klimatskih planova koji obuhvaćaju pet dimenzija energetske unije:

- 1) dekarbonizacija,
- 2) energetska učinkovitost,
- 3) energetska sigurnost,
- 4) unutarnje energetske tržište te
- 5) istraživanje, inovacije i konkurentnost.

Nacionalni planovi pomažu državama članicama zajednički ostvariti energetske i klimatske ciljeve u okviru Europskog zelenog plana, Europskog zakona o klimi i paketa prijedloga „Spremni za 55 %“ te će imati ključnu ulogu u provedbi plana REPowerEU. Države članice ažurirat će nacionalne planove za razdoblje 2021.–2030. do kraja lipnja 2023. (nacrti planova) i kraja lipnja 2024. (konačni planovi). Ažurirani planovi trebali bi se usmjeriti na potrebu za ambicioznijim djelovanjem u području klime, bržim prelaskom na čistu energiju i povećanom energetsom sigurnošću, u novom geopolitičkom kontekstu. U prosincu 2022. EK je objavila i smjernice o postupku i opsegu izrade nacrti i konačnih ažuriranih nacionalnih energetskih i klimatskih planova. [18]

U skladu sa člankom 14. Direktive 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti [19] države članice, počevši od 31. prosinca 2015., provode i dostavljaju EK sveobuhvatnu procjenu potencijala za primjenu visokoučinkovite kogeneracije i učinkovitog centraliziranog grijanja i hlađenja.

3 DEKARBONIZACIJA GRIJANJA I HLAĐENJA

U svjetlu aktivnosti pokrenutih Europskim zelenim planom, poseban značaj za područje daljinskog grijanja zauzimaju EU Strategija za integraciju energetske sustava (*engl. Strategy for energy system integration*) [20] te Inicijativa valova obnove (*engl. Renovation wave*) [21].

U Strategiji za integraciju energetske sustava od 8. srpnja 2020. Europska Komisija za cilj postavlja viziju kako ubrzati prijelaz na integrirani energetski sustav, podržavajući potpunu dekarbonizaciju u svim sektorima, istodobno promičući rast i tehnološke inovacije. Nekoliko ključnih točaka koji se odnose na sektor grijanja i hlađenja su:

- **Otpadna toplina**

Strategija naglašava potrebu za većim korištenjem otpadne topline s industrijskih mjesta, podatkovnih centara ili drugih izvora putem toplinskih mreža i reviziju Direktive o obnovljivim izvorima energije i Direktive o energetskej učinkovitosti.

- **Toplinske mreže kao infrastruktura za omogućavanje pametnog energetskog sustava**

Sposobnost daljinskog grijanja i hlađenja koje će doprinijeti razvoju pametnog i fleksibilnog energetskog sustava posebno zahvaljujući interakciji s električnom i plinskom mrežom. Ovaj koncept pomaže uspostaviti daljinsko grijanje i hlađenje ne samo kao lokalno rješenje za opskrbu toplinom već mu i daje strateški značaj na europskoj razini.

- **Oporezivanje i državne potpore**

Naglašava se nepostojanje jednakih uvjeta u pogledu internalizacije troškova CO₂ u sektoru grijanja i identificira proširenje ETS-a i reviziju Direktive o oporezivanju energije kao moguće rješenje.

Održivi i dekarbonizirani CTS (veća fleksibilnost kroz integrirani energetski sustav i zamjena fosilnih goriva obnovljivim izvorima energije) koji će doprinijeti klimatskoj neutralnosti u 2050. godini u fokusu je i prijedloga zakonodavnog paketa „Spremni za 55. Pri tome je revizija Direktive o promociji proizvodnje energije iz OIE (RED II), uz Direktivu o energetskej učinkovitosti (EED) i Direktivu o sustavu trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (ETS Direktiva), od posebnog utjecaja na razvoj održivog centraliziranog grijanja i hlađenja.

Prijedlog revizije Direktive o obnovljivoj energiji II (revizija Direktive RED II, RED III) koji je još u proceduri, predlaže ubrzano povećanje postotnih bodova za OIE u grijanju i hlađenju i/ili otpadne topline na godišnjoj razini. Tako, trenutno povećanje od 1,1 postotnog boda trebalo bi postati obvezujuće kao minimum za sve države članice uz okvirnu ciljanu vrijednost i do 2,3 postotna boda s razinom iz REPowerEU-a. Kako se navodi u prijedlogu RED III direktive ovo povećanje se temelji na modernim učinkovitim sustavima centraliziranog grijanja i hlađenja koji su pokazali svoj potencijal za pružanje isplativih rješenja za integraciju energije iz OIE, povećanu energetskej učinkovitost i integraciju energetskog sustava, čime se olakšava opća dekarbonizacija grijanja i hlađenja.

Objava Direktive (EU) 2023/1791 označava posljednji korak u zakonodavnom procesu koji je započeo prijedlogom Europske komisije u srpnju 2021, u sklopu paketa Spretni za 55 (*Fit for 55*) koji je nadopunjen dodatnim prijedlogom u sklopu plana REPowerEU.

Prema ovoj direktivi države članice i stranke obveznice trebale bi iskoristiti sva raspoloživa sredstva i tehnologije, osim kad je riječ o korištenju tehnologija s izravnim izgaranjem fosilnih goriva, kako bi ostvarile zahtijevanu kumulativnu uštedu energije u krajnjoj potrošnji, među ostalim promicanjem pametnih i održivih tehnologija u sustavima učinkovitog centraliziranog grijanja i hlađenja, infrastrukture za učinkovito grijanje i hlađenje, učinkovitih i pametnih zgrada, električnih vozila i industrija te energetskih pregleda ili jednakovrijednih sustava gospodarenja, pod uvjetom da je iskazana ušteda energije u skladu s ovom Direktivom. Države članice trebale bi nastojati postići visoku razinu fleksibilnosti u osmišljavanju i provedbi alternativnih mjera politike. Države članice trebale bi poticati djelovanja kojima se može postići ušteda energije tijekom dugog životnog vijeka. [22]

4 IZAZOVI ZA NOVE GENERACIJE CENTRALNIH TOPLINSKIH SUSTAVA

Sadašnji centralni toplinski sustavi u Republici Hrvatskoj spadaju u drugu generaciju sustava, koji su se počeli razvijati početkom dvadesetog stoljeća. Osim toga, u upotrebi su i različiti tipovi toplinskih sustava koji se koriste za grijanje prostora i pripremu tople vode. Ovi sustavi obuhvaćaju tradicionalne sustave grijanja poput individualnih peći na kruta goriva, plinskih i električnih sustava grijanja, kao i sve popularnije obnovljive izvore energije poput toplinskih crpki i solarnih kolektora. Novija istraživanja u području toplinskih sustava često istražuju mogućnosti integracije obnovljivih izvora energije, poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih sustava te razvoj pametnih sustava grijanja koji koriste tehnologije poput senzora i automatizacije za optimizaciju potrošnje energije.

Karakteristike postojećih sustava su:

- neučinkoviti visoko temperaturni centralni toplinski sustavi druge generacije
- visoki toplinski gubici distribucijske mreže toplinskih sustava ~ 15 %
- visok udio fosilnih goriva u proizvodnim postrojenjima toplinskih sustava:
 - prirodni plin – 85,74 % ukupne godišnje isporučene energije (kotlovi 72,78 %, kogeneracija 10,85 % ili visokoučinkovita kogeneracija 2,11 %)
 - loživo ulje – 1,90 % ukupne godišnje isporučene energije
- nedovoljna kontrola nad sustavom - protok, temperatura, curenje...
- stambeni fond s lošim energetske svojstvima

Izazovi za nove generacije centralnih grijanih sustava uključuju:

1. Integraciju obnovljivih izvora energije: Uključivanje obnovljivih izvora energije poput solarnih i geotermalnih u centralne grijane sustave postavlja izazove u smislu dizajna sustava, optimizacije učinkovitosti i integracije s postojećom infrastrukturom.
2. Pohranu energije: Razvoj učinkovitih rješenja za pohranu energije ključan je za optimizaciju performansi centralnih grijanih sustava, posebno kada se koriste obnovljivi izvori energije.
3. Pametne tehnologije: Implementacija pametnih tehnologija poput senzora Interneta stvari (IoT), analize podataka i automatizacije može poboljšati učinkovitost i upravljivost centralnih grijanih sustava, ali postoje izazovi u interoperabilnosti i sigurnosti.
4. Modernizaciju postojeće infrastrukture: Modernizacija starijih zgrada s modernim centralnim grijanim sustavima može biti izazovna zbog ograničenja prostora, strukturnih ograničenja i troškovnih razmatranja.
5. Regulativne prepreke: Usklađivanje s građevinskim propisima, standardima energetske učinkovitosti i ekološkim propisima dodaje složenost dizajnu i implementaciji novih centralnih grijanih sustava.

Rješavanje tih izazova zahtijeva međudisciplinarnu suradnju, inovacije u tehnologiji i dizajnu te poticajne političke okvire kako bi se olakšao prijelaz prema održivijim i učinkovitijim rješenjima grijanja.

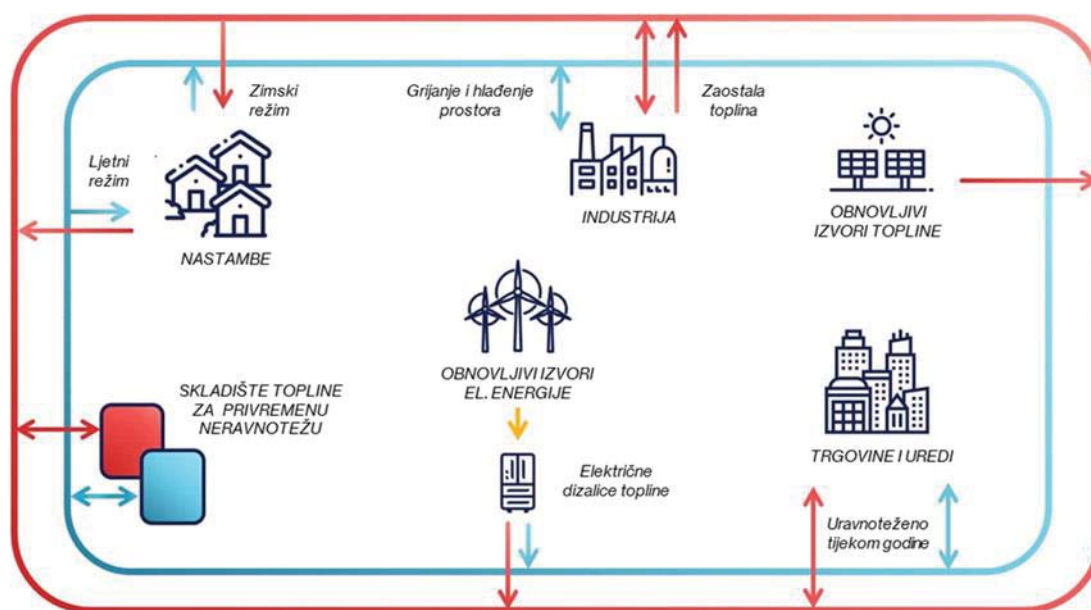
Što se tiče novih generacija centralnih toplinskih sustava cilje je:

- do 2030. godine:
 - unaprijediti postojeće sustave u sustave treće i djelomično četvrte generacije,
 - smanjiti toplinske gubitke distribucijske mreže toplinskog sustava,
 - staviti van upotrebe kotlove koji kao gorivo koriste loživo ulje, a
- do 2050. godine:
 - nastaviti nadograđivati sustave četvrte generacije,
 - nastaviti optimizaciju distribucijske mreže toplinskog sustava,
 - staviti van upotrebe kogeneracije i kotlove koji kao gorivo koriste prirodni plin,
 - stvoriti sustave pete generacije daljinskog grijanja i hlađenja – 5GDHC.

5 PETA GENERACIJA DALJINSKOG GRIJANJA I HLAĐENJA – 5GDHC

Kao odgovor na izazove koji se postavljaju pred centralizirane toplinske sustave bit će sustavi pete generacije daljinskog grijanja i hlađenja (slika 1.) koji će težiti tome da potrošači toplinske energije postanu i njezini proizvođači.

 Temperature cirkulirajuće tople i hladne vode



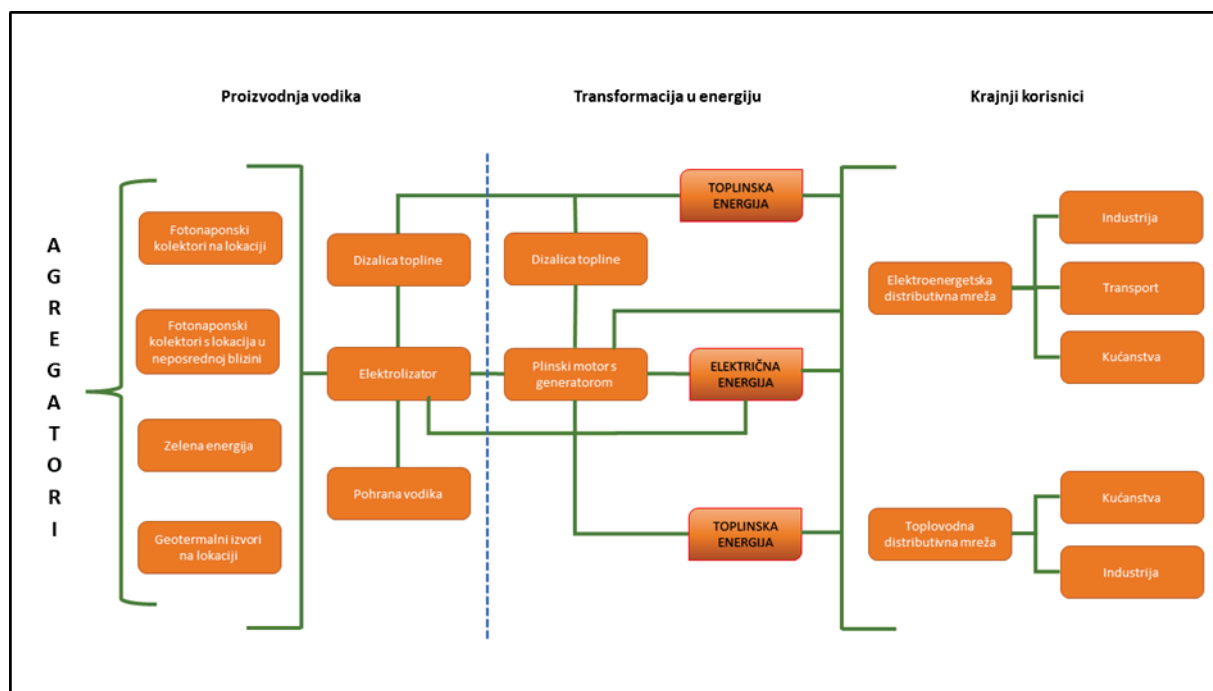
Slika 1 Prikaz rada 5GDHC (Izvor: D2Grids).

Takvi sustavi koristit će 100 % energije iz obnovljivih izvora, razmjenjivati će toplinsku energiju između zgrada različitih potreba i biti sposobni za rješavanje najmanje dva različita opterećenja, ono za toplinom i hlađenjem pri niskoj temperaturnoj razlici s temperaturom okoline, biti maksimalno energetske učinkoviti. Za to je neizbježna decentralizacija mreže s prilagodljivim sustavom koji će se prvo implementirati u manjem opsegu, a zatim proširiti s tehnologijom brzog odaziva u skladu s potrebama grijanja i hlađenja, bez postrojenja za centralno grijanje i bez kotlova na fosilna goriva. Sustav će se integrirati u elektroenergetsku mrežu kako bi se osim toplinskog skladištenja viška električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora omogućila i proizvodnja vodika.

Takvi sustavi bit će mogući uz pravilno planiranje prostornih planova i izgradnju novih naselja ili manjih urbanih područja, dok će problem gusto naseljenih urbanih okruženja zahtijevati više pažnje na nadogradnju postojećih centralnih grijanih sustava s centraliziranim jedinicama za proizvodnju topline.

Za nadogradnju postojećih centralnih grijanih sustava s centraliziranim jedinicama za proizvodnju topline, osim smanjenja gubitaka topline distribucijske mreže i njezine optimizacije kroz sustave treće i četvrte generacije, jedno od rješenja je proizvodnja vodika. Na slici 2 je prikazan shematski prikaz toka proizvodnje vodika i transformacije u energiju za krajnje korisnike. Vodik se treba proizvoditi na mjestu potrošnje, putem elektrolizatora koji se električnom energijom opskrbljuje iz fotonaponskih kolektora na lokaciji ili neposrednoj blizini, geotermalnih izvora ili zelenom energijom. Tako proizveden vodik sagorijeva u plinskom motoru s generatorom koji proizvodi električnu i toplinsku energiju, koja se dalje distribuira krajnjim kupcima. Toplinski gubici nastali na elektrolizatoru i plinskom motoru koristili bi se kao otpadna toplina za dizalice topline koji bi se također iskoristili za distribuciju toplinske energije.

Prednost ovakvog sustava je u tome što se može integrirati u elektroenergetsku mrežu i osigurati uravnoteženje proizvodnje električne energije iz vjetroelektrana i fotonaponskih polja kako bi se osim toplinskog skladištenja viškova omogućila i proizvodnja vodika.



Slika 2 Shematski prikaz toka proizvodnje vodika i transformacija u energiju (Izvor: HEP Toplinarstvo d.o.o., 2023).

6 ZAKONODAVNI OKVIR ZA VODIK

Na razini EU, a s ciljem doprinosa ostvarenju ciljeva postavljenih europskim zelenim planom EK je 2020. predstavila dva strateška dokumenta: Strategiju za vodik za klimatski neutralnu Europu (EU strategija za vodik) [23], u kojoj je vodik istaknut kao jedna od ključnih poluga za uspješnu energetska tranziciju i Europsku strategiju za integraciju energetska sustava [24]. Obje EU strategije pridonose postizanju ciljeva UN-ovog Programa održivoga razvoja do 2030. i ciljeva Pariškog sporazuma o klimatskim promjenama.

U EU strategiji za vodik navedene su jasne smjernice za suradnju s predstavnicima izvršne i zakonodavne vlasti, industrijom, znanstvenim institucijama i civilnim društvom kroz Europski savez za čisti vodik (*engl. European Clean Hydrogen Alliance*) koji je zadužen za razvoj programa ulaganja i niz konkretnih projekata s ciljem primjene vodikove tehnologije.

U srpnju 2021. godine EK je usvojila prvi skup prijedloga za prilagođavanje klimatskih, energetska, prometnih i poreznih politika EU-a za smanjenje neto emisija stakleničkih plinova za najmanje 55 % do 2030. u usporedbi s razinama iz 1990. godine (paket „Spremni za 55 %“) kojim promiče potražnju i proizvodnju obnovljivih plinova s niskim udjelom ugljika, uključujući vodik.

Na razini Republike Hrvatske, **Strategija energetskeg razvoja RH do 2030 s pogledom na 2050.** važnu ulogu u ostvarenju energetske tranzicije dodjeljuje i novim tehnologijama proizvodnje vodika, metana i tekućih goriva iz električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora. To su *power to liquids* (PtL) tehnologija za proizvodnju tekućih goriva poput npr. mlaznog ili dizelskog goriva, odnosno *power to gas* (P2G) tehnologija za proizvodnju vodika i metana, korištenjem električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora. Trenutačno se ove tehnologije primjenjuju na razini pilot i demonstracijskih projekata, a može se očekivati da će u budućnosti imati važnu ulogu, prije svega u segmentu uporabe plina.

2020	2021	2022
Europska strategija za vodik	Fit for 55 Paket za vodik i dekarbonizacija plinskog sektora	RePowerEU
- Ambicije za proizvodnju 1 Mt do 2024. i 10 Mt obnovljivog vodika do 2030. - Proizvodnja iz 40 GW_{LHV} elektrolizatora do 2030. (56-62 GW_{el})	- Fit for 55 - Brojne zakonodavne inicijative - Industrijski cilj (50%) - Općenita industrijska potražnja ~3,3 Mt¹ - RFNBO² u transportu (2,6%³) - Općenita potražnja u transportu ~3,4 Mt¹ - Ostalo - Paket za vodik i dekarbonizaciju plinskog sektora - Regulative za plin - Direktive za plin	- Povećanje Fit for 55 ambicija - Ciljevi: domaća proizvodnja 10 Mt obnovljivog vodika i uvoz 10 Mt vodika - Industrijski ciljevi (50%=>75%) - Općenita industrijska potražnja 3,3=>8,3 Mt¹ - RFNBO u transportu (2,6%=>5%) - Općenita potražnja u transportu (3,4=>6,4 Mt¹) - CCfD (Carbon Contracts for Difference) - Doline vodika - Brža implementacija IPCEI projekata - Razvoj europske mreže vodika (H₂ unutar TEN-E) 3 uvozna koridora - Ostali mehanizmi za poticanje

Slika 3 Ambicije EU-a u domeni vodika u zadnje tri godine (Izvor: EIHP, 2023).

Strategijom se određuje kako se na putu prema energiji bez emisija, vodik treba uzeti u obzir kao važno gorivo budućnosti. Pri tome i CCS tehnologija (izdvajanja i spremanja ugljikovog dioksida) može imati značajnu ulogu u tranziciji. Usprkos dosadašnjim, ne sasvim zadovoljavajućim rezultatima u istraživanjima korištenja CCS tehnologije, Strategija očekuje da će povećanje cijena emisijskih jedinica ohrabriti novu etapu istraživanja i rezultirati sigurnosno i komercijalno zadovoljavajućim rezultatima, otvarajući dalje prostor dugoročnom razvoju održive globalne energetike na bazi vodika.

Na temelju Zakona o sustavu strateškog planiranja i upravljanja razvojem Republike Hrvatske („Narodne novine“, br. 123/17) u ožujku 2022. godine usvojena je **Hrvatska strategija za vodik do 2050. godine** [25]. Strategija određuje okvirne mogućnosti razvoja proizvodnje, pohrane (skladištenja), transporta i općenito uporabe vodika s ciljem smanjenja CO₂ emisija, kao i mogućnosti uključivanja gospodarstva u sektor proizvodnje opreme (poput elektrolizatorskih svežnjeva i svežnjeva gorivih članaka, mjerne i upravljačke opreme, osjetnika, i dr.), čime bi se osigurala tehnološka prilagodba i sudjelovanje na europskom i svjetskom tržištu vodikovih tehnologija.

Zakonodavni okvir koji uređuje mogućnosti korištenja vodika u prometu čine Zakon o biogorivima za prijevoz („Narodne novine“, br. 65/09, 145/10, 26/11, 144/12, 14/14, 94/18 i 52/21) kojim je predviđeno je uvođenje vodika na tržište RH te Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva („Narodne novine“, broj 120/1 i 63/22.). Njime su definirane su tehničke specifikacije javno dostupnih mjesta za opskrbu vozila vodikom.

7 ZAKONODAVNI OKVIR U REPUBLICI HRVATSKOJ

Temeljni propis kojim se uređuje obavljanje djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, toplinski sustavi za grijanje i hlađenje, ishođenje koncesije za izgradnju i razvoj distributivne mreže kao i prava i obveze energetske subjekata i korisnika (proizvođač, distributer, kupac i krajnji kupac) predstavlja Zakon o tržištu toplinske energije („Narodne novine“, br. 80/13 i 14/14).

Zakonski okvir za sektor grijanja i hlađenja nadopunjen je pod zakonskim propisima u nadležnosti Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA-e): Općim uvjetima za opskrbu toplinskom energijom („Narodne novine“, br. 35/14), Općim uvjetima za isporuku toplinske energije („Narodne novine“, br. 35/14, 129/15), Mrežnim pravilima za distribuciju toplinske energije („Narodne novine“, br. 35/14), metodologijama utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju i distribuciju toplinske energije, Metodologijom za utvrđivanje naknade za priključenje na toplinsku distribucijsku mrežu i za povećanje priključne snage („Narodne novine“, br. 42/16) i resornog ministarstva (Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, MGior-a): Pravilnikom o načinu raspodjele i obračunu troškova za isporučenu toplinsku energiju („Narodne novine“, br. 99/14, 27/15 i 124/15) Pravilnikom o izradi analize troškova i koristi („Narodne novine“, br. 110/19).

I **Zakon o energiji** ističe značaj proizvodnje energije iz obnovljivih izvora propisujući da je korištenje obnovljivih izvora energije od interesa za Republiku Hrvatsku te upućujući na odredbe posebnog zakona koji je temelj okvira za promicanje proizvodnje i korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju energije, uključujući i energiju za grijanje i hlađenje, **Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji**. [26]

ZAKLJUČAK

Europska Unija i Republika Hrvatska su se obvezale ostvariti klimatsku neutralnost do 2050. godine, što postavlja brojne izazove za energetski sektor. Jedan od ključnih ciljeva Europskog zelenog plana je dekarbonizacija grijanja i hlađenja s ciljem postizanja nultih emisija ugljikovog dioksida do 2050. godine. Za uspješnu provedbu ove tranzicije potrebno je promijeniti koncept dosadašnjeg vrednovanja i korištenja toplinske energije, te promicati korištenje i proizvodnju obnovljivih izvora energije. Ključnu ulogu u tome imat će upotreba vodika, posebice u područjima s potencijalom potrošnje na samom mjestu proizvodnje. Kako bi se uspješno suočili s ovim izazovima, potrebno je informirati i educirati sve dionike u lancu, od proizvodnje, skladištenja, distribucije do krajnjih potrošača, o tehnologijama vodika. To će rezultirati razvojem naprednih tehničkih rješenja za dekarbonizaciju energetike i industrije. Ova rješenja potaknut će proizvodnju i skladištenje energije iz obnovljivih izvora, a razvoj vodikovih tehnologija značajno će doprinijeti ostvarenju klimatskih ciljeva i dekarbonizaciji energetike, uključujući i toplinsku energiju.

LITERATURA

- [1] Fetting, C. (2020). "The European Green Deal", ESDN Report, December 2020, ESDN Office, Vienna, https://www.esdn.eu/fileadmin/ESDN_Reports/ESDN_Report_2_2020.pdf
- [2] Europska komisija, Strategija za integraciju energetskeg sustava - Strategy for energy system integration, srpanj 2020., https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en .
- [3] Europska komisija, Inicijativa valova obnove - Renovation wave, listopad 2020., https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en .
- [4] Europska Komisija, Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (Text with EEA relevance.)
- [5] Europska Komisija, REPowerEU Affordable, secure and sustainable energy for Europe, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
- [6] Europska Komisija, Renewable Energy Directive, https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- [7] Barnam J. S.; Honey B.; Nabin S., "A review of algorithms for control and optimization for energy management of hybrid renewable energy systems featured", J. Renewable Sustainable Energy 10, 053502 (2018), Volume 10, Issue 5, September 2018,
- [8] Parra D., Valverde L., Javier Pino F., Patel M., "A review on the role, cost and value of hydrogen energy systems for deep decarbonisation", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 101, March 2019, Pages 279-294.
- [9] Ahad T., Bhuiyan M.H., Sakib A.N., Corral A.B., and Siddique Z. "An Overview of Challenges for the Future of Hydrogen", Materials (Basel). 2023 Oct; 16(20): 6680. Published online 2023 Oct 13.
- [10] UN-ov Program održivog razvoja do 2030. pod naslovom „Promijeniti svijet”, <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- [11] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, EUROPSKOM VIJEĆU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA Europski zeleni plan COM/2019/640 final, Bruxelles, 11.12.2019., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX:52019DC064>
- [12] Zakon o potvrđivanju Pariškog sporazuma („Narodne novine“, Međunarodni ugovor br. 3/17); https://narodne-novine.nn.hr/clanci/međunarodni/2017_04_3_16.html
- [13] Uredba (EU) 2021/1119 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. lipnja 2021. o uspostavi okvira za postizanje klimatske neutralnosti i o izmjeni uredaba (EZ) br. 401/2009 i (EU) 2018/1999 („Europski zakon o klimi“) PE/27/2021/REV/1, OJ L 243, 9.7.2021, p. 1–17; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>

[14] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA Spremnosti za 55 %: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti, Bruxelles, 14.7.2021. COM(2021) 550 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0550&from=PL>

[15] Prijedlog DIREKTIVE EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o izmjeni Direktive (EU) 2018/2001 Europskog parlamenta i Vijeća, Uredbe (EU) 2018/1999 Europskog parlamenta i Vijeća i Direktive 98/70/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu promicanja energije iz obnovljivih izvora te o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća (EU) 2015/652, COM/2021/557 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX:52021PC0557>

[16] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, EUROPSKOM VIJEĆU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU TE ODBORU REGIJA; Plan REPowerEU; Bruxelles, 18.5.2022. COM(2022) 230 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0230&from=EN>

[17] Uredba (EU) 2018/1999 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o upravljanju energetsom unijom i djelovanjem u području klime, izmjeni uredaba (EZ) br. 663/2009 i (EZ) br. 715/2009 Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva 94/22/EZ, 98/70/EZ, 2009/31/EZ, 2009/73/EZ, 2010/31/EU, 2012/27/EU i 2013/30/EU Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva Vijeća 2009/119/EZ i (EU) 2015/652 te stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 525/2013 Europskog parlamenta i Vijeća (Tekst značajan za EGP.) PE/55/2018/REV/1 OJ L 328, 21.12.2018, p. 1–77; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32018R1999>

[18] Direktiva 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti, izmjeni direktiva 2009/125/EZ i 2010/30/EU i stavljanju izvan snage direktiva 2004/8/EZ i 2006/32/EZ Tekst značajan za EG, Posebno izdanje na hrvatskom jeziku: Pog. 12 Sv. 004 Str. 202 – 257; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX%3A32012L0027>

[19] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA Energija za klimatski neutralno gospodarstvo: strategija EU-a za integraciju energetske sustava, COM/2020/299 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0299>

[20] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA; Val obnove za Europu - ozelenjivanje zgrada, otvaranje radnih mjesta, poboljšanje života; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0662&from=EN>

[21] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA Strategija za vodik za klimatski neutralnu Europu COM/2020/301 final; Bruxelles, 8.7.2020. final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301>

[22] Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast) (Text with EEA relevance), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOL_2023_231_R_0001

[23] KOMUNIKACIJA KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU, VIJEĆU, EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA Energija za klimatski neutralno

gospodarstvo: strategija EU-a za integraciju energetskog sustava COM/2020/299 final; Bruxelles, 8.7.2020. final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0299>

[24] Hrvatska strategija za vodik do 2050. godine ("Narodne novine" br. 40/22); URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_03_40_492.html

[25] Hrvatska strategija za vodik do 2050. godine ("Narodne novine" br. 40/22); URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_03_40_492.html

[26] Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji. ("Narodne novine" br. 100/2015); URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_09_100_1937.html

DHC IN EUROPE: A ROADMAP TO DECARBONISATION

Crélida Mata, Euroheat & Power
cm@euroheat.org



DHC in Europe: a roadmap to decarbonisation

By Crélida Mata

PROFESSIONAL & SCIENTIFIC CONFERENCE TOPS 2024

10 June 2024



Euroheat & Power

Who we are:



International association for sustainable district heating and cooling



Voice and forum of the sector



Research & Innovation platform (DHC+) involved in 17 active European projects



150+ members from more than 30 countries
National DHC associations, utilities, manufacturers, equipment suppliers, start-ups, universities, research institutes and consultancies



The Heating & Cooling Network

DHC OUTLOOK



FLAGSHIP INDUSTRY REPORT

The **most comprehensive compilation of statistics and analysis** on DISTRICT HEATING AND COOLING! Data used in major studies and reports on the sector (such as IEA, Tilia, APUEA).

SECTOR-RELEVANT DATA

Focus on District Heating & Cooling. It covers the most important aspects of DHC including **policy, market trends and National Roadmaps**. Topics added to reflect the latest trends in the sector (information on current job market, key players, market organization and more)

TARGET AUDIENCE

The report is accessed by more than 150 DHC Associations, Manufacturers, Utilities, Start-ups, Energy Agencies, Local and National governments and EU institutions. The Data analysis is tailored to inform **Policymakers, Industry Leaders and Stakeholders**.



The Heating & Cooling Network

Key Figures

Trench Length in km

177,833

Heat Demand - GWh

1,878,361

DH generated in GWh_th

563,874

DH sales in GWh/a

413,624

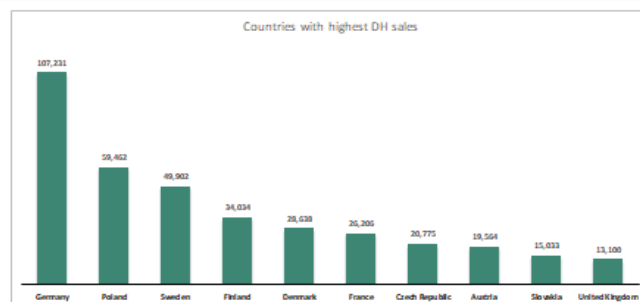
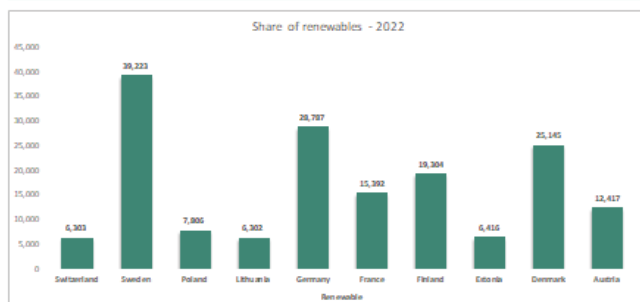
Citizens served by DH

71,201,68

Installed capacity

1,678,634

DH sales in GWh/a	2022	2021	vs PY	Trench length	2022	2021	vs PY	Renewables	2022	2021	vs PY	Fossil fuels	2022	2021	vs PY
Germany	107,231	104,786	2.3%▲	Austria	6,015	5,809	3.5%▲	Switzerland	6,303	4,775	32.0%▲	Germany	97,983	86,970	12.7%▲
Sweden	59,462	63,873	(6.9)%▼	Czech Republic	7,522	7,531	(0.1)%▼	Sweden	39,223	41,594	(5.7)%▼	Poland	62,592	68,760	(9.0)%▼
Poland	49,902	53,334	(6.4)%▼	Denmark	31,073	31,024	0.2%▲	Poland	7,806	7,014	11.3%▲	Czech Republic	18,552	20,818	(10.9)%▼
Lithuania	34,034	36,858	(7.7)%▼	Finland	16,425	16,274	0.9%▲	Lithuania	6,302	6,492	(2.9)%▼	Finland	12,614	13,581	(7.1)%▼
Germany	28,638	31,282	(8.5)%▼	France	7,296	6,767	7.8%▲	Germany	28,787	25,783	11.7%▲	France	11,051	13,525	(18.3)%▼
France	26,206	29,762	(11.9)%▼	Germany	34,246	31,341	9.3%▲	France	15,392	15,416	(0.2)%▼	Austria	8,757	10,513	(16.7)%▼
Finland	20,775	23,381	(11.1)%▼	Italy	5,071	4,805	5.5%▲	Finland	19,304	19,844	(2.7)%▼	Italy	7,259	8,092	(10.3)%▼
Estonia	19,564	21,919	(10.7)%▼	Poland	22,578	22,223	1.6%▲	Estonia	6,416	6,559	(2.2)%▼	Hungary	6,593	8,279	(20.4)%▼
Denmark	15,033	14,928	0.7%▲	Sweden	24,836	24,300	2.2%▲	Denmark	25,145	27,308	(7.9)%▼	Slovakia	12,028	-	#DIV/0!
Austria	13,100	12,900	1.6%▲	Switzerland	5,603	5,550	1.0%▲	Austria	12,417	13,412	(7.4)%▼	Serbia	5,702	5,955	(4.3)%▼
Total	373,945	393,023	(4.9)%▼	Total	160,665	155,624	3.2%▲	Total	167,095	168,197	(0.7)%▼	Total	243,131	236,493	2.8%▲



Heating and cooling decarbonisation is needed to be on track for 2040


Reduce GHG emissions by 90% in 2040, compared to 1990 levels

What are the sectors with highest untapped CO₂ abatement potential?



Buildings

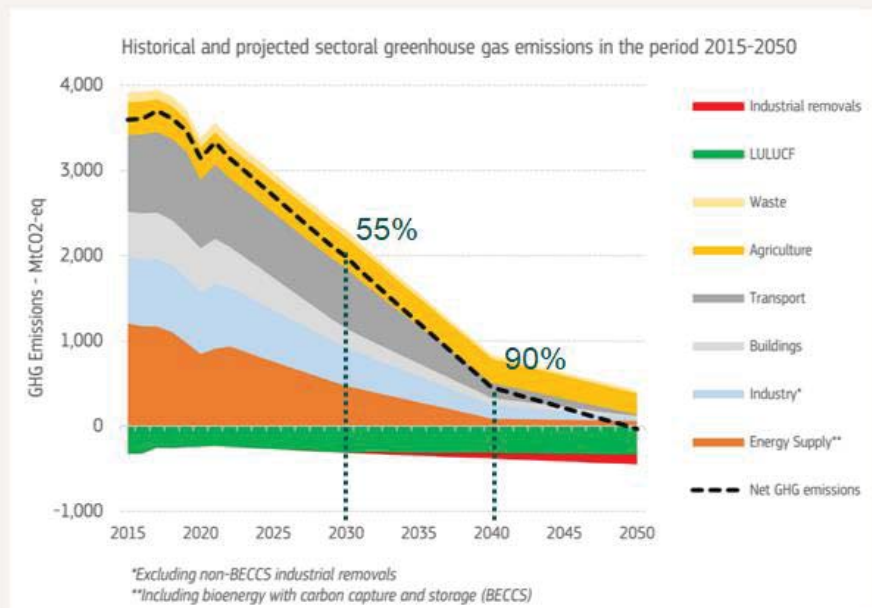
- 42% EU energy demand
- 35% energy-related GHG emissions
- 80% energy demand for heating & cooling
- 75% coming from fossil fuels



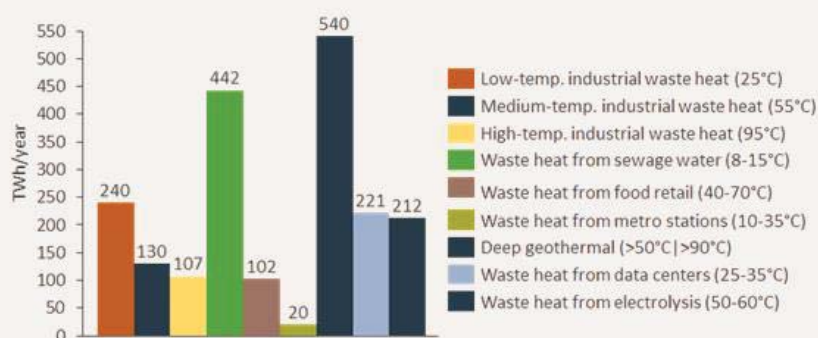
Industry

- 25,6% EU energy demand
- 60% energy demand for heating & cooling

the
decarbonisation
curve in coming
years is quite
steep



Let's not waste abundant RES and climate-neutral heat sources !



Potential for new heat sources 2050 - source: Aalborg university

More than 2000Twh/year of
renewable and climate-
neutral heat sources are
available in Europe.

More than the EU's total
forecasted heat demand by
2050 (1850 TWh/y) !

Diversification

Circularity

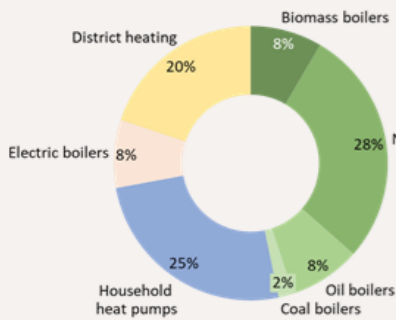
Peak shaving

Just transition

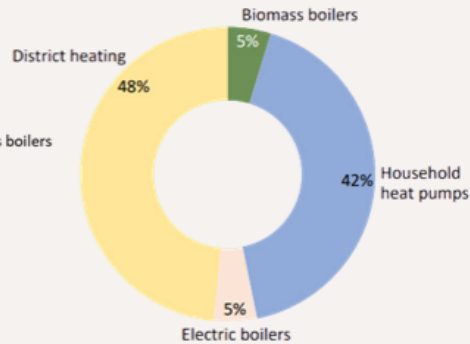
A paradigm shift is needed to support clean heating and cooling

The European Heat Market

2030



2050



Source: Heat matters: the missing link in REPowerEU, Aalborg University 2023

What is means for the DHC sector

- To be on track, we should aim at a market share of 20% in 2030 (vs. 13% today) and 10%, heat-demand reductions,
- 3500 new DHC networks by 2030: an estimated 144bn EUR in investments,
- Renovation and expansion of 190.000 km of DHC pipes (upgrade + new connections)

What now?



The Fit for 55 is a solid foundation to tap into the potential of clean heat in Europe

By 2030, all new buildings should be Zero Emission Buildings and by 2050

"Carbon tax" on all fossil fuels used in buildings (ETS2)

Mandatory local heating & cooling planning for municipalities > 45.000 citizens

Clean Heat toolbox for Member States (risk mitigation, capacity building for local authorities...)

Increased general renewable and sectorial targets

New definition of efficient DHC with clear pathway to net zero. No new fossil fuel capacity from 2030

Improved permitting procedures for RES and HP

Phase-out subsidies for standalone fossil-fuel boilers in buildings by 2025.
Phase-out of fossil fuels in heating and cooling with a view to a complete phase-out of fossil fuel boilers by 2040



A strategic approach to the EU heat transition



1) Heat plans identify locally available clean resources and infrastructures

2) What is the most climate-efficient solution? for which consumers, and where?

It isn't only about the notes,
we need a score, a
conductor

2040 Climate Target Joint Statement

20 signatories to the joint statement:

- Heating and cooling decarbonisation must happen to be on track for 2040 target.
- Clean Heat solutions are ready to deploy to phase out fossil fuels in homes and industry.
- Further targeted action is needed beyond FF55, in the post 2030 framework.



Finance energy
efficiency and RES &
WH projects

Integrated strategies
for building
renovations and
heating and cooling
decarbonisation



Shedding light on the EU heat transition

- EUSEW2025 focus on heating and cooling decarbonisation
- European year for heating & cooling
- Dedicated EC conference on heating and cooling transition

ПРЕПРЕКЕ ДЕКАРБЕНИЗАЦИЈИ СИСТЕМА ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА У СРБИЈИ - СТАВОВИ ПРЕДСТАВНИКА ТОПЛАНА

Марија Живковић¹, Дејан Ивезић¹, Бобан Павловић¹,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, Србија
marija.zivkovic@rgf.bg.ac.rs, dejan.ivezic@rgf.bg.ac.rs, 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 декарбенизације [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:

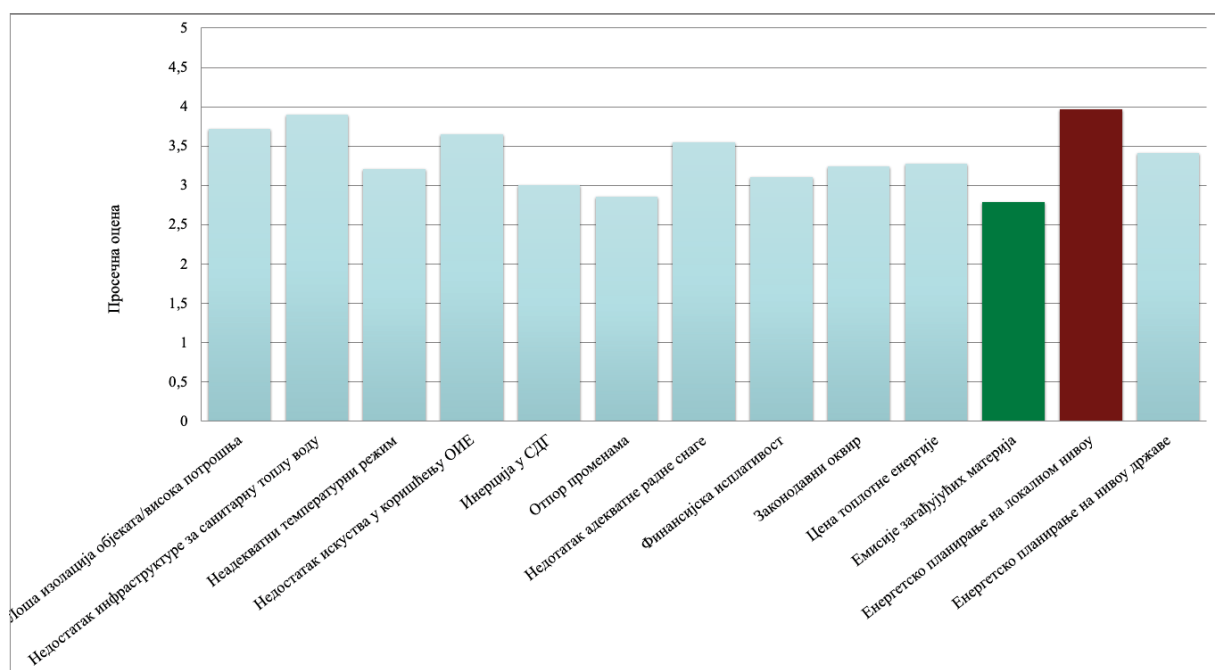
1. Инсталисану снагу СДГ и просечну потрошњу ($\text{kWh/m}^2/\text{годишње}$).
2. Мишљење о потенцијалу интеграције ОИЕ у постојећи систем.
3. Идентификацију главних препрека које ометају коришћење ОИЕ.
4. Процену могућности коришћења различитих ОИЕ технологија.

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.

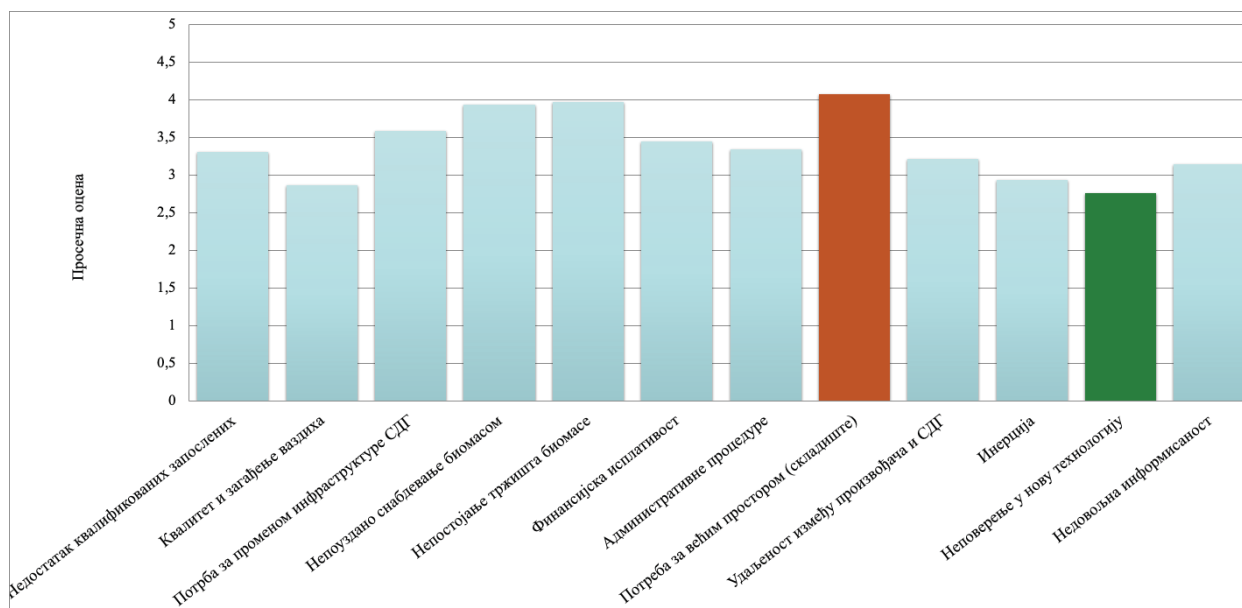


Слика 1 Утицај препрека и баријера на увођење ОИЕ у постојеће системе даљинског грејања

Најзначајнији утицаји се приписују недостатку адекватног енергетског планирања на локалном нивоу (укупна просечна оцена 4,0), недостатку инфраструктуре за снабдевање санитарном топлим 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 топлим водом и недостатак квалификованих запослених. За системе малих снага, главне препреке се односе на ефикасност потрошача и инфраструктуру за снабдевање санитарном топлим водом. Занимљиво је да финансијска одрживост пројекта ОИЕ није идентификована као главна препрека ни у једној категорији предузећа.

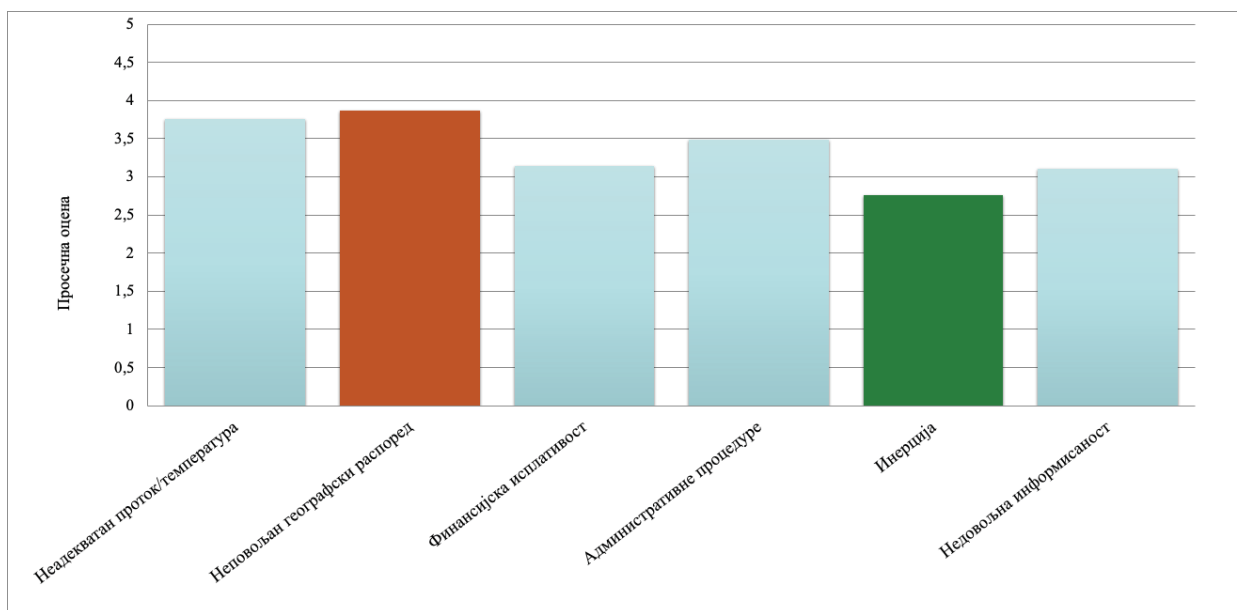
На Слици 2 приказани су резултати истраживања у вези са специфичним препрекама у вези са потенцијалним коришћењем биомасе за производњу топлотне енергије. Као препрека са највећим утицајем идентификована је потреба за већим простором (4,07), коју прате непоуздано

снабдевање (3,96) и недостатак тржишта биомасе (3,93), док најмањи утицај има неповерење у нову технологију (2,76). Велики системи као препреке великог утицаја виде непоуздано снабдевање, недостатак тржишта биомасе, потребу за додатним простором за складиштење и финансијску одрживост. Системи средње величине релативно уједначено процењују утицај препрека, док мали системи као главне препреке идентификују потребу за складиштењем и потребу за значајном променом инфраструктуре СДГ. Најмањи утицај се односи на инерцију, неповерење у нове технологије и утицај на загађење ваздуха. Резултати указују да велики системи не сматрају пројекте биомасе изводљивим због проблема са снабдевањем великих количина горива, транспортом и складиштењем у урбаним срединама високе густине насељености.



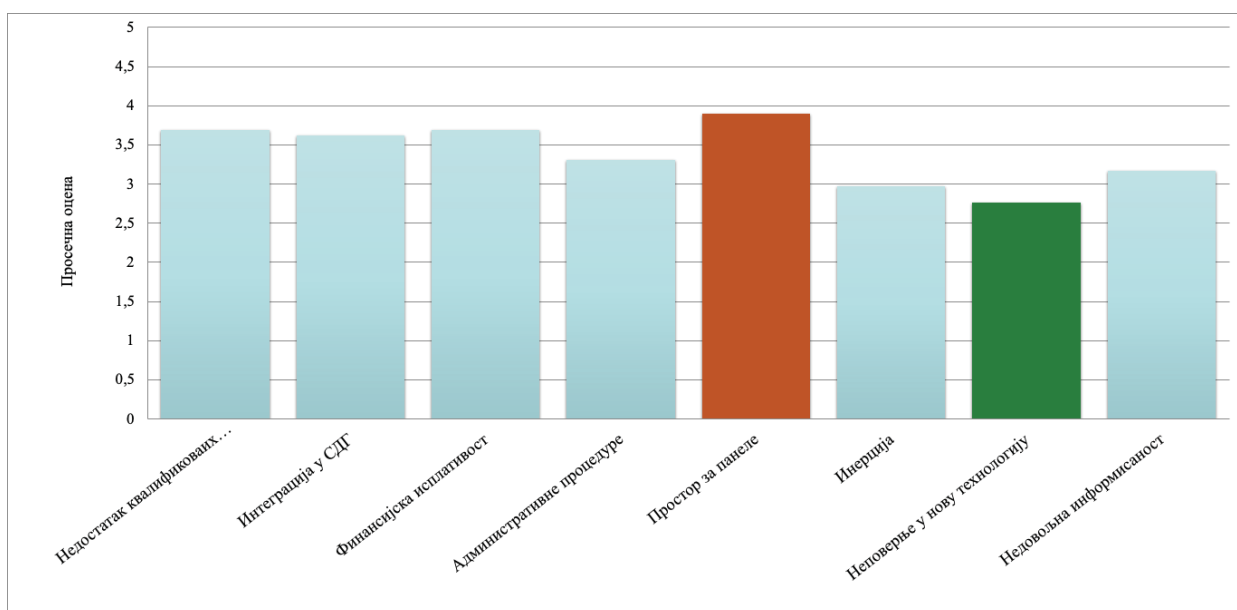
Слика 2 Утицај препрека и баријера на увођење биомасе у постојеће системе даљинског грејања

Резултати процене утицаја специфичних препрека потенцијалном коришћењу геотермалне енергије приказани су на Слици 3. Препреке са највећим утицајем су неповољни географски распоред насеља и геотермалних извора (укупна просечна оцена 3,9) и недовољна температура/проток извора (укупна просечна оцена 3,8). То су препреке које се не могу умањити због својих инхерентних географских и геолошких карактеристика. Најмањи утицај је приписан инерцији (2,7).



Слика 3 Утицај препрека и баријера на коришћење геотермалне енергије у постојећим системима даљинског грејања

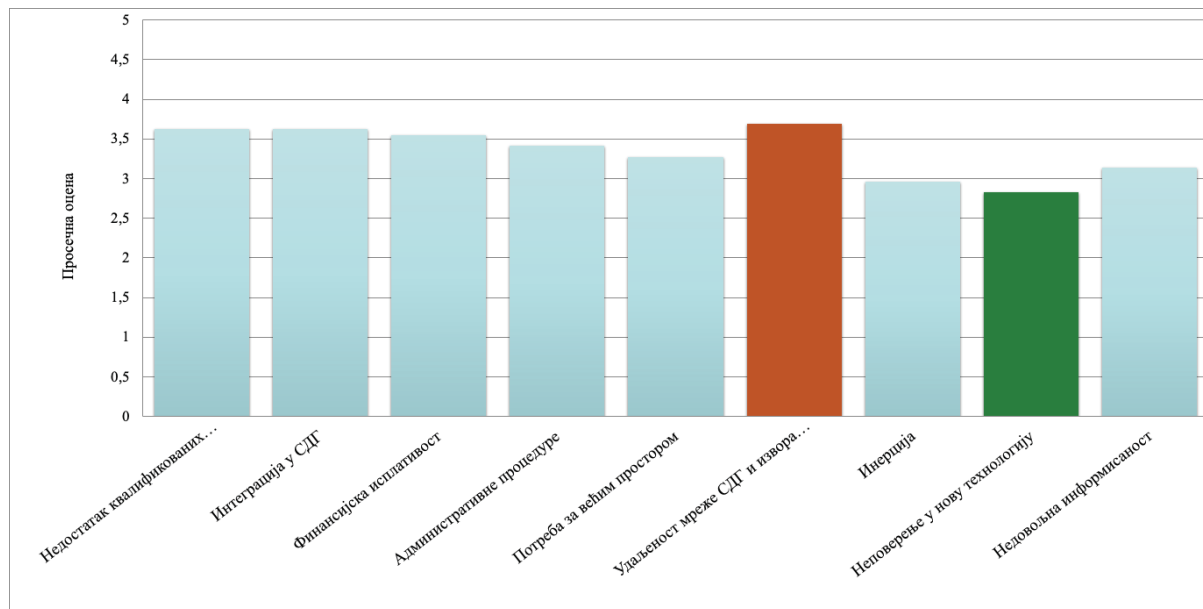
На Слици 4 приказани су резултати процене утицаја препрека у вези са потенцијалним коришћењем соларне енергије за производњу топлотне енергије. Главна препрека је потреба за простором за панеле и складиште топлоте (укупна просечна оцена 3,9), што је такође препрека од највећег значаја за велике системе. Након потребе за простором, највећи утицај има недостатак квалификованих запослених (укупна просечна оцена 3,7), финансијска одрживост (укупна просечна оцена 3,7) и интеграција у постојећи СДГ (укупна просечна оцена 3,6). Најмањи утицај се односи на неповерење у нову технологију (2,7).



Слика 4 Утицај препрека и баријера на коришћење соларне енергије у постојећим системима даљинског грејања

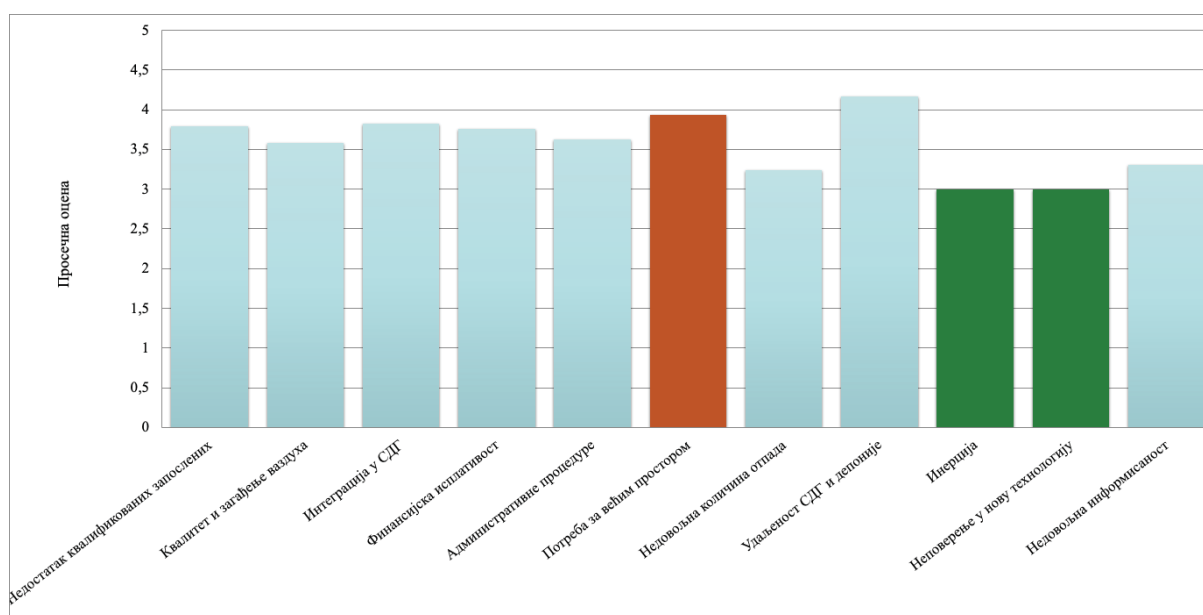
Слика 5 приказује резултате процене утицаја препрека на потенцијално коришћење отпадне топлоте за производњу топлотне енергије. Највећа препрека коришћењу је удаљеност СДГ и извора отпадне топлоте (3,7), а најмања неповерење у нову технологију (2,8). Велики системи

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).



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>

СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ, ИЗВЕШТАВАЊЕ И ВЕРИФИКАЦИЈУ ЕМИСИЈА ГАСОВА СА ЕФЕКТОМ СТАКЛЕНЕ БАШТЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Владана Голијанин
Министарство заштите животне средине
vladana.golijanin@eko.gov.rs



Законодавни оквир – Закон о климатским променама

○ **Закон о климатским променама - усвојен 18. марта 2021. године** - први системски закон у области климатских промена у Републици Србији:

- I. успостављање Националног савета за климатске промене - саветодавно тело Владе
- II. оквир за документе јавних политика у области климатских промена
- III. успостављање оквира за системско прикупљање података о емисијама гасова са ефектом стаклене баште – Национални инвентар GHG
- IV. доступност података за потрошаче о емисијама угљен диоксида из путничких аутомобила
- V. успостављање система за мониторинг, извештавање и верификацију гасова са ефектом стаклене баште на нивоу постројења - предуслов за примену ЕУ система трговине емисијама GHG и/или другог инструмента за одређивање цене угљеника- **MRV систем**



Законодавни оквир – MRV систем

1. Правилник о верификацији и акредитацији верификатора извештаја о емисијама гасова са ефектом стаклене баште - усвојен 2021.
2. Уредба о врстама активности и гасовима са ефектом стаклене баште - усвојена 2022.
3. Правилник о мониторингу и извештавању о емисијама гасова са ефектом стаклене баште – усвојен у децембру 2023.



СИСТЕМ МОНИТОРИНГА, ИЗВЕШТАВАЊА И ВЕРИФИКАЦИЈЕ О
ЕМИСИЈАМА GHG

Обавеза – дозвола за емисије гасова са ефектом стаклене баште - од 2024



Законодавни оквир – MRV систем

Институционални оквир:

- Министарство заштите животне средине-издавање GHG дозвола
- Агенција за заштиту животне средине- оцењивање Плана мониторинга
- Акредитационо тело Србије -акредитација верификатора

Начин функционисања MRV система – е GHG Платформа

Носиоци обавезе прибављања дозволе за емисију GHG



Уредба о врстама активности и гасовима са ефектом стаклене баште



ПРИЛОГ I

ВРСТЕ АКТИВНОСТИ ОПЕРАТЕРА ПОСТРОЈЕЊА И GHG

Активности	GHG који се емитују приликом обављања активности
Сагоревања горива у постројењима са укупним номиналним топлотним улазом снаге изнад 20 MW (осим у постројењима за инсинерацију опасног или комуналног отпада)	Угљен-диоксид
Прерада минералног уља	Угљен-диоксид
Производња кокса	Угљен-диоксид
Печење или синтеровање металне руде (укључујући сулфидну руду), укључујући полетизацију	Угљен-диоксид
Производња сировог гвожђа или челика (примарно или секундарно топљење) укључујући континуирано ливење, са капацитетом који прелази 2,5 t/sat	Угљен-диоксид
Производња и прерада ферозних метала (укључујући и феролегура) где је сагоревање јединица са номиналним термичким улазом већа од 20 MW. Обрада обухвата, између осталог, ваљачнице, догрејаче, пећи за каљење, ковачнице, ливнице, облагање, бајцоване	Угљен-диоксид



Прилози I

- o Прилог 1 - Минимални садржај Плана мониторинга
- o Прилог 2 - Прагови нивоа за методологије на основу прорачуна за постројења
- o Прилог 3 - Методологије мониторинга специфичне за активности које се обављају у постројењу
- o Прилог 4 - Минимални нивои за методологије на основу прорачуна за постројења А категорије и обрачунски фактори за комерцијална стандардна горива која користе постројења Б и Ц категорије
- o Прилог 5 - Референтне вредности за факторе прорачуна
- o Прилог 6 - Минимална учесталост анализа
- o Прилог 7 - Методологије на основу мерења
- o Прилог 8 - Минимални подаци за које је прописана обавеза вођења евиденције и чувања у складу са чланом 57. овог правилника
- o Прилог 9 - Минимални садржај извештаја о годишњим емисијама GHG



Садржај Правилника о мониторингу и извештавању о емисијама GHG

Основни текст Правилника + 17 Прилога

- I. Уводне одредбе
- II. План мониторинга
- III. Мониторинг емисија GHG из постројења
- IV. Управљање и контрола података
- V. Извештавање
- VI. Размена података
- VII. Други документи



Прилози II

- Прилог 10 - План мониторинга за постројења
- Прилог 11 - Обавештење о предлозима за измену Плана мониторинга
- Прилог 12 - Захтев за одобрење коришћења поједностављеног Плана мониторинга
- Прилог 13 - Извештај о емисијама GHG из постројења
- Прилог 14 - Извештај о побољшању методологије мониторинга
- Прилог 15 - Захтев за издавање дозволе за емисију GHG
- Прилог 16 - Обавештење о намераваној промени врсте активности, промени капацитета постојећих постројења и изградњи нових постројења на локацији, промени горива и главних сировина које се користе у постројењу у складу са чланом 31. Закона о климатским променама
- Прилог 17 - Захтев за измену дозволе за емисију GHG

НАПОМЕНА:

Прилози који су дати у Правилнику су интегрисани у eGHG платформу и попуњаваће се директно кроз платформу!

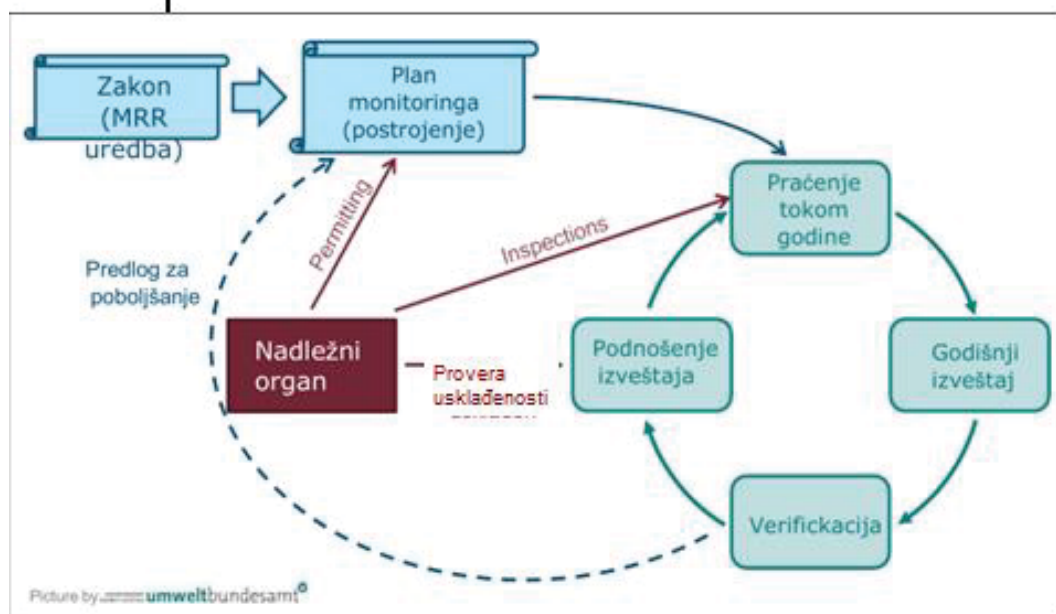


Процедура издавања GHG дозволе

- Захтев за издавање дозволе путем eGHG платформе
- Министарство – процес провере захтева и достављање Агенцији за заштиту животне средине (рок 5 дана)
- Агенција - достављање извештаја са оценом Плана мониторинга
- Министарство - издавање дозволе у року од 4 месеца од потпуног захтева (Рокови за већ постојаће оператере постројења – подношење захтева 6 месеци од дана ступања на снагу, издавање дозволе 9 месеци од дана подношења захтева)
- Оператер - доставља верификован извештај о емисијама Агенцији (рок 31. март за претходну годину)



Циклус MRV



Захтев за издавање дозволе за емисију GHG

Прилог 15 Правилника

Садржај:

1. Подаци о оператеру постројења
2. Опис и локација постројења и активности
3. Подаци о врсти и извору емисија GHG
4. Подаци о сировинама и другим материјалима
5. Нетехнички резиме података
6. План мониторинга

Техничка документација

План мониторинга

Пратећа документација

Писане процедуре



Категоризација постројења

- Категоризација постројења:

Оператер класификује свако постројење у једну од следећих категорија:

- 1) **постројење А категорије**, где су просечне верификоване годишње емисије GHG у извештајном периоду који непосредно претходи садашњем извештајном периоду, изузев CO₂ који потиче од биомасе и пре одузимања пренесеног CO₂, једнаке или мање од **50.000 t CO₂(e)**;
- 2) **постројење Б категорије**, где су просечне верификоване годишње емисије GHG у извештајном периоду који непосредно претходи садашњем извештајном периоду, изузев CO₂ који потиче од биомасе и пре одузимања пренесеног CO₂, веће од **50.000 t CO₂(e)** и мање или једнаке **500.000 t CO₂(e)**;
- 3) **постројење Ц категорије**, где су просечне верификоване годишње емисије GHG у извештајном периоду који непосредно претходи садашњем извештајном периоду, изузев CO₂ који потиче од биомасе и пре одузимања пренесеног CO₂, веће од **500.000 t CO₂(e)**.



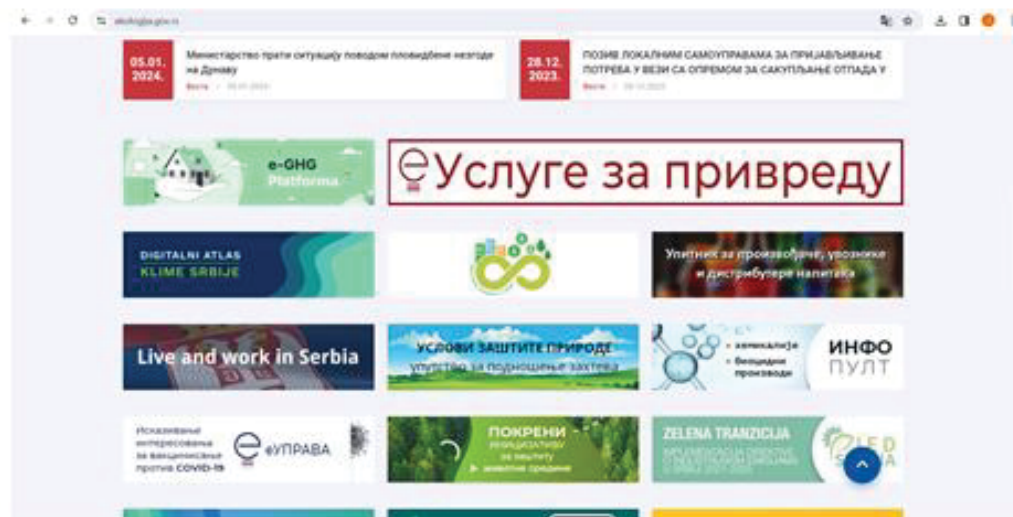
Категоризација постројења

Постројење са ниским емисијама GHG јесте постројење које испуњава најмање један од следећих услова:

- 1) да просечна годишња емисија GHG тог постројења из претходне године, односно из верификованог извештаја који се односи на претходну годину, изузев CO₂ који потиче од биомасе и пре одузимања пренесеног CO₂, **износи мање од 25.000 t CO₂(e) годишње**;
- 2) да просечна годишња емисија GHG из тачке 1) овог става није доступна или није више примењива због измена у границама постројења или измена у условима рада постројења, а на основу процене конзервативном методом се утврди да ће просечне годишње емисије GHG тог постројења за наредних пет година, не рачунајући CO₂ који потиче од биомасе и пре одузимања пренесеног CO₂, **износити мање од 25.000 t CO₂(e) годишње**.



Приступ еGHG платформи

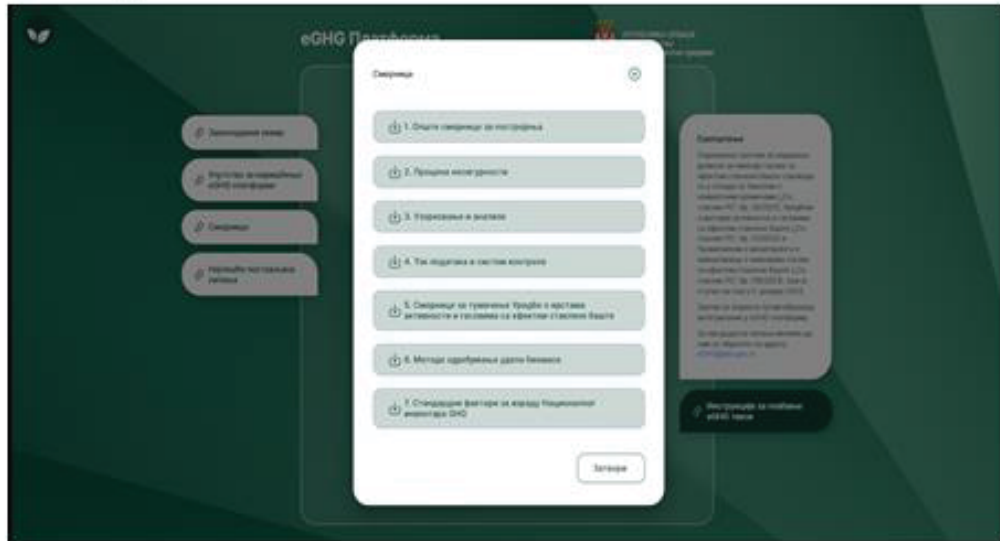


Приступ еGHG платформи





Смернице за тумачење Правилника о мониторингу и извештавању



ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ КРОЗ УПОТРЕБУ СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ ЈЕП “ТОПЛАНА” КРАЉЕВО – ПРИМЕР ДОБРЕ ПРАКСЕ

Александар Несторовић, дипл.инж.арх., Драгана Бикић, дипл.инж.арх
ЈЕП "Топлана" Краљево, Краљево, Србија
a_nestorovic@toplanakv.rs, d_bikic@toplanakv.rs

РЕЗИМЕ

„Политика Владе је чланство Србије у ЕУ, европски пут је једини којим желимо да идемо и у складу са тим опредељењем донели смо и нови сет закона, укључујући први Закон о коришћењу ОИЕ, којим је створена могућност за изградњу нових капацитета и нове инвестиције, чиме доприносимо и смањењу емисија штетних гасова и повећању привредних активности. Зелена агенда и енергетска транзиција су важан део европског пута Србије и у процесу прикључења направили смо важне кораке, а усклађивање нормативног оквира је само почетак.“, једна је од изјава министарке рударства и енергетике о томе шта смо урадили на путу за прикључење Европској Унији.

Законска регулатива је усклађена, веће је учешће међународних организација са пројектима ОИЕ, учешће МРЕ И РС у суфинансирању и кредитирању пројеката је значајније. Сектор енергетике, коме и ми припадамо, се полако окреће пројектима, европским фондовима и другим изворима финансирања у циљу ефикаснијег и друштвено одговорног пословања.

Процес је спор, улагања су велика, јавни сектор је финансијски ограничен, а за конкретне резултате и уштеде је потребно време и стрпљење.

ЈЕП "Топлана" Краљево је свој први пројекат из области ОИЕ реализовала кроз Програм прекограничне сарадње Србије – Црна Гора под називом „Смањење утицаја локалних заједница у пограничном региону Србија – Црна Гора на климатске промене – ми можемо“ још 2020. године. Показали смо свесност и спремност да међу првим топлана у Србији соларну енергију употребимо у сврху производње топлотне енергије. Нажалост, иако спремни, искусни и успешни у реализацији пројеката у области ОИЕ, још увек чекамо прилику за неки нови пројекат.

УВОД

Прекогранична сарадња Србије и Црне Горе започета је као одговор на климатске изазове и то пројектом “Можемо”. Овај пројекат је подржао низ решења замене конвенционалних горива обновљивим изворима енергије, па је, између осталог, инсталирана и соларна електрана снаге 50 kW на крову котларнице „Централна топлана“ у Краљеву.

Пројекат су партнерски реализовале две организације цивилног друштва и два јавна предузећа: Асоцијација за развој Ибарске долине ИДА Краљево, „Гријање“ д.о.о Пљевља, Јавно енергетско предузеће „Топлана“ Краљево и Центар еколошких иницијатива из Берана, и то на територији Републике Србије и Црне Горе. Кроз Програм прекограничне сарадње Србија – Црна Гора 2014-2020, пројекат је суфинансирала Европска унија.

Са циљем смањења негативног утицаја енергетског сектора на климатске промене, пројекат је подржао низ практичних решења замене конвенционалних горива обновљивим изворима енергије, чиме су смањење емисије гасова стаклене баште.

У оквиру пројекта инсталирана је соларна електрана снаге 50 kW на крову Централне котларнице ЈЕП „Топлана“ у Краљеву. У основној школи у Матаругама у Краљеву и у пљеваљској у Гукама, уместо фосилних горива, лож уља и угља, захваљујући овом пројекту користе се обновљиви извори енергије (пелет).

Опремљена су и четири зелена кабинета малим системом за производњу струје из соларне енергије и пратећом опремом за извођење наставе у три основне и једној средњој школи – у ОШ „Рашка“ у Рашки и Пољопривредно-хемијској школи „Др Ђорђе Радић“ у Краљеву, ОШ „Салко Аљковић“ у Пљевљима и ОШ „Ратко Митровић“ у Беранама.

Припремљен је образовни програм за еколошко образовање за основне и средње школе, као и модел обрачуна потрошње топлотне енергије по уторшку на бази искуства ЈЕП „Топлана“ Краљево. Организоване су едукативне и промотивне активности за око 400 ученика основних и средњих школа.

ПРОЈЕКАТ ФОТОНАПОНСКЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА КРОВУ ЦЕНТРАЛНЕ КОТЛАРНИЦЕ

ЈЕП „Топлана“ Краљево је захваљујући реализацији пројекта из Програма прекограничне сарадње Србија – Црна Гора под називом „Смањење утицаја локалних заједница у пограничном региону Србија – Црна Гора на климатске промене – ми можемо“ добила своју прву фотонапонску електрану. Пројекат је суфинансиран из фондова Европске уније, а вредност пројекта је 230.000 еура.

Овим пројектом ЈЕП „Топлана“ је добила фотонапонску електрану за производњу електричне енергије снаге 50kW, која је инсталирана на крову објекта „Централна топлана“. Вредност ове инвестиције је 45.000 еура.

На овај начин ЈЕП „Топлана“ Краљево је постала прва топлана у централној Србији, па и шире, које ће за потребе својих производних процеса користити чисту електричну енергију добијену из обновљивих извора енергије.



Слика 1: Фотонапонска електрана на крову Централне топлане

Помоћу фотонапонске електране ЈЕП "Топлана" Краљево ће производити око 58.000 KWh електричне енергије на годишњем нивоу, што је еквивалентно потребама 12 домаћинстава у току целе године. На предлог Министарства рударства и енергетике, у претходном периоду Народна скупштина је усвојила пакет закона који се тичу енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије, а тиме је олакшан рад предузећима која препознају предности нових технологија и коришћења обновљивих извора енергије, попут краљевачке топлане.

ЈЕП "Топлана" Краљево је као и већина других топлана била регистрована за производњу, дистрибуцију и снабдевање топлотном енергијом крајњих потрошача. Сада је поред ових делатности регистрована и за производњу електричне енергије.

Фотонапонска електрана је инсталирана на крову објекта котларнице „Централна топлана“. Енергија произведена на овој фотонапонској електрани користи се првенствено за сопствене потребе, с тим да у случају вишка произведене енергије иста се предаје јавној дистрибутивној мрежи ЕПС.

Фотонапонска електрана обезбеђује око 15% годишњих потреба за електричном енергијом Централне котларнице, уједно највеће у систему ЈЕП "Топлана" Краљево.



Слика 2: Реконструкција крова Централне котларнице Слика 3: Радови на инсталирању ФЕ

Пре постављања фотонапонске електране, одрађена је реконструкција крова Централне котларнице, замена кровне конструкције и покривача.

Уграђено је 147 панела снаге 340 Wp, укупне површине око 260 м² и укупне снаге 49,98 kW.

Ток инсталације фотонапонске електране је био следећи :

Услови за пројектовање и прикључење су добијени у децембру 2020. године. Радови су изведени у јуну 2021. године.

Решење о прикључењу објекта на јавни дистрибутивни систем је добијено у августу 2021.

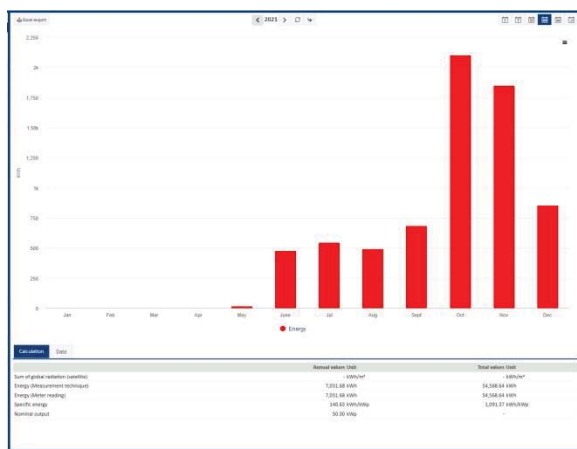
Уговор о потпуном снабдевању са нето обрачуном је добијен у октобру 2022.

Први записник комисије за интерни технички пријем децембар 2022. (проблем раставног елемента).

Други записник комисије за интерни технички пријем јул 2023.

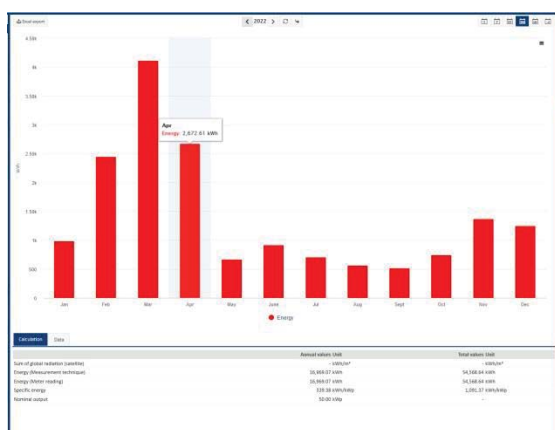
Фотонапонска електрана је прикључена на јавни ЕД систем у јулу месецу 2023.

ПРОИЗВОДЊА ЕЕ ПО ГОДИНАМА И МЕСЕЦИМА



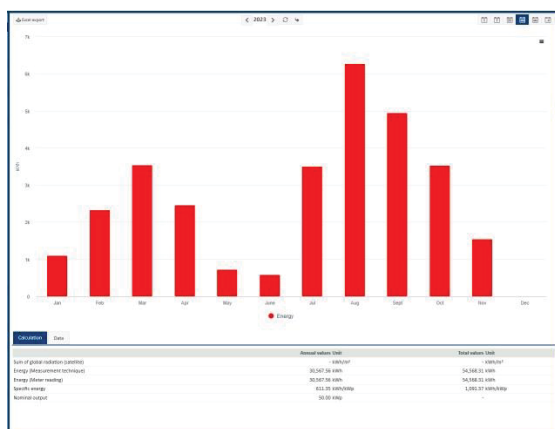
2021. – 7.031,68kWh

Слика 4: Дијаграм производње ФЕ током 2021.



2022. – 16.969,07 kWh

Слика 5: Дијаграм производње ФЕ током 2022.



2023. – 31.807,85 kWh

Слика 6: Дијаграм производње ФЕ током 2023.

ПЛАНОВИ ЈЕП "ТОПЛАНА" КРАЉЕВО У НАРЕДНОМ ПЕРИОДУ

ЈЕП "Топлана" Краљево има 9 извора топлотне енергије, на 5 локација. Највећи потрошачи природног гаса и електричне енергије су котларнице – Централна топлана и Нова колонија. Годишњи извештај поднет МРЕ за 2023. годину, и поред тога што је фотонапонска електрана на Централној топлани на систему ЕПС-а од јула 2023. показује значајне уштеде и мање рачуне за ЕЕ. Централна топлана и Нова колонија су имале приближну потрошњу ЕЕ. Нова колонија постаје већи потрошач ЕЕ од Централне топлане, па се из тог разлога разматрају технички услови за постављање фотонапонске електране и на Новој колонији, као и економска оправданост постављања фотонапонске електране на слободној страни крова Централне топлане.



Слика 7: Идејно решење нове зграде магацинског простора



Слика 8: Нови возни парк ЈЕП "Топлана" Краљево



Слика 9: Електро-пуњач

ЈЕП "Топлана" Краљево планира да у наредним годинама изгради зграду магацина и да на крову тог објекта постави још једну фотонапонску електрану. Такође, план је да поставимо електро- пуњаче на две локације на којима су инсталиране фотонапонске електране, и да возни парк предузећа у будућности комплетно заменимо електричним возилима.

ЗАКЉУЧАК

Емисије гасова с ефектом стаклене баште су у области енергетике 2023. порасле 1,1 одсто на 37,4 милијарде тона, саопштила је ИЕА. Од краја Другог светског рата, пад је забележен само седам пута, за време рецесија: 1949, 1980, 1981, 1982, 2009, 2015. и 2020. године.

Ова организација је 40 одсто прошлогодишњег скока приписала изузетно јаким сушама јер су због тога хидроелектране мање радиле. С друге стране, саопштила је да су соларне и ветроелектране, електрична возила и друге технологије заслужне што су емисије повећане мање него претходне године, будући да је укупан раст потражње за енергијом повећан.

Повећање емисија CO₂ би у протеклих пет година било три пута веће да у енергетици није било чистих технологија, показао је годишњи извештај. Годишња количина испуштених гасова с ефектом стаклене баште је од 2019. до 2023. повећана за 900 милиона тона.

Ово су подаци који су преузети са <https://balkangreenenergynews.com/>.

Чињеница је да сектор енергетике, чији смо и ми део, нажалост има своје учешће у горе изнетим подацима. Исто тако и тема обрађена у овој публикацији говори о свесности нас из сектора енергетике да морамо да уложимо максималан труд и сличним пројектима уз подршку ЈЛС, МРЕ и РС, јер сами мало тога можемо, дамо свој допринос умањену штете која је већ начињена.

СИСТЕМИ ЗА СКЛАДИШТЕЊЕ ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ

Милан Ристановић¹, Саша Савић²
Универзитет у Београду - Машински факултет, Београд, Србија
mristanovic@mas.bg.ac.rs
SS&A Power Group, Wettingen, Switzerland
sasha.savic@ssa-power.com

РЕЗИМЕ

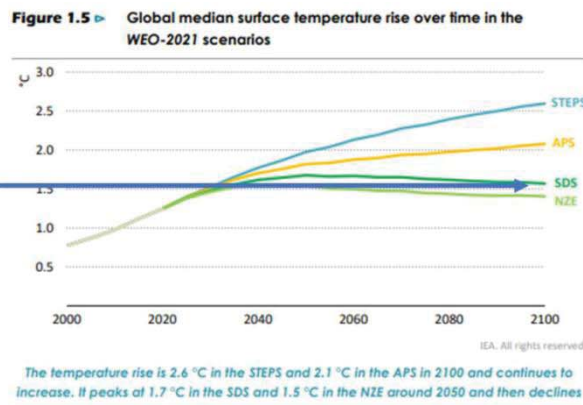
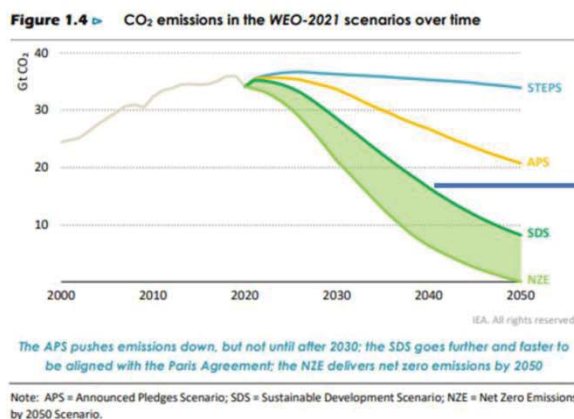
У раду се анализира потенцијал развоја тржишта складиштења енергије у процесу енергетске транзиције и декарбонизације. Даје се преглед постојећих технологија и технологија у развоју за складиштење енергије. Даје се решење технологије дуготрајног складиштења енергије са директним загревањем.

Кључне речи: *складиштење енергије, енергетска транзиција, TWEST;*

УВОД

У научној заједници постоји консензус у целом свету да климатске промене изазване људским бићима представљају велики изазов за човечанство. Најновији извештај Међувладиног панела за климатске промене (Intergovernmental Panel for Climate Change - IPCC), објављен 2023. године, предвиђа озбиљне последице по људску популацију, економију и нашу способност да се прилагодимо порасту глобалних површинских температура изнад 1,5°C [1]. Главни покретачи климатских промена су емисије гасова стаклене баште који су производи сагоревања фосилних горива. Истовремено, према Извештају о јазу емисија 2022 [2], опсег могућности за смањење емисија, пре него што се пређу различите тачке без повратка (отопљење ледених капа, одмрзавање пермафроста, итд.) које ће онда додатно створити ризик од убрзаног загревања, се брзо сужава. Отуда је од највеће важности да се убрза енергетска транзиција и постигне „нето нула“ за глобалне економије што је пре могуће. Сектор производње електричне енергије је посебно кључан за омогућавање транзиције ка свету нулте нето електрификацијом других индустрија и на тај начин избегавањем даљих емисија гасова стаклене баште.

Слика 1. илуструје анализу Међународне агенције за енергију [3] која се односи на имплементацију различитих сценарија везаних за повећање глобалне температуре. Јасно је да постоји јака веза између глобалних владиних политика и утицаја на просечни пораст температуре.



Слика 1 Анализа међународне агенције за енергетику различитих сценарија и њиховог утицаја на глобалне температуре [3].

Као што је већ истакнуто, изгледа да су врло мале шансе да се избегне повећање просечне глобалне температуре испод 1,5°C, јер се очекује да ће ови температурни нивои бити достигнути до 2030. године или чак раније. Идеалан сценарио да се некако остане испод 1,5°C био би сценарио глобалне нето нулте емисије до 2050. године, што би значило да све земље у свету до овог датума испуне нето нулту емисију у свим секторима. Ово се у овом тренутку сматра крајње нереалним.

Међутим, уз сценарио одрживог развоја, по којем велике развијене светске економије (ЕУ, САД, Јапан, Аустралија, Канада, итд.) достижу нето нулте циљеве до 2050. године, а Кина следи са нето нулом до 2060. године, док преостали свет (укључујући Индију) је на нето нули до 2070. године, сматра се да је на дохват руке. У овом сценарију, пораст температуре би требало да се стабилизује нешто изнад 1,5°C што би ограничило негативне ефекте на подношљивости. Да би се одрживи развој материјализовао, неопходно је да сектор производње електричне енергије у великим економијама буде на нето нули до 2035. године, како би се омогућило другим индустријама да се на време декарбонизују. Да би се то постигло, биће потребне нове владине политике. У случају да остану активне само политике које су већ спроведене (stated environmental policies scenario - STEPS), пораст температуре ће до краја века премашити 2,5°C, са највероватније катастрофалним последицама по човечанство и планету. Стога ће се у даљој анализи позивати само на STEPS сценарио, јер се сваки други сценарио сматра или нереалним или штетним за било коју будућу разумну пословну активност.

Ова транзиција према одрживом развоју, међутим, није једноставна и потребно је много корака за постизање циљева у складу са потребама глобалног развоја. Увођење великих количина обновљиве енергије попут ветра и сунца само по себи не решава проблем због њиховог испрекиданог рада или, једноставно, сунце не сија увек и ветар не дува увек. Да би се убрзала употреба ових средстава за производњу енергије без гасова који изазивају ефекат стаклене баште и одговориле на енергетске потребе, технологије складиштења енергије морају бити уведене брзим темпом док се развијају други напреднији генератори енергије без гасова стаклене баште, као што су напредне и безбедне нуклеарне технологије, чија ће имплементација бити највероватније не пре наредних 20-30 година. То значи да је потреба за складиштењем енергије у даљинским системима снабдевања хитна – како би се премостио јаз док зрелост технологије и економија других будућих технологија без гасова стаклене баште не буду на нивоима који би омогућили њихову примену у довољном обиму.

2 ПОКРЕТАЧИ ТРЖИШТА СКЛАДИШТЕЊА ЕНЕРГИЈЕ

У основи постоје два кључна покретача за имплементацију складиштења енергије – брзо стварање повремене обновљиве енергије и пензионисање постројења на фосилна горива. На основу сценарија одрживог развоја, ЕУ, САД и друге велике економије ће морати брзо да декарбонизују своју индустрију производње електричне енергије до 2035. Тренутно је енергетски микс у развијеним земљама у смислу произведених MWh је такав да скоро 2/3 произведене енергије долази из неких извора фосилних горива (електране на угаљ, нафту и гас са комбинованим циклусом).

У Европи и Северној Америци, 2020. године произведено је 4,300 TWh електричне енергије несмањеним коришћењем електрана на фосилна горива. Како ове електране обезбеђују поуздан капацитет базног оптерећења, ово ствара велики изазов у смислу замене овог извора електричне енергије и шта да се ради са овим средствима електране. До данас, постоји врло мало решења у развоју која могу понудити неке адаптације за наставак коришћења ових постројења, која могу да смање или у потпуности елиминишу CO₂, као што је хватање и складиштење угљеника (Carbon capture and Storage -CCS), водоника (H₂) или потенцијална пренамена ових средстава коришћењем система за складиштење топлотне енергије (Thermal energy storage systems - TES). Изазови примене складиштења угљен диоксида и водоника данас не би требало да се потцене, како из разлога техничке тако и из разлога економске изводљивости.

Према GT World Handbook, трошкови хватање и складиштење угљеника су већи од стварне изградње нових електрана. Осим тога, ефикасност уклањања CO₂ није већа од 85%, што значи да коришћењем оваквог решења постојећа постројења неће моћи да конвертују на нето нулу (15% генерисаног CO₂ ће и даље отићи у атмосферу). Коначно постројења за хватање и складиштење угљеника захтевају огроман простор око електране, било да је она гасна са когенерацијом или да је на угаљ. Шта више, смањиће ефикасност постојећих електрана за око 15% због сопствене потрошње и потреба за помоћном енергијом. Отуда је уверење да ће постојати веома ограничена могућност да се хватање и складиштење угљеника уведе у масовну употребу.

Зелени водоник је такође идентификован као алтернативни извор за сагоревање фосилних горива у постојећим турбинама. Генерисање зеленог водоника се заснива на електролизи потпуно деминерализоване воде. Процес електролизе је веома енергетски захтеван, заправо, данашњи електролизатори захтевају око 50-55 kWh електричне енергије да би произвео 1 kg водоника плус додатни губици на помоћне системе, што је утиче на укупни степен корисности за постојеће гасне електране у комбинованом циклусу у раду, тако да је не већи од 35%. Међутим, важно је напоменути да се данас H₂ може сагоревати само у гасним турбинама помешаним са природним гасом (до 18% масене концентрације). Произвођачи гасних турбина су се обавезали да ће достићи 100% сагоревања H₂ до 2030. године, иако то није потврђено и вероватније до 2035. Још увек постоје други значајни изазови са H₂, посебно када је у питању његово безбедно складиштење и транспорт, зато што H₂ је изузетно запаљив и не може се једноставно транспортовати коришћењем постојећих цевовода за природни гас због потенцијалног цурења. Цевоводна мрежа би морала бити суштински промењена, што би додало значајне додатне трошкове инфраструктури. Чување H₂ такође представља проблем из истог разлога. Стога, упркос тренутном фокусу на H₂, реалан временски оквир за значајно примену H₂ технологије највероватније неће бити пре 2040.



Слика 2 Потенцијал тржишта за технологије дуготрајног складиштења енергије.

Ипак, чак и ако постоји мали проценат ових постројења која се би се преуредила за коришћење различитих TES технологија, постојаће значајно тржиште за имплементацију дуготрајног складиштења енергије (Long duration energy storage – LDES) у блиској будућности. McKinsey у свом извештају [4] објављеном за Савет за дуготрајно складиштење енергије (Long Duration Energy Storage Council), предвиђа да ће до 2030. постојати 150-400 GW и 5-10 TWh дуготрајних решења за складиштење енергије, а до 2035. између 900 и 1.700 GW, или еквивалентно производњи електричне енергије од 35-70 TWh. Кумулативни инвестициони потенцијал за исти период креће се од 200 до 500 милијарди долара, до 1.100 до 1.800 милијарди долара до 2035. године, Слика 2.

3 ТЕХНОЛОГИЈЕ СКЛАДИШТЕЊА ЕНЕРГИЈЕ

Неколико технологија складиштења енергије тренутно је у различитим фазама развоја. Главне технологије складиштења које су данас доступне су системи за складиштење хидроенергије у реверзибилним хидроелектранама и системи за складиштење енергије са батеријама.

Технологија складиштења хидроенергије реверзибилним хидроелектранама је веома стара, поуздана и доступна са високом ефикасношћу укупног циклуса од преко 80%. Међутим, ова технологија има велики недостатак, она захтева планине и језера за рад, што заузврат снажно ограничава њихову стварну примену широм света. Глобална географија може подржати веома ограничен број ових пројеката.

Друга позната технологија су електрохемијске батерије, које су забележиле значајан раст у примени у последњој деценији. Литијум-јонске батерије (Li-Ion) у почетку такође имају релативно високу ефикасност укупног циклуса (око 80%). Међутим, постоје велики проблеми када су у питању батерије за примену у системима даљинског снабдевања:

- Нису еколошки прихватљиве јер су им потребни елементи ретких земаља као што су литијум и кобалт. Ископавање и литијума и кобалта је веома контроверзно, оба материјала су токсична, ретка и скупа и могу представљати огроман проблем током одлагања јер се такође тренутно не могу рециклирати. Доступност ових материјала неће бити довољна за аутомобилску индустрију (електрична возила), мобилне телефоне и друге уређаје и пројекте производње електричне енергије у комуналном обиму. Јасно је да ће приоритет имати претходне две апликације на дужи рок.
- Литијум-јонске батерије се веома брзо деградирају током циклуса, што захтева честу замену батерија, чиме се значајно повећавају њихови оперативни трошкови и трошкови одржавања. Како деградирају током рада, и капацитет складиштења и ефикасност брзо

падају са почетних вредности. Алтернатива продужавању њиховог корисног века је да се батеријска постројења предимензионарају (обично за 40% или више) и да се на тај начин искористи дубина пуњења (пражњење на не мање од 20% и пуњење до не више од 80%) за дуже трајање батерије живот. Ово, с друге стране, значајно повећава њихов почетна капитална улагања.

- Литијум-јонске батерије су скупе за изградњу, јер ова постројења захтевају претвараче и друге скупе компоненте енергетске електронике за претварање једносмерне струје коју генеришу батерије у наизменичну струју која се преноси високонапонским мрежама. Типични свеукупни трошкови инжењеринга, набавке и уградње литијум-јонских батерија, упркос нагласку о очекиваним трендовима смањења трошкова за батерије, никада се нису остварили. А додатни трошкови инжењеринга, набавке и уградње и трошкови електронике за напајање чине их веома скупим.
- Постојења за складиштење на бази литијум-јонских батерија немају синхроне генераторе и стога не могу понудити услуге подршке стабилности мреже као што су реактивна снага и инерција.
- Батеријска складишта енергије се углавном користе као системи краткотрајног складиштења, јер су типичне инсталације пројектоване за максимално два до четири сата пражњења. Такође, се не могу наплаћивати на дужи временски период (дуже од неколико дана) због ограничења животног циклуса батерије.

Још једна стара технологија је складиштење енергије је складиштење компримованог ваздуха са укупним степеном корисности циклуса пуњења/пражњења од око 50%. Користи вишак електричне енергије за компримовање ваздуха и складиштење у подземним пећинама. Примена оваквих система је ограничена доступношћу и дизајном складишних пећина.

Складишта топлотне енергије (Thermal energy storage - TES) је алтернатива која би могла да искористи успостављену мрежну везу да апсорбује вишак енергије из обновљивих извора за каснију употребу коришћењем парног циклуса за испоруку капацитета који се може отпремити.

3 СКЛАДИШТА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ

Данас се развија неколико различитих технологија складиштења топлотне енергије, углавном са фокусом на смањење трошкова складиштења енергије. Ови материјали укључују со, бетон, камење, песак, графит и материјале за промену фазе као што су металне легуре. Ови материјали се могу загрејати директно радним флуидом у постојећем циклусу паре или се могу загрејати електричним путем да би се искористио вишак излазне енергије из обновљивих извора. Електрично грејање се може остварити директним отпорничким грејачима или преко топлотне пумпе, при чему ова друга повећава укупну топлотну енергију ускладиштену компресијом гаса. Топлотне пумпе су обично скупље за инвестирање од отпорничког грејања и генерално испоручују ниже температуре него што је то могуће са електричним грејачима.

Складиштење топлотне енергије може се интегрисати директно са парним циклусом како би се заменио систем котла и продужио век употребе производних средстава изван временског оквира дозвољеног за употребу фосилних горива. Ова стратегија осигурава да инерција система за испоруку капацитета који се у потпуности може диспечеризирати током рада остаје доступна како се систем удаљава од фосилних горива.

Складишта енергије на бази растопљених соли (Molten-salt energy storage) користе топлоту растопљене соли за складиштење сунчеве енергије на високој температури. Ово је комерцијално коришћена технологија за складиштење топлоте прикупљене концентрисаном соларном

енергијом. Топлота се може претворити у прегрејану пару за напајање конвенционалних парних турбина и генерисање електричне енергије. Главни недостаци укључују сложеност, корозивност, оперативне трошкове и трошкове одржавања и захтев да се константно одржава минимална температура растопљене соли изнад 200°C.

Чврсто складиште топлоте са међуфлуидом за пренос топлоте (Solid heat storage with intermediate heat-transfer fluid) користи бетон, шљунак и камење и не захтева одржавање минималне температуре течности за пренос топлоте и стога нуди ефикасније решење у поређењу са системима растопљене соли. Ипак, релативно мала густина енергије и неопходност употребе високотемпературних дуваљки и екстерних размењивача топлоте ограничавају употребу ових система.

Чврсто складиште са директном производњом папе (Solid storage with direct steam generation) је решење које се одликује великом густином енергије, једноставним, поузданим и компактним дизајном омогућавају флексибилан рад и лаку интеграцију са постојећим електранама.

Квалитативни преглед постојећих технологија складиштења енергије за примену у електроенергетској мрежи сажет је у Табели 1. Технологије криогеног течног ваздуха и водоника су такође наведене у табели ради потпуности. Многе друге технологије развијене за складиштење топлоте у индустријском и јавном сектору које нису погодне за примену у електроенергетској мрежи овде се не разматрају.

Табела 1. Квалитативна анализа различитих технологија складишта енергије

	Li-Ion батерије	TES - растопљена со	TES - камен, бетон, стене	Криогени течни ваздух	Водоник	TES - чврсто складиште са директном производњом паре
Цена материјала складишта	средње	средње	ниско	високо	високо	средње
Укупни трошкови инсталације	високо	високо	средње	високо	високо	ниско
Оперативни трошкови и одржавање	високо	високо	ниско	високо	високо	ниско
Укупни степен корисности цикла	високо	средње	ниско	високо	ниско	средње
Утицај на околину	високо	средње	средње	високо	средње	ниско
Густина енергије	средње	средње	ниско	високо	високо	високо
Поновно коришћење постојеће имовине	ниско	средње	високо	ниско	средње	високо
Трајање пражњења	веома ниско	средње	ниско	високо	високо	средње

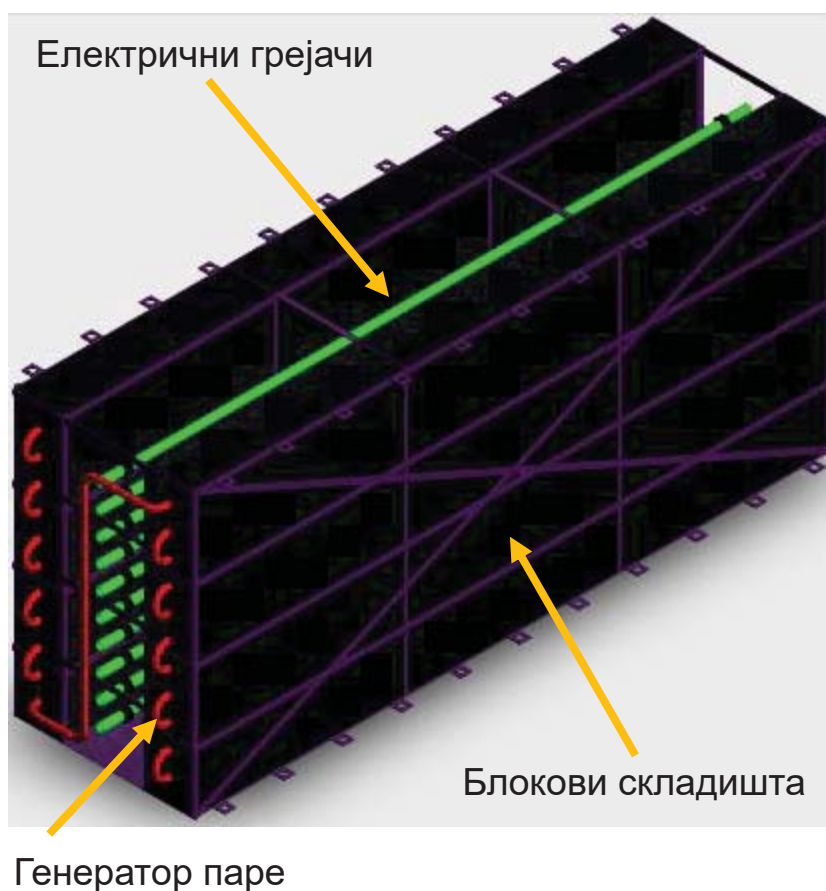
Преглед решења која се нуде за складиштење топлоте су приказани у Табели 2.

Табела 2 Преглед конкурентних решења складишта топлотне енергије

Име компаније	Материјал складишта и температура	Механизам пуњења	Механизам пражњења	Статус развоја
Malta	Топљена со (550°C)	Топлотна пумпа са прилагођеним копресором	Прилагођени турбоекспандер	200 kWh пилот (RTE=10%)
MAN Mosas	Топљена со (550°C)	Топлотна пумпа са отпорничким грејачем	Медијум преношења топлоте (ваздух) и размењивач топлоте	Нема јавно доступних информација
Kyoto	Топљена со (550°C)	Отпорнички грејач	Медијум преношења топлоте (ваздух) и размењивач топлоте	Индустријска пилот постројења
Siemens Gamesa	Камење, шљунак (800°C)	Екстерни електрични отпорнички грејач и медијум за преношење топлоте (ваздух)	Медијум преношења топлоте (ваздух) и размењивач топлоте	130 MWh пун циклус, демонстрационо постројење
Energy Nest	Бетон (400°C)	Екстерни електрични отпорнички грејач и медијум за преношење топлоте (ваздух)	Медијум преношења топлоте (ваздух) и размењивач топлоте	1 MWh самостални пилот. Неколико пројеката у развоју.
Brenmiller Energy	Дробљни вулкански камен у металним боксовима (до 700°C)	Врели флуид, пара или вода. Објављен прелаз на електричне грејаче али није јавно демонстрирано до сада.	Директна конверзија вода у пару	24 MWh пилот интегрисан у CCGT циклус. Неколико мањих индустријских и резиденцијалних складишта.
Lumenion	Челик (650°C)	Отпорнички грејач	Медијум преношења топлоте (ваздух) и размењивач топлоте	2,4 MWh резиденцијално грејање
Stiesdal	Дробљени камен (650°C)	Топлотна пумпа са прилагођеним копресором	Прилагођени турбоекспандер	Нема јавно доступних информација
Kraftblock	Фосфорни гранулат (550°C)	Екстерни електрични отпорнички грејач и медијум за преношење топлоте (ваздух)	Медијум преношења топлоте (ваздух) и размењивач топлоте	Нема јавно доступних информација
E2S Power	Индустријски гранулат ниског квалитета (700°C)	Директно загревање зрачењем наменским грејачима на средњем напону	Директна конверзија вода у пару	250 kWh самостални пилот. Неколико пројеката у развоју.

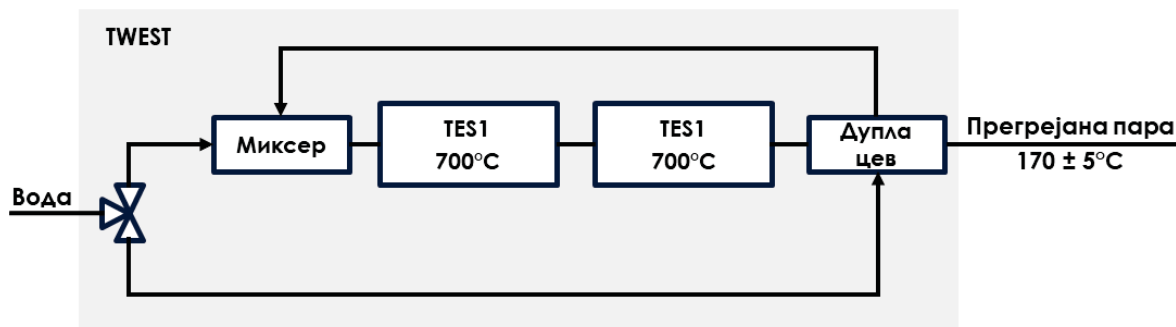
4 TWEST складиште енергије

TWEST (Traveling Wave Energy Storage) је технологија дуготрајног складиштења енергије са директним загревањем електричним грејачима. У фази пуњења електрични грејачи зрачењем загревају блокове од графита на до 700°C, Слика 3. Унутар цеви уграђених у графитне блокове долази до конверзије воде под притиском у прегрејану водену пару. Захваљујући својству TWEST принципа, излазна температура водене паре се одржава константом, што представља јединствени начин за превазилажење највећег изазова складишта енергије – одржавање константне температуре за време трајања читаве фазе пражњења.



Слика 3 Блок TWEST складишта енергије.

Материјал складишта енергије је графит због његове особине да има висок топлотни капацитет што омогућава веома компактно извођење, док је велика термичка проводљивост кључна за брзо пуњење складишта и компактан дизајн генератора паре. Осим тога, висока отпорност на термичка напрезања и добре механичке карактеристике су повољне за велики број циклуса на високим температурама. Графит је доступан у већим количинама при конкурентној цени.



Слика 4 Структурни дијаграм управљања температуре TWEST складишта енергије.

На слици 4. је приказан структурни дијаграм управљања температуре у складишту загрејаном на 700°C. Хладна, или претходно предгрејана вода, се на трокраком вентилу раздељује да би се постигла жељена температура водене паре на излазу. Напојна воде се након хлађења паре се враћа у складиште преко миксера, чиме се елиминише губитак енергије и смањује термички шок на улазу у складиште. Складиште енергије може да се састоји од једног или више модула у ради оптимизације захтева за пражњењем. Један или више модула се иницијално загревају на жељену температуру паре како би се обезбедили иницијални услови. Прецизно управљање температуре се врши преко посебно пројектованог размењивача топлоте са дуплом цеви користећи напојну воду.

У поређењу са другим технологијама TWEST се одликује компактним дизајном и једноставношћу интеграције, док је простор који заузима 2 до 5 пута мањи. Продукција паре у пуном обиму се успоставља за мање од 3 минута од тренутка отпочињања циклуса пражњења, одржавајући излазну температуру унутар граница $\pm 5^{\circ}\text{C}$ све време.

ЗАКЉУЧАК

Увођење складиштења енергије у комбинацији са обновљивим изворима енергије и постојећим ресурсима може знатно да убрза транзицију ка одрживом развоју и обезбеђивању енергије без гасова стаклене баште. Складиштење енергије у даљинским системима снабдевања може да буде хитна мера док се не изврши развој будућих технологија које би омогућиле њихову примену у довољном обиму.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] IPCC Sixth Assessment Report (AR6) 2023
- [2] UN Environment Program EGR 2022
- [3] World Energy Outlook 2021, IEA Report 2021
- [4] Net-zero power; Long duration energy storage for a renewable grid, McKinsey 2021



European Bank
for Reconstruction and Development

Life Is On

Schneider
Electric



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAER
State Secretariat for Economic Affairs SECO



REHAU



USAID
OD AMERIČKOG NARODA

KSB



Društvo termičara Srbije

OVEX INŽENJERING



NIRXAS

–weishaupt–



Schweizerischer Verband für
UNN/ELT TECHNIK

TAM

wilo

armacell® | **2012**

METRONIK
INŽENJERING

engelmann
smartest metering technology

T
TERMOPLUS



OmniData

SISTEM OBRAČUNA I NAPLATE
KOMUNALNIH USLUGA



TRACO



**FIN[®]
THERM**

yuon
CONTROL



Kazantrade



hydronic flow
control



flamco



comap

PETROL

Energija za život

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.311.22:697.34(082)
697.3(082)

СТРУЧНО-научна конференција ТОПС 2024 (2024 ;
Златибор)

Зборник радова / Стручно-научна конференција
ТОПС 2024, Златибор, мај 2024. ; [организатори
Пословно удружење "Топлане Србије" ... [и др.]] ;
[уредник Душан Мацура]. - Шабац : Пословно
удружење "Топлане Србије", 2024 (Шабац : Демо
груп). - 103 стр. : илустр. ; 30 cm

Радови на срп., хрв. и енгл. језику. - Текст ћир. и лат. -
Тираж 200. - Напомене и библиографске референце
уз текст. - Библиографија уз већину радова.

ISBN 978-86-86311-12-2

а) Даљинско грејање -- Зборници б) Топлане --
Зборници

COBISS.SR-ID 145178633



ПОСЛОВНО УДРУЖЕЊЕ
“ТОПЛАНЕ СРБИЈЕ“

Владе Станимировића 2, 15000 Шабац
office@toplanesrbije.org.rs
www.toplanesrbije.org.rs