

DOI: [10.46793/CIGRE37.C1.07](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.C1.07)

C1.07

UTICAJ TOPLOTNIH SKLADIŠTA NA ELEKTROENERGETSKI SISTEM

THE IMPACT OF HEAT STORAGE ON THE ELECTRICAL POWER SYSTEM

Aleksandar Latinović, Dušan Macura, Bojan Bogdanović*

Kratak sadržaj: Dekarbonizacija energetskeg sektora u Republici Srbiji je u punom zamahu. U elektroenergetskom sektoru proces dekarbonizacije se u najvećoj meri oslanja na integraciju obnovljivih izvora energije vetra i sunca, odnosno na vetroelektrane i solarne elektrane. Vetroelektrane i solarne elektrane su varijabilni izvori energije i kao takvi donose dva ključna izazova dalje integracije ovakvih elektrana u elektroenergetski sistem Republike Srbije, a to su balansiranje i bilansiranje elektroenergetskog sistema. U ovom radu prikazano je konceptualno rešenje toplotnog skladišta, čija izgradnja se planira u Novom Sadu, kao i potencijalni uticaj skladišta na elektroenergetski sistem kao jednog od rešenja za izazove balansiranja i bilansiranja elektroenergetskog sistema. Posebno su istaknute regulatorne prepreke integracije toplotnih skladišta u elektroenergetski sistem Republike Srbije.

Ključne reči: toplotno skladište, varijabilni obnovljivi izvori, balansiranje, bilansiranje

Abstract: The decarbonization of the energy sector in the Republic of Serbia is in progress. In the power sector, the decarbonization process primarily based on the integration of renewable energy sources, mostly wind and solar power, through wind farms and solar power plants. Wind farms and solar power plants are variable energy sources and, as such, present two key challenges for further integration of these power plants into the power system of the Republic of Serbia, short-term balancing and long-term balancing of the electrical power system. This paper presents a conceptual solution for a thermal storage facility planned for construction in Novi Sad, as well as the potential impact of the storage facility on the power system as one of the solutions to the challenges of balancing the power system. Special emphasis is placed on the regulatory barriers to integrating thermal storage facilities into the electrical power system of the Republic of Serbia.

Key words: Thermal storage, VRES, balancing

* Aleksandar Latinović, EPS AD, aleksandar.latinovic@eps.rs
Dušan Macura, JKP Novosadska toplana, dusan.macura@nstoplana.rs
Bojan Bogdanović, EBRD, BogdanoB@ebrd.com

1 UVOD

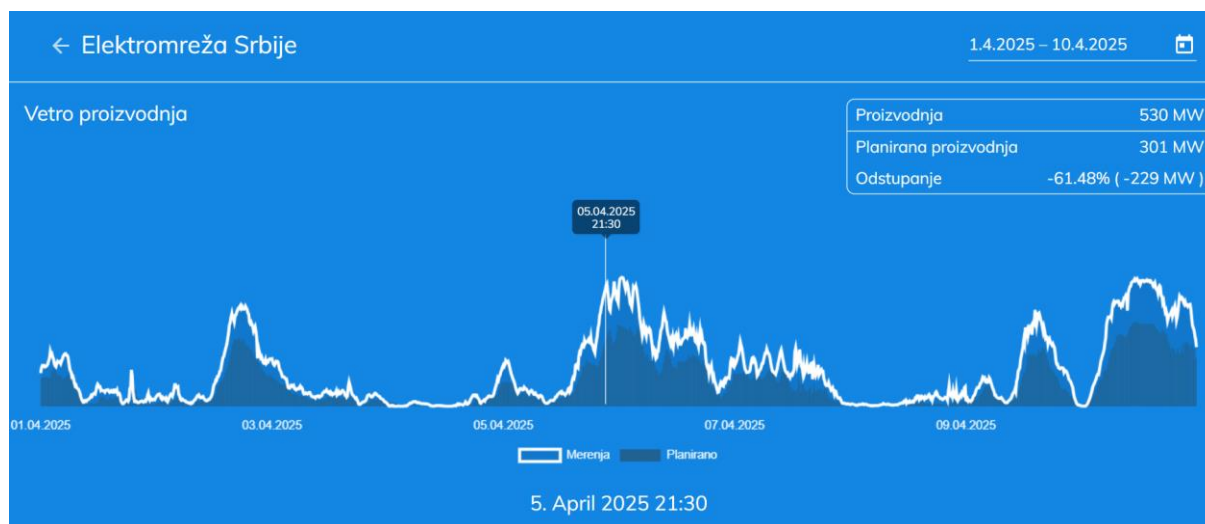
Dekarbonizacija energetskog sektora u Republici Srbiji je u punom zamahu. U elektroenergetskom sektoru proces dekarbonizacije se u najvećoj meri oslanja na integraciju obnovljivih izvora energije vetra i sunca, odnosno na vetroelektrane i solarne elektrane. Na prenosnom sistemu već su priključene vetroelektrane ukupne instalisane aktivne snage od preko 500 MW, dok na distributivnom sistemu pored oko 30 MW vetroelektrana postoji i preko 100 MW solarnih elektrana [3] i [4]. Vetroelektrane i solarne elektrane su varijabilni izvori energije i kao takvi donose dva ključna izazova dalje integracije ovakvih elektrana u elektroenergetski sistem Republike Srbije (RS), a to su balansiranje i bilansiranje elektroenergetskog sistema. Operator prenosnog sistema (OPS) je u analizi adekvatnosti prepoznao nedostatak balansne rezerve u slučaju priključenja OIE koji su aplicirali za priključenje. Posledice bilansiranja (uravnoteženja sistema na period duži od obračunskog perioda) već su vidljive na tržištu električne energije kao izražena volatilnost u ceni električne energije na dan unapred tržištu.

U ovom radu prikazano je konceptualno rešenje toplotnog skladišta, čija izgradnja se planira u Novom Sadu, kao i potencijalni uticaj skladišta na elektroenergetski sistem kao jednog od rešenja za izazove balansiranja i bilansiranja elektroenergetskog sistema.

Posebno su istaknute regulatorne prepreke integracije toplotnih skladišta u elektroenergetski sistem Republike Srbije.

1.1 Izazovi balansiranja i bilansiranja EES

Proizvodnja varijabilnih OIE uslovljena je vremenskim uslovima, odnosno kvalitet plana proizvodnje u potpunosti zavisi od kvalitete vremenske prognoze. Na slici 1 prikazan je plan i ostvarenje proizvodnje iz vetroelektrana na prenosnom sistemu za period od 1.4.2025. do 10.4.2025. godine [5].



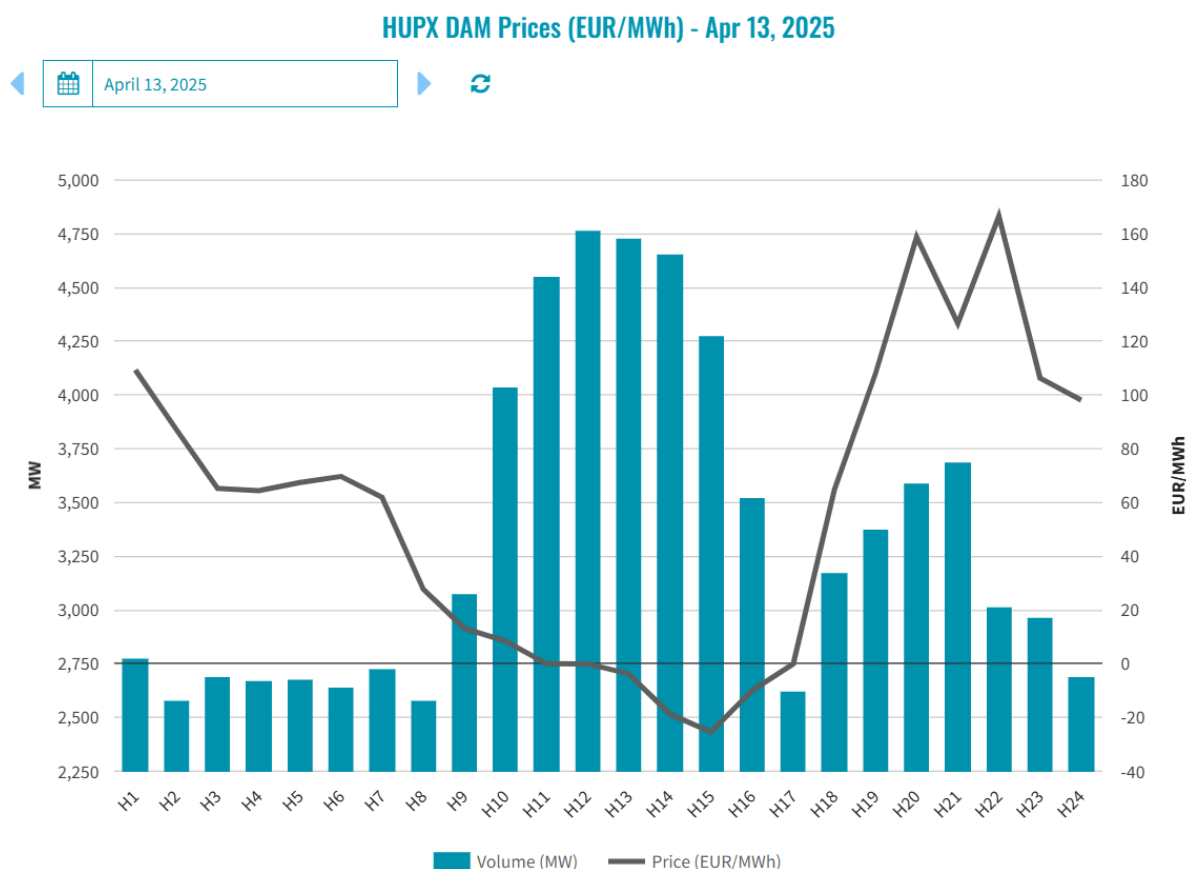
Slika 1: Odstupanje plana od ostvarene proizvodnje vetroelektrana u RS

Razlike plana i ostvarenja su kod varijabilnih OIE najznačajnije u periodima rada sa promenljivim opterećenjem. Na slici 1 prikazano je odstupanje veće od 50% planirane proizvodnje. Sva odstupanja planirane i ostvarene proizvodnje u elektroenergetskom sistemu (EES) RS moraju da budu anulirana dejstvom pomoćnih usluga za balnasiranje sistema.

Daljim rastom instalisane aktivne snage varijabilnih OIE u EES neophodno je da rastu i kapaciteti za balansiranje sistema. Trošak balansiranja varijabilnih OIE nije jednostavno predvideti, i upravo ovaj trošak predstavlja jedan od značajnijih rizika za finansiranje projekata novih varijabilnih OIE.

Neophodno je napomenuti da varijabilni OIE, kada proizvode energiju, negativno utiču na raspoloživost balansne rezerve koju obezbeđuju konvencionalne elektrane. Varijabilni OIE nemaju mogućnost skladištenja pogonske primarne energije, kao što ima većina hidroelektrana, odnosno varijabilni OIE nemaju troškove primarnog energenta kao elektrane na fosilna goriva. Optimizacijom proizvodnog miksa, prema ekonomskim kriterijumima, varijabilni OIE imaće prednost u odnosu na konvencionalne elektrane, odnosno što više varijabilnih OIE bude u EES, u trenucima njihove pune proizvodnje, sve više konvencionalnih elektrana će biti potisnuto, a samim tim i balansna rezerva koju pružaju te elektrane neće biti dostupna. Varijabilne OIE koje su pod sistemom podsticaja ostvaruju premije na proizvedenu električnu energiju. Tehnički, ove elektrane bi mogle da pružaju balansnu uslugu u smeru smanjenja aktivne snage, ali bi u tom slučaju izgubljena premija morala da im se nadoknadi.

Posledice izazova balansiranja varijabilnih OIE već su vidljive na tržištima električne energije, što se može videti na Slici 2, na kojoj je prikazana cena električne energije za dan unapred na berzi u Mađarskoj.



Slika 2: Cene električne energije za dan unapred tržištu na berzi u Mađarskoj za dan 13.4.2025.

U satima u kojima punu proizvodnju imaju solarne elektrane, cena električne energije je gotovo jednaka nuli ili je negativna, prikazano na Slici 2, a u večernjim satima cena dostiže vrednosti od preko 150 €/MWh. Najznačajniju posledicu volatilnost cene električne energije iz varijabilnih OIE (pogotovo energije iz SE) može da ima da dalji proces dekarbonizacije EES u smislu nastavka ulaganja u izgradnju novih OIE jer vrednost energije koju proizvode solarne elektrane na berzama električne energije predstavlja značajan rizik za finansiranje projekata izgradnje novih OIE, prvenstveno solarnih elektrana. Finansijske institucije koje obezbeđuju sredstva (kredit) za izgradnju novih OIE usled značajne volatilnosti cene na tržištu električne energije iz OIE i nemogućnosti da predvide da li će klijent biti u mogućnosti da otplaćuje kredit na osnovu prihoda od prodaje električne energije na tržištu, za odobrenje sredstava zahtevaju dokaze o fiksnoj ceni električne energije tokom perioda otplate kredita. Ovaj zahtev se svodi na to da klijenti zahtev obezbeđuju podsticajima koje garantuje RS, aukcije.

Volatilnost cene električne energije iz SE na tržištu može da ima uticaj i na kupce-proizvođače koji nisu direktni učesnici tržišta. U ovom trenutku Garantovani snabdevač vrednost cene električne energije za snabdevanje kupaca-proizvođača određuje na osnovu srednje vrednosti cene električne energije na tržištu i kada se posmatra profil proizvodnje SE na krovu kupaca-proizvođača i profil cene na tržištu kada SE proizvode (slika 2) može se zaključiti da snabdevač gubi značajan deo profita, koji u zavisnosti od profila potrošnje kupca-proizvođača može da bude i negativan. Ako kupac-proizvođač, koji Snabdevaču plaća fiksnu cenu za preuzetu električnu energiju, ne preuzima električnu energiju iz sistema kada su cene niske (kada proizvodi SE), već je preuzima samo u pikovima cene u večernjem vrhu (kada SE ne proizvode), na godišnjem nivou će takav kupac-proizvođač ostvariti nižu cenu za preuzetu električnu energiju od Snabdevača nego da je kupovao na tržištu. Pitanje je trenutka kada će Snabdevač promeniti pristup ka kupcima-proizvođačima.

1.2 Toplotno skladište u Novom Sadu

Primarni cilj projekta toplotnog skladišta u Novom Sadu (zvaničan naziv Solar-termal Novi Sad) je razvoj i izgradnja postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije a zasnovana su na solarno-termalnoj energiji i toplotnim pumpama, kao i njihova integracija u sistem daljinskog grejanja Novog Sada. Sekundarni cilj projekta jeste omogućavanje boljeg sektorskog povezivanja između sistema daljinskog grejanja i elektroenergetskog sistema, kako bi se obezbedila nedostajuća balansna rezerva za elektroenergetski sistem, kroz implementaciju tehnologija upravljive potrošnje, odnosno „Power to X“ rešenja.

Strateški cilj Grada Novog Sada i preduzeća Novosadska toplana je obezbeđivanje baznog izvora toplotne energije za potrebe sistema daljinskog grejanja, kroz integraciju obnovljivih izvora energije u postojeću infrastrukturu toplane. Trenutno je sistem za proizvodnju toplotne energije u okviru daljinskog grejanja grada zasnovan isključivo na korišćenju prirodnog gasa kao primarnog izvora energije. Grad Novi Sad i Novosadska toplana prepoznali su tehnologiju skladištenja toplote kao održivo rešenje za sistem daljinskog grejanja.

Solarno-termalna tehnologija sa skladištenjem toplotne energije podrazumeva prikupljanje toplotne energije, skladištenje toplotne energije u toplotnom skladištu i korišćenje uskladištene energije u sistemu daljinskog grejanja. Prikupljanje energije van grejne sezone vrši se putem polja solarnih kolektora, toplotnih pumpi i direktnom konverzijom električne energije u toplotnu. Energija se skladišti u jamskim skladištima toplotne energije, a medijum za skladištenje je voda.

Uskladištena energija se koristi direktno kao izvor toplotne energije u sistemu daljinskog grejanja, kada je temperatura vode u skladištu viša od temperature vode u sistemu daljinskog grejanja, odnosno indirektno putem toplotnih pumpi, kada je temperatura vode u skladištu niža od temperature vode u sistemu daljinskog grejanja.

Trenutno stanje projekta je da je završena studija izvodljivosti i planirana je izgradnja, za šta je već odobreno finansiranje od strane Evropske banke za obnovu i razvoj.

Solarno-termalno postrojenje planirano je u neposrednoj blizini gradskog sistema daljinskog grejanja i kogeneracijskog postrojenja TE-TO "Novi Sad", Prikazano na Slici 3.



Slika 3: Planirano toplotno skladište u Novom Sadu neposredno pored TE-TO Novi Sad

1.3 Zakonska i podzakonska regulativa

Termalno skladište sa električnim izvorom toplotne energije predstavlja skoncentrisanu upravljivu potrošnju, koja je prepoznata u zakonskoj i podzakonskoj regulativi.

Zakonom o energetici [1], u članovima 3 i 4 u strategiji i ciljevima energetske politike, prepoznata je upravljiva potrošnja.

U Uredbi o mrežnim pravilima koja se odnose na priključenje na mrežu objekata kupaca [2] (transponovana EU uredba 2016/1388), je u članu 27 definisano da se:

Usluge upravljanja potrošnjom koje se pružaju operatorima sistema klasifikuju se u sledeće kategorije:

- daljinsko upravljanje:
 - upravljanje potrošnjom sa ciljem promene aktivne snage;
 - upravljanje potrošnjom sa ciljem promene reaktivne snage;
 - upravljanje potrošnjom sa ciljem upravljanja ograničenjima u prenosnoj mreži;
- nezavisno upravljanje:
 - upravljanje potrošnjom sa ciljem promene frekvencije sistema;
 - upravljanje potrošnjom sa ciljem vrlo brze promene aktivne snage.

Objekti kupca i zatvoreni distributivni sistemi mogu pružati usluge upravljanja potrošnjom nadležnim operatorima sistema i nadležnim OPS. Usluge upravljanja potrošnjom mogu uključivati, zajedno ili odvojeno, povećanje ili smanjenje potrošnje.

Prema transponovanoj EU uredbi 2016/1388, upravljiva potrošnja može da pruža sve usluge kao i proizvodni modul, u zavisnosti od tehničkih karakteristika potrošnje.

U ovom trenutku, u podzakonskim aktima, upravljiva potrošnja nije u potpunosti prepoznata.

U Pravilima o radu tržišta i Pravilima o radu prenosnog sistema, upravljiva potrošnja prepoznata je samo kao balansni entitet koji pruža pomoćnu uslugu tercijarne regulacije.

Pored zakonske regulative koja se tiče upravljive potrošnje, od značaja za ovaj rad je i regulativa koja se odnosi na nedostatak balansne rezerve u sistemu.

U članu 67. a Zakona o korišćenju obnovljivih izvora energije [7], usled integracije značajne količine varijabilnih OIE prepoznat je rizik po siguran rad elektroenergetskog sistema usled nedostatka rezerve za balansiranje sistema, prvenstveno rezerve sekundarne regulacije. Zakonom je definisano da se priključenje varijabilnih OIE odlaže, ukoliko ne postoji dovoljno rezerve sekundarne regulacije.

U skladu sa Zakonom, OPS je dužan da u okviru plana razvoja sistema sprovede analizu adekvatnosti, kojom se analizira adekvatnost proizvodnje u prenosnom sistemu. Najnovija studija adekvatnosti (mart 2024.), koju je sproveo OPS, ukazala je na nedostatak balansne rezerve u elektroenergetskom sistemu, zbog čega je priključenje novih varijabilnih OIE na elektroenergetski sistem Srbije odloženo. Priključenje novih varijabilnih OIE moguće je samo uz obezbeđenje nove balansne rezerve, što značajno povećava troškove izgradnje novih projekata OIE. Ovi rezultati analize adekvatnosti su posledica velikog broja zahteva za priključenje varijabilnih OIE na elektroenergetski sistem.

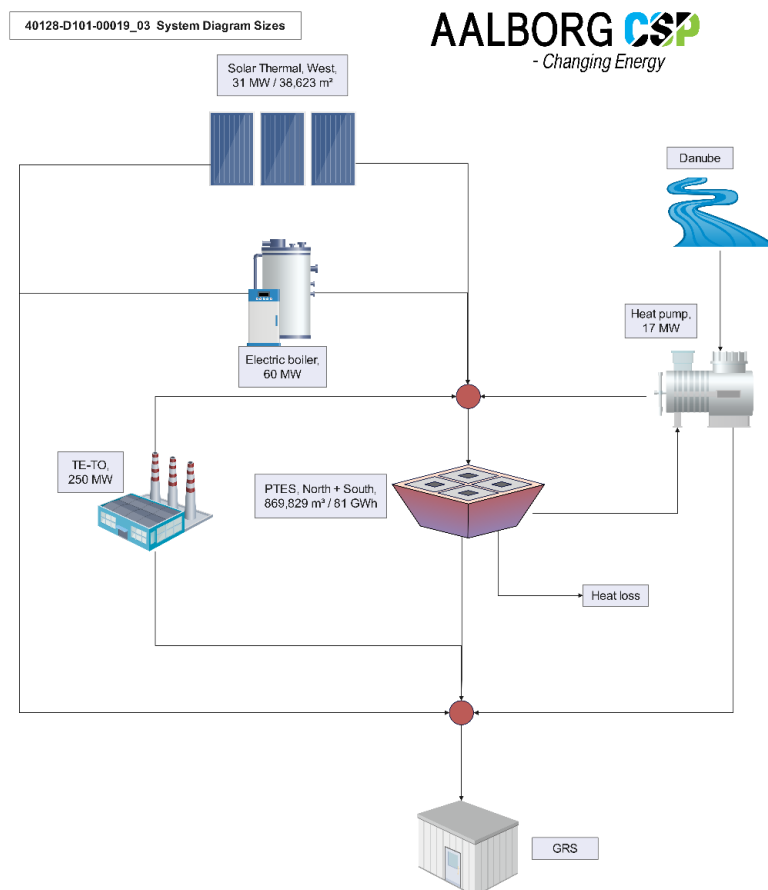
2 KONEPTUALNO REŠENJE TOPLOTNOG SKLADIŠTA U NOVOM SADU

Rešenje toplotnog skladišta u Novom Sadu sastoji se od samog toplotnog skladišta, polja solarnih kolektora, toplotne pumpe, e-boiler-a (električni kotao) i postojeće TE-TO NS, kao što je prikazano na Slici 4. Svaki od elemenata koji skladištu predaju toplotu, moći će da direktno preda toplotu i sistemu daljinskog grejanja, zavisno od toga da li je grejna sezona u toku ili ne. Ključni element projekta je toplotna pumpa koja ima specifičnu planiranu namenu. Van grejne sezone, toplotna pumpa preuzimaće toplotu iz Dunava i grejaće toplotno skladište sa stepenom efikasnosti procesa od 2.9 (u daljem tekstu - COP), prikazano na Slici 5, a tokom grejne sezone, kada temperatura vode u skladištu nije dovoljna da bi se toplota predala sistemu daljinskog grejanja, toplotna pumpa uzimaće toplotu iz toplotnog skladišta, i predavati je sistemu daljinskog grejanja, uz visok stepen efikasnosti procesa (COP 3.9), kao što je prikazano na Slici 6.

Karakteristike elemenata projekta date su u tabeli 1.

Tabela 1: Karakteristike elemenata toplotnog skladišta

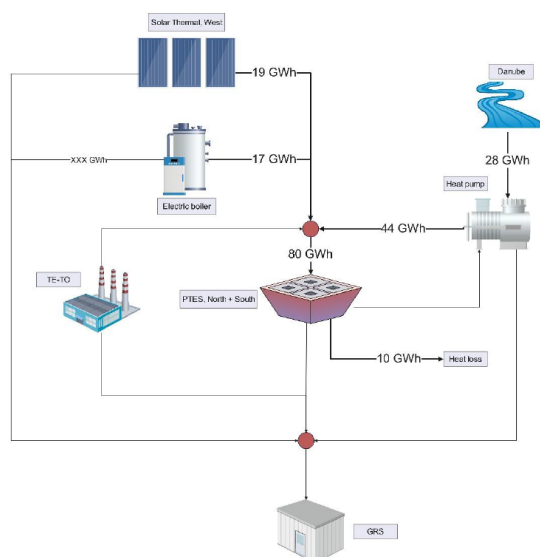
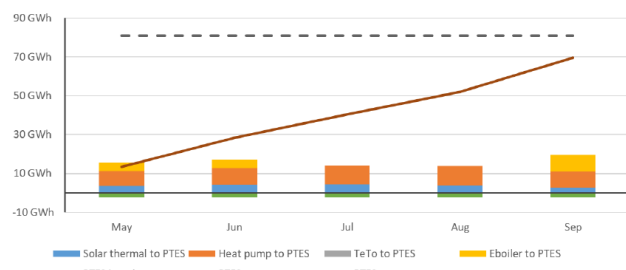
Element toplotnog skladišta	Instalisani parametar	Kumulativna godišnja produkcija/ulaz	Kumulativna godišnja produkcija/izlaz
Toplotno skladište	105MWt/ 80 GWh	238 GWh	222 GWh
Toplotna pumpa	4,3MWe / 17 MWt	68 GWh	98 GWh
e – boiler	60 MW	/	29 GWh
Solarni kolektori	31 MW	/	29 GWh
TE-TO NS	250 MWt	/	363 GWh



Slika 4: Konceptualno rešenje toplotnog skladišta

NON-HEATING SEASON

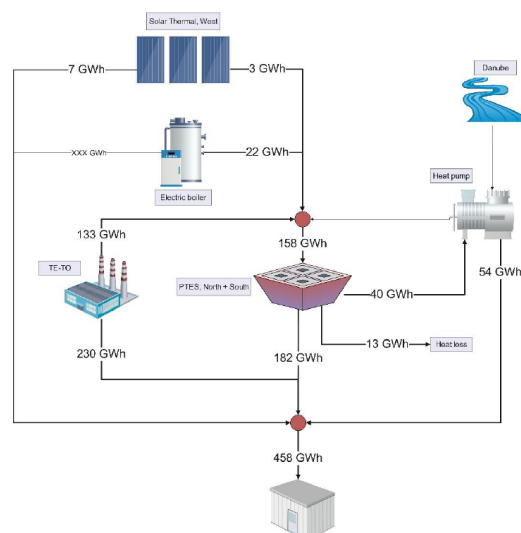
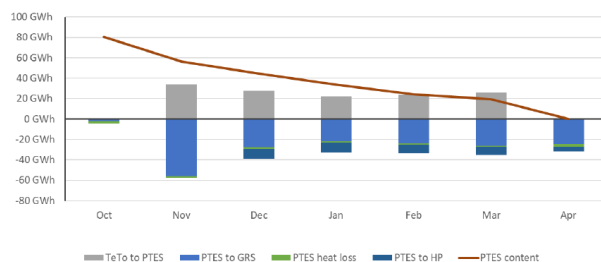
PTES - Heat Flow - Non-heating Season



Slika 5: Tokovi energije van grejne sezone

HEATING SEASON

PTES - Heat Flow - Heating Season

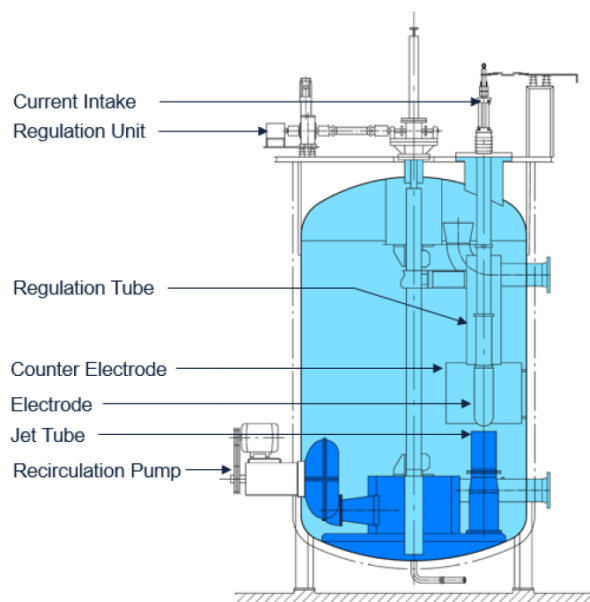


Slika 6: Tokovi energije u grejnoj sezoni

Na slikama 5 i 6, prikazano je predviđeno energetska stanje skladišta u svakom mesecu i tokovi energije u odnosu na skladište.

3 TOPLOTNO SKLADIŠTE KAO UPRAVLJIVA POTROŠNJA

U dizajnu toplotnog skladišta u Novom Sadu predviđena su dva tipa električnih izvora toplotne energije, toplotna pumpa i električni kotao. Električna snaga toplotne pumpe je 4,3 MW i predviđena je da radi planski, iako ima značajnu fleksibilnost. Sa druge strane električni kotlovi sa snagom od 2x30 MW su planirani da rade kao fleksibilni potrošač električne energije. U planiranom postrojenju električni kotlovi predstavljaju ključne komponente za iskorišćavanje sve većeg učešća jeftine i obnovljive električne energije na tržištu. Planirana je ugradnja katodnih električnih kotlova, poprečni presek kotla prikazan je na Slici 7.



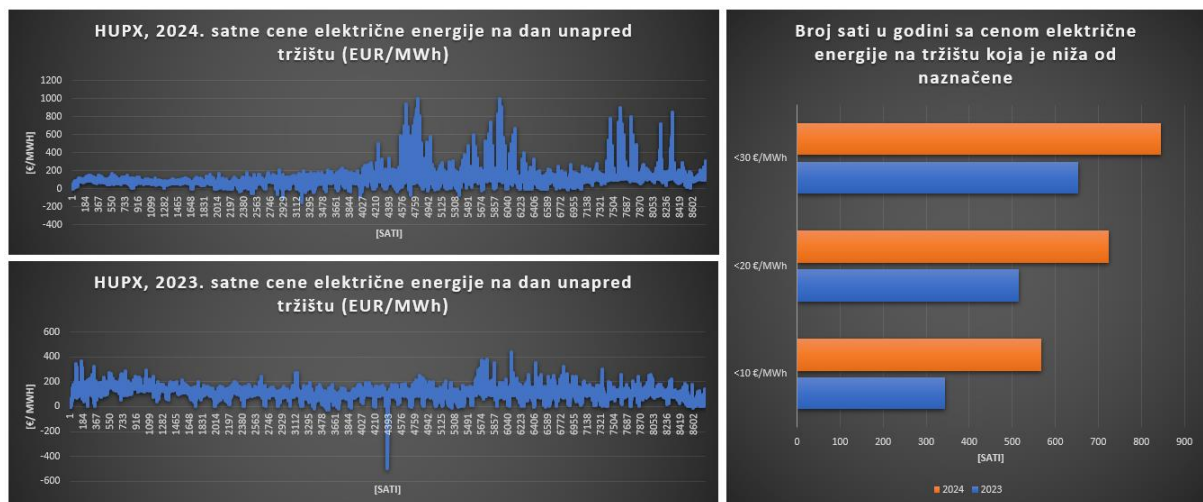
Slika 7: Poprečni presek električnog bojlera

Karakteristike postrojenja električnog kotla prikazane su u tabeli 2. Najznačajnije karakteristike su širok opseg potrošnje, visoka efikasnost, visoke izlazne temperature vode/pare na izlazu, kao i mogućnost prilagođenja kotla naponskom nivou.

Tabela 2: Karakteristike električnog kotla

Karakteristika	Vrednost	Jedinica
Snaga	2-60	MW
Napon	6-24	kV
Pritisak fluida	<25	bar
Temperatura fluida	<226	°C
Efikasnost	>99	%

Na slikama 5 i 6 može se primetiti da je najznačajnije angažovanje električnog kotla u maju i septembru. Integracijom sve veće količine varijabilnih OIE povećaće se broj sati kada su cene električne energije na berzama niske, odnosno očekivano je da električni kotlovi rade i u drugim mesecima tokom godine. Na slici 8 prikazane su godišnje satne cene na dan unapred tržištu u Mađarskoj (izvor Transparency Platform) za 2023. i 2024. godinu, sa izdvojenim brojem sati tokom godine kada je cena niža od 10 €/MWh, 20 €/MWh i 30 €/MWh. Za sve tri kategorije, primetno je značajno povećanje broja sati sa niskim cenama za 2024. u odnosu na 2023. godinu, sa mogućnošću da se trend nastavi i u 2025. godini. Broj sati kada električni kotao radi je bitan sa stanovišta smeru balansne usluge koju može da pruži. Oko 10 % vremena očekuje se da će električni kotao biti u radu i tada će moći da pruži uslugu smanjenja potrošnje (za EES ekvivalent povećanje proizvodnje). Za predmetnu uslugu se očekuje da će biti deficitarna u uslovima značajne proizvodnje iz varijabilnih OIE. Preostalo vreme kada nije aktivan, električni kotao može da obezbedi rezervu u smeru povećanja potrošnje (za EES ekvivalent smanjenju proizvodnje).



Slika 8: Ostvarene cene električne energije na berzi u Mađarskoj, satne vrednosti, dan unapred

Brzina odziva, kada je u pitanju potrošena električna energija, je u sekundama, i zbog toga su električni kotlovi predviđeni da pružaju sve vrste balansnih pomoćnih usluga (primarna, sekundarna, tercijarna regulacija) u punom radnom opsegu. Pored toga, elektrodni kotlovi predstavljaju dodatni mehanizam u sistemu daljinskog grejanja jer imaju brzu reakciju na promene toplotnog opterećenja.

Pored karakteristika fleksibilnosti, toplotna skladišta sa električnim kotlovima i toplotnim pumpama povećavaju apsolutnu vrednost balansne rezerve u sistemu što daje mogućnost da OPS poveća limit za integraciju varijabilnih OIE u EES.

Dodatno, pored obezbeđivanja nove balansne rezerve, povezivanje sistema daljinskog grejanja i elektroenergetskog sistema ima i druge prednosti:

- Kao fleksibilna potrošnja, može postati novi resurs operatora sistema za otklanjanje zagušenja u mreži.
- Pozitivno utiče na tržište električne energije jer može preuzeti višak električne energije iz mreže i sprečiti obustavu proizvodnje, negativne ili nulte cene električne energije iz OIE.
- Generalno smanjuje rizik investiranja u nove projekte varijabilnih OIE (vetar i sunce) tako što pozitivno utiče na cenu balansiranja i na cenu električne energije na tržištu.

Jedna od najznačajnijih prednosti opisanog rešenja, u smislu pružanja balansnih usluga, jeste veličina skladišta. Zbog odnosa kapacitet/električna snaga, može se smatrati da upravljiva potrošnja u opisanom konceptualnom rešenju nema vremenski limit. U slučaju da posmatramo baterijsko skladište snage 60 MW i kapaciteta 240 MWh koje pruža pomoćnu uslugu balansiranja sistema kao upravljiva potrošnja, ako je u startu skladište bilo prazno, maksimalno angažovanje usluge sa punom snagom je 4 sata i o popunjenosti skladišta u realnom vremenu pružalac pomoćne usluge i OPS moraju da vode računa. Kada je u pitanju rešenje opisano u ovom radu, ako je skladište prazno električni kotlovi ukupne snage od 60 MW mogu da budu angažovani sa punom snagom, u cilju pružanja pomoćne usluge balansiranja sistema duže, od 1300 sati, što sa stanovišta vremenskog domena upravljanja može da se posmatra bez limita.

4 REGULATORNI IZAZOVI ZA „POWER TO X“

U Uvodu ovog rada je navedeno da je u Pravilima o radu tržišta i Pravilima o radu prenosnog sistema, upravljiva potrošnja prepoznata samo kao balansni entitet koji pruža pomoćnu uslugu tercijarne regulacije. Sa tehničkog aspekta, u slučaju izuzetno upravljive potrošnje, što je slučaj kod električnih kotlova, karakteristike odziva sekundarne i tercijarne regulacije su značajno kvalitetnije nego kod standardnih proizvodnih modula koji pružaju predmetnu uslugu i potpuno je neopravdano to što upravljiva potrošnja nije prepoznata kao resurs za primarnu i sekundarnu regulaciju.

Kada je u pitanju odlaganje priključenja varijabilnih OIE na EES RS zbog nedostatka balansne rezerve, u [7] je definisan i član 67 b, kao izuzetak odlaganja: „Odlaganje priključenja na prenosnom sistemu ne primenjuje se na elektrane koje koriste varijabilne obnovljive izvore energije, ako podnosilac zahteva za izradu studije priključenja:

1) obezbedi novi kapacitet za pružanje pomoćne usluge sekundarne rezerve koji će biti ponuđen operatoru prenosnog sistema za sistemsku uslugu sekundarne regulacije frekvencije i snage razmene“

U [7] je naznačeno da se pod novim kapacitetom iz stava 1. ovog člana smatra sinhroni proizvodni modul ili skladište električne energije osposobljeno za rad u sekundarnoj regulaciji koje nije bilo raspoloživo operatoru prenosnog sistema u trenutku izrade važeće analize adekvatnosti.

Upravljiva potrošnja nije ni sinhroni proizvodni modul niti skladište električne energije. Ne postoji tehnički, niti bilo koji drugi razlog, zašto se upravljiva potrošnja ne bi posmatrala kao novi kapacitet za pružanje pomoćne usluge sekundarne rezerve, naročito imajući u vidu da je Operator sistema konstatovao problem nedostatka sekundarne rezerve kao nepremostivu prepreku daljem povećanju integracije OIE u EES Republike Srbije.

Priključenje novih objekata na prenosni sistem koji imaju određeni opseg upravljive potrošnje ne tretira se isto kao priključenje proizvodnih modula ili skladišta električne energije. Razlika je u primeni operativnih ograničenja. U [1] je definisano da se Operativna ograničenja odnose na sve objekte koji se priključuju na prenosni sistem, bez izuzetaka. Sa druge strane u [10] stoji da se operativna ograničenja primenjuju samo za proizvodne module i skladišta električne energije. U praksi, operativna ograničenja izdaju se za proizvodne module i skladišta električne energije. Ne postoji tehnički razlog da se operativna ograničenja ne primenjuju na upravljivu potrošnju.

5 ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je pregled konceptualnog dizajna toplotnog skladišta čija izgradnja se planira u Novom Sadu. Navedene su karakteristike elemenata koje čine toplotno skladište i konstatovano je da postoje značajni resursi upravljive potrošnje na predmetnom projektu.

Zaključeno je da generalno, toplotna skladišta mogu da budu jedno od rešenja izazova balansiranja i bilansiranja EES pri značajnoj integraciji varijabilnih OIE.

U radu je ukazano i na nedostatke Zakonske regulative. Potrebno je prateći Uredbu o mrežnim pravilima koja se odnose na priključenje na mrežu objekata kupaca, u Pravilima o radu tržišta i Pravilima o radu prenosnog sistema prepoznati opseg upravljive potrošnje kao sekundarnu rezervu. Neophodno je izmeniti član 67 b, Zakona o korišćenju OIE, tako da upravljiva potrošnja bude u svemu jednaka kao i balansna rezerva koju pružaju konvencionalne elektrane.

Neophodno je izmeniti [10] u smislu da su operativna ograničenja primenjiva na postrojenjima koji operatoru mogu da pruže upravljivu potrošnju.

6 LITERATURA

- [1] Zakon o energetici ('Sl. glasnik RS', br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon, 40/2021, 35/2023 - dr. zakon i 62/2023)
- [2] Uredba o mrežnim pravilima, priključenje na mrežu objekata kupaca ("Sl. glasnik RS", broj 104 od 9. septembra 2022 (transponovana EU uredba 2016/1388))
- [3] <https://elektrodistribucija.rs/pdf/ELEKTRANE.pdf>
- [4] <https://aers.rs/media/FILES/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202023.pdf>
- [5] <https://ems.energyflux.rs/dashboard>
- [6] <https://ems.rs/obavestenje-o-nastupanju-uslova-za-odlaganje-postupka-prikljucenja/>
- [7] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije, ("Sl. glasnik RS", br. 40/2021, 35/2023 i 94/2024 - dr. zakon)
- [8] <https://newtransparency.entsoe.eu/>
- [9] Novi Sad solar thermal plant, Feasibility study and E&S, Contex energy, Enova, Alborg CPS, FTN, 2024.
- [10] Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom ("Sl. glasnik RS", br. 84/2023)