

**PRIMENA BIOMASE U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA - PRIMER
REALIZACIJE PROJEKTA U TOPLANI U MAJDANPEKU****APPLICATION OF BIOMASS IN DISTRICT HEATING SYSTEMS – PROJECT
IMPLEMENTATION IN MAJDANPEK HEATING PLANT**

Luka Janeš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena novoprojektovana kotlarnica u Majdanpeku, koja služi za pomoć starom sistemu grejanja. Predstavlja veoma bitan prelazak sa fosilnih goriva na obnovljive izvore energije u cilju sačuvanja životne sredine. U radu je opisana njena konstrukcija, položaj, rad i način povezivanja na distributivnu mrežu. Takođe, u radu su predstavljeni proračuni potrošnje goriva, proizvodnje toplotne energije, poređenje sa prethodnim godinama, proračun toplotnog kapaciteta kotlova kao i podatci o merenjima emisije zagađujućih komponenata.

Ključne reči: grejanje, toplotna energija, kotlarnica, analiza.

Abstract – The paper presents a newly designed boiler plant in Majdanpek, which serves as a support to the old heating system. It represents a significant transition from fossil fuels to renewable energy sources with the aim of preserving the environment. The paper describes its construction, location, operation, and the way it is connected to the distribution network. Additionally, it includes calculations of fuel consumption, heat energy production, comparisons with previous years, the calculation of the heat capacity of the boilers, as well as data on pollutant emission measurements.

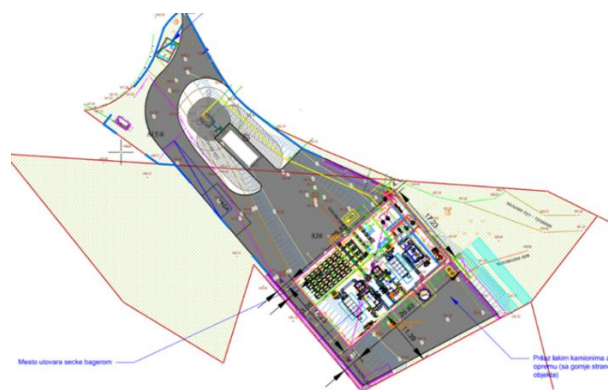
Key words: heating, thermal energy, boiler room, analysis.

1. UVOD

Sa stalnim rastom urbanih sredina i povećanjem broja stanovnika, potražnja za energijom postaje sve veća. Međutim, puko povećanje kapaciteta proizvodnje energije nije dovoljan odgovor na ovaj izazov. Neophodno je osigurati da proces proizvodnje energije bude efikasan, održiv i ekološki prihvatljiv. U postojećem sistemu, snabdevanje toplotnom energijom vršilo se putem postrojenja koja koriste biomasu i mazut kao osnovne energente. Mazut, kao fosilni energent, značajno doprinosi emisiji štetnih gasova, često premašujući dozvoljene granice zagađenja. Uz to, njegova upotreba predstavlja

najskuplji način grejanja po jedinici proizvedene toplotne energije u poređenju s drugim energentima.

Novoprojektovana kotlarnica na biomasu i komprimovani prirodni gas (KPG) predstavlja potpuno novi građevinski objekat koji se planira u skladu sa savremenim zahtevima za energetske efikasnost i održivo korišćenje resursa. Situaciono rešenje prikazano je na slici 1.



Slika 1. Situaciono rešenje kotlarnice

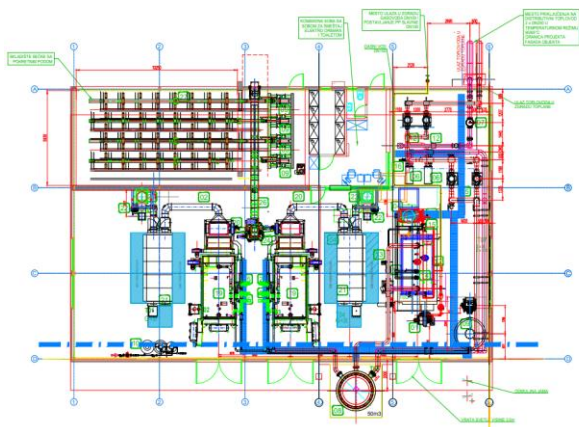
2. OPIS KOTLARNICE

Završetkom ove toplane otklanja se višedecenijski problem zagađenja vazduha, korišćenje fosilnih goriva, prelaskom na obnovljive izvore energije kao što je biomasa. Izgradnjom nove toplane na biomasu u Majdanpeku, sve se menja s obzirom da je grad u prethodnom periodu imao probleme sa grejanjem i mazutom, kog je bilo teško nabaviti [2].

Kotlarnica sadrži dva kotla na biomasu, svaki snage 1,5 MW, kao i kotao na komprimovani prirodni gas (KPG), snage 5 MW. Ovaj sistem omogućava snabdevanje toplotnom energijom, posebno u periodima vršnih opterećenja kada kotlovi na biomasu ne mogu da zadovolje sve energetske potrebe. Izgleda kotlarnice u Majdanpeku može se videti na slici 2 kao pogled odozgo.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Anđelković, vanred. prof.



Slika 2. Igleđ kotlarnice Majdanpek, pogled odozgo

Sistem daljinskog grejanja (SDG) omogućava grejanje domaćinstava i industrijskih objekata iz jednog izvora, i čine ga:

- Proizvodni izvor – Toplana
- Mreža – Sistem toplovoda i mernih uređaja koji povezuju izvor i krajnjeg korisnika
- Toplotno predajna stanica (TPS) – Obezbeđuje isporuku toplotne energije u unutrašnje instalacije.

Prema godišnjem popisu stanovnika iz 2022. godine u Majdanpeku, broj domaćinstava u gradskim područjima gde postoje sistemi daljinskog grejanja može se videti u tabeli 1 [1].

Tabela 1. Poređenje broja priključenja [1]

Grejna sezona	2020.	2021.	2022.
Broj priključenih domaćinstava (SDG)	2343	2350	2400
Broj domaćinstava – gad	4047	4047	3933
Broj domaćinstava – ostalo	3169	3169	2725
Ukupan broj domaćinstava (g+o)	7216	7216	6658

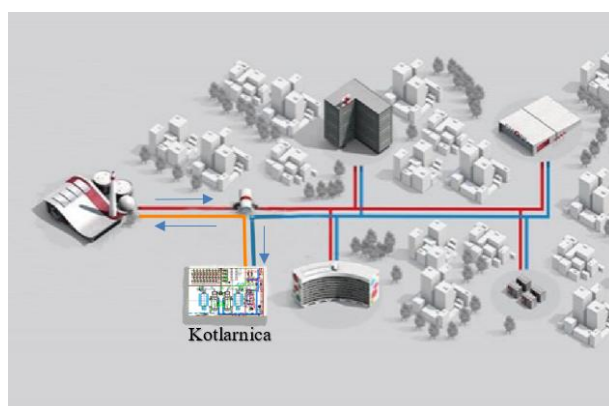
Ukupna površina u Majdanpeku čijim je vlasnicima isporučivana toplotna energija iz sistema daljinskog grejanja u 2022. godini iznosila je 140004 m³, odnosno stambenog prostora 119147 m³ i poslovnog prostora 20857 m³. Poređenje grejnih površina kroz godine prikazano je u tabeli 2.

Tabela 2. Poređenje veličina grejnih površina

Grejna sezona	2020.	2021.	2022.
Grejna površina domaćinstava [m ³]	116647	116647	119147
Grejna površina poslovnog prostora [m ³]	20857	20857	20857
Ukupna grejna površina [m ³]	137504	137504	140004

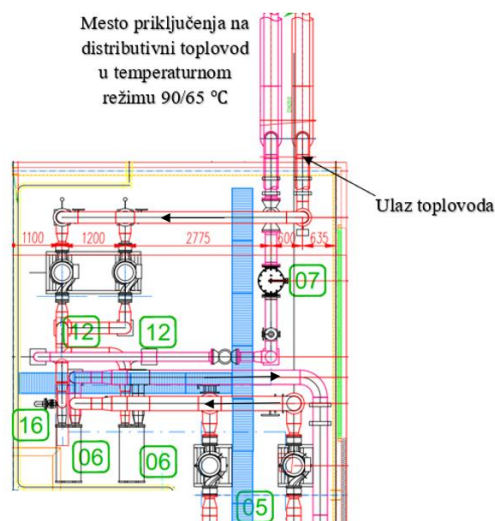
Broj novih priključenja na SDG u 2022. godini stambenog prostora predstavlja rast od 2,14 % u odnosu na prethodne dve godine, dok je broj priključenja poslovnog prostora ostao isti.

Kompletan sistem toplovoda prikazan je na slici 3. Kotao na drvenu sečku iz stare toplane zagreva vodu koja se putem pumpi transportuje kroz toplovodne cevi do krajnjih korisnika. Nova kotlarnica je priključena na povratni toplovod, dok je njen izlaz povezan sa starom toplanom. Funkcija kotlarnice je da dogreva vodu pre nego što uđe u staru toplanu, gde se temperatura dodatno podiže do potrebnog nivoa. Celokupan sistem predviđen je da radi u sprezi sa postojećom kotlarnicom na biomasi, kako bi se upotreba mazuta u potpunosti eliminisala. Dve kotlarnice će se dopunjavati, tako da se maksimizuje upotreba drvene sečke kao energenta, a minimalizuje potreba za korišćenjem komprimovanog gasa. Režim rada kotlarnice je 105/85 °C, a režim rada distributivne mreže je 100/65 °C



Slika 3. Prikaz toplovodnog sistema

Povratni toplovod od korisnika ulazi u kotlarnicu sa temperaturom od 65°C. Pumpe omogućavaju prolazak vode kroz razmenjivače toplote, gde preuzima energiju. Na putu do izlaza iz kotlarnice, voda prolazi kroz mehanički filter. Temperatura vode koja izlazi iz kotlarnice je 90°C. Istovremeno, cirkulacione pumpe akumulator toplote-razmenjivač, transportuju vodu do razmenjivača toplote, gde ona predaje toplotnu energiju vodi iz povratnog voda. Ova dva vodena kruga su odvojena i međusobno se ne mešaju. Na slici 4 prikazan je ovaj proces.



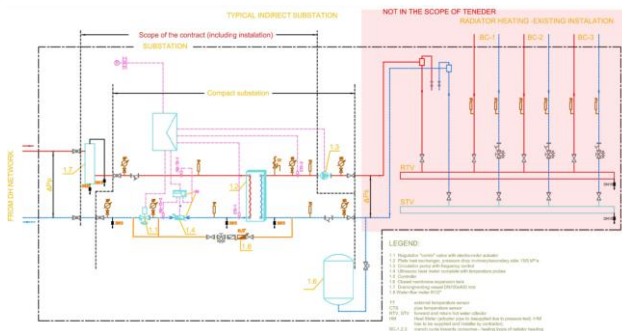
Slika 4. Prikaz priključenja na distributivnu mrežu

- 05 – Cirkulacione pumpe akumulator toplote-razmenjivač
 06 – Pločasti razmenjivači toplote
 07 – Mehanički filter
 12 – Cirkulacione pumpe – mrežne
 16 – Ventil sigurnosti

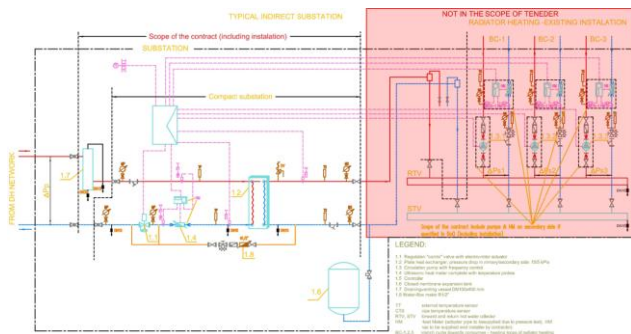
Toplotno predajne stanice

Toplotno predajna stanica funkcionise tako što preuzima toplotnu energiju iz primarnog toplovodnog kruga, koji prenosi toplu vodu iz toplane, i predaje je sekundarnom krugu grejanja unutar zgrade ili objekta

U Majdanpeku, nalazi se ukupno 57 podstanica koje su podeljene na gornji (29) i donji (28) deo grada. Podstanice su srednjih vrednosti dimenzija 3,3x3,7x2,4 m (DxŠxV), i toplotne potražnje u rasponu od 3 – 1084 kW. Dva tipa podstanica su korišćena, a i b (slike 5 i 6). Na slikama ispod, prikazane su skice jednog od oba tipa. Razlika između 1a i 1b je dodatni narandžasti vod, što predstavlja dodatak za dopunu sistema putem kombinovanog ventila, ta razlika je ista i između tipova 2a i 2b. Što se tiče razlike između tipova 1 i 2, ona se odnosi na položaj pumpi, na sekundarnoj strani je na kolektoru u odnosu na tip 1 gde se nalazi samo jedna pumpa koja gura ceo kapacitet.



Slika 5. Izgled toplotno predajne stanice tipa 1a



Slika 6. Izgled toplotno predajne stanice tipa 2a

3. PROIZVODNJA TOPLOTNE ENERGIJE

Instalisana snaga kotlova na drvenu sečku nije dovoljna da samostalno obezbedi grejanje svih potrošača tokom celog zimskog perioda, pa je neophodno uključiti dodatni izvor toplote za pokrivanje vršnih opterećenja. U tu svrhu se koristi kotao na komprimovani prirodni gas.

Poređenje raznih vrednosti dobijenih sa izveštaja o radu sistema daljinskog grejanja u Republici Srbiji [1], toplane Majdanpek kroz godine rada, prikazano je u tabeli 3.

Tabela 3. Poređenje toplane kroz godine [1]

	2020.	2021.	2022.	2023.
Uk. Instalisana snaga konzuma (MW)	19	19	19	19
Stepen korisnosti (%)	80	85	85	85
Utrošeno goriva (mazut, t/god)	3226	0	299	0
Utrošeno goriva (biomasa, t/god)	0	4766	12835	13686
Utrošeno goriva (el. energija, MWh)	2	224	2291	0
Stepen dan – SD	2515	3091	2697	2744
Proizvodnja energije po SD [MWh/SD]	8,94	8,19	9,82	11,78
Proizvodnja energije po grejnoj površini [kWh/m²]	163,44	184,1	178,8	215,2
Prosečna temperatura u grejnom periodu (°C)	7,17	4,7	5,5	6
Broj dana u grejnom periodu	196	202	186	196
Isporučena toplotna energija za grejanje (MWh)	22474	25305	25032	32311

Kao probleme u distributivnoj mreži navode kao i svake godine, da je mreža dotrajala i da imaju velike gubitke vode i toplote. Majdanpek je 2021. godine zamenio kotao novim kotlom na mazut snage 12 MW, i kotlom na biomasu snage 7 MW, koji se koriste i 2022. godine.

Problem grejnog sistema Majdanpeka je dotrajalo postrojenja, opreme i uređaja, kao i nizak stepen automatizacije. Takođe javljaju se problemi i u distributivnom sistemu, dotrajalo mreže, veliki gubici vode i toplotne energije. Ovi problemi dobro se pokazuju na različiti proizvedene i isporučene toplotne energije.

4. ODREĐIVANJE TOPLOTNOG KAPACITETA KOTLOVA

Korisna toplotna snaga u stacionarnim uslovima određuje se pomoću izraza:

$$Q_{N sta} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) \quad (1)$$

Gde su:

$\dot{m}$ – Protok vrele vode

h_1 – Entalpija na prosečnoj ulaznoj temperaturi vode t_1

h_2 – Entalpija na prosečnoj izlaznoj temperaturi vode t_2

Za svaku promenu srednje temperature vode tokom ispitivanja, vrši se korekcija korisne toplotne snage i onda se određuje pomoću izraza:

$$Q_N = Q_{N sta} \cdot (1 + f) \quad (2)$$

gde je,

$$f = \frac{V_B}{\dot{V}} \cdot \frac{1,1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{\Delta t}{\tau} \quad (3)$$

Pre izračunavanja korisne snage potrebno je proveriti da li su ostvareni stacionarni uslovi rada postrojenja [3]. Za generatore vrele vode kriterijum je da časovna promena temperature $\Delta t/\tau$ ne sme prekoračiti vrednost data izrazom:

$$\frac{\Delta t_{\tau}}{\tau} < 0,03 \cdot \frac{\dot{V} \cdot (t_2 - t_1)}{1,15 \cdot V_B} \quad (4)$$

Pomoću ovih formula, nakon utvrđivanja stacionarnosti uslova, sledi određivanje korisne toplotne snage kotlova pri minimalnom opterećenju, i pri opterećenju od 100 %. Izračunate vrednosti snage za sva tri kotla nove kotlarnice, prikazane su u tabeli 4. Kotao 1 i 2 predstavljaju kotlove na biomasu, dok je kotao 3 na komprimovani gas.

Tabela 4. Toplotni kapacitet kotlova [3]

	Korisna toplotna snaga (kW)	
	100 %	minimum
Kotao 1	1569,5	430,56
Kotao 2	1554,1	491,64
Kotao 3	5197,6	1494,49

Na osnovu gore dobijenih rezultata, može se zaključiti da pri maksimalnom opterećenju, kotao 3 koji koristi prirodni gas, ima najveću vrednost korisne snage, i da se maksimalne vrednosti snaga kotlova razlikuju od vrednosti datih od strane proizvođača.

5. ZAKLJUČAK

Novoprojektovana kotlarnica u Majdanpeku predstavlja značajan korak ka modernizaciji sistema grejanja prelaskom sa fosilnih goriva poput mazuta na obnovljive izvore energije, kao što su biomasa (drvena sečka) i komprimovani prirodni gas (KPG). Ovaj projekat, osim tehničkih prednosti, može poslužiti kao primer kako se moderne tehnologije i obnovljivi izvori energije mogu integrisati u energetske sisteme lokalnih zajednica, pružajući odgovor na globalne izazove klimatskih promena i energetske tranzicije. Krajnje, može se zaključiti da novoprojektovana kotlarnica u Majdanpeku predstavlja tehničku inovaciju u sprezi sa starim sistemom toplane.

6. LITERATURA

[1] Poslovno udruženje "Toplane Srbije", "Izveštaj o radu sistema daljinskog grejanja u Republici Srbiji", za 2020. – 2022. godinu.

[2] Željko Kaurin, "Projekat za izvođenje (PZI), Kotlarnica na biomasu i komprimovani prirodni gas", Majdanpek, 2023.

[3] Dejan Radić, "Izveštaj o ispitivanju (sveska 2), Prijemna ispitivanja kotlova u kotlarnici na biomasu i komprimovani gas", Majdanpek, 2023.

Kratka biografija:



Luka Janeš, rođen je u Somboru 2000. godine. Završio je Srednju Tehničku školu u Somboru, nakon čega 2019. god. upisuje Fakultet tehničkih nauka u oblasti Mašinstvo – Energetika i procesna tehnika. Bachelor rad odbranio je 2023. god. dok je master rad odbranio 2024. god.
Kontakt: janesluka00@gmail.com