



Časopis Naučnog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje
Journal of Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance

TRAKTORI I POGONSKE MAŠINE

TRACTORS AND POWER MACHINES

3/4

UDK 631.372

ISSN 0354-9496

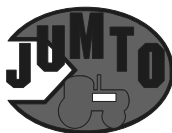
Godina 29

Dec. 2024.



Novi Sad, Srbija

Izdavač – Publisher



Naučno društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje
Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance

Suizdavač – Copublisher

Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad
 Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Engineering, Novi Sad

Glavni urednik – Editor in chief

Dr Milan Tomić

Urednici - Editors

Dr Lazar Savin**Dr Ratko Nikolić****Dr Mirko Simikić****Dr Radojka Gligorić**

Tehnički urednik - Technical Editor

MSc Srđan Vejnović**Nevenka Žigić**

Tehnički sekretar - Technical Secretary

Nevenka Žigić

Uređivački savet - Editorial Committee

Dr Ratko Nikolić, Novi Sad**Dr Lazar Savin, Novi Sad****Dr Milan Tomić, Novi Sad****Dr Mirko Simikić, Novi Sad****Dr Dragan Ružić, Novi Sad****Dr Radojka Gligorić, Novi Sad****Dr Ivan Klinar, Novi Sad****Dr Radivoje Pešić, Kragujevac****Dr Klara Jakovčević, Subotica****Dr Krešimir Čopac, Zagreb****Dr Laszlo Mago, Budapest, Mađarska****Dr Александр Пастухов, Белгород, Rusija****Dr Ľubomír Hujó, Nitra, Slovačka****Dr Hasan Silleli, Ankara, Turska****Dr Valentin Vladut, Rumunija**

Adresa – Address

Poljoprivredni fakultet**Trg Dositeja Obradovića br. 8****Novi Sad, Srbija****Tel.: ++381(0)21 4853 391****Tel/Fax.: ++381(0)21 459 989****e-mail: milanto@polj.uns.ac.rs**

Časopis izlazi svaka tri meseca

Godišnja preplata za radne organizacije je 1500 din, za
 Inostranstvo 5000 din a za individualne predplatnike 1000 din
 Žiro račun: 340-4148-96 kod Erste banke

Rešenjem Ministarstva za informacije Republike Srbije, Br.651-115/97-03 od 10.02.1997.god., časopis je upisan u registar pod brojem 2310
 Prema Mišljenju Ministarstva za nauku, Republike Srbije ovaj časopis je "PUBLIKACIJA OD POSEBNOG INTERESA ZA NAUKU"

Jurnal is published four times a year

Subscription price for organization is 40 EURO, for
 foreign organization 80 EURO and individual
 subscribes 15 EURO

Štampa – Printed by

Štamparija "Grafika Galeb" doo Niš, Matejevački put 13, 18000 Niš

Tiraž 100 primeraka



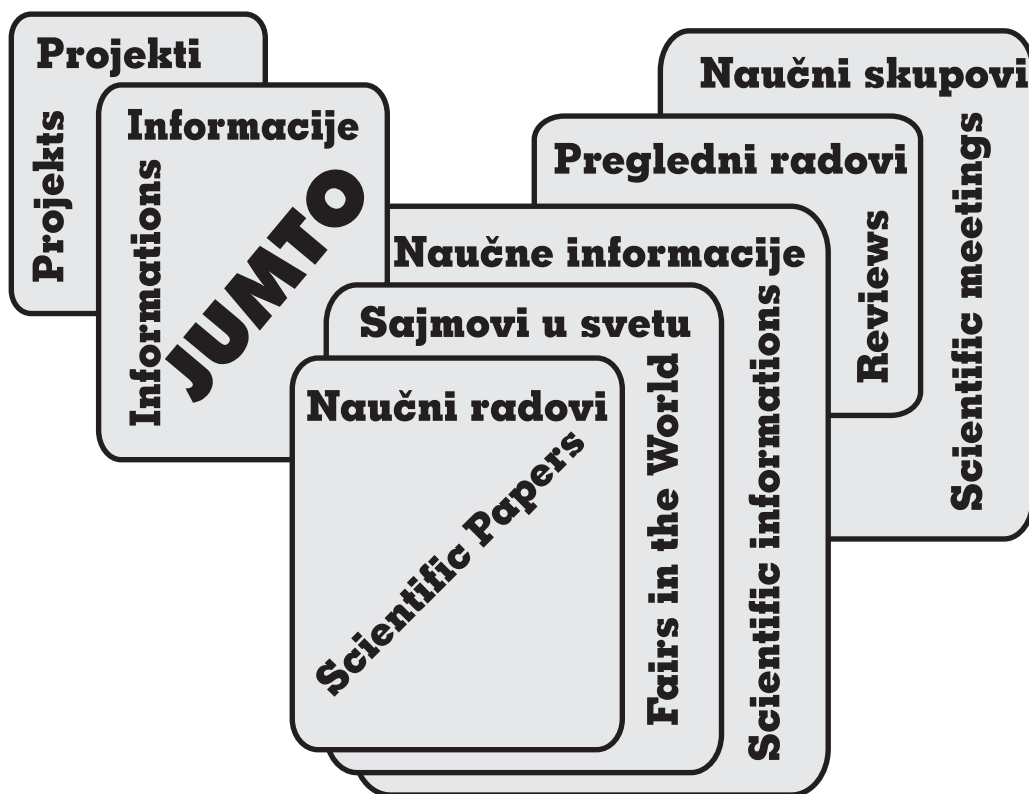
TRAKTORI I POGONSKE MAŠINE

3/4

UDK 631.372
ISSN 0354-9496
Godina 29
Dec. 2024.

TRACTORS AND POWER MACHINES

SADRŽAJ - CONTENTS



Novi Sad, Srbija

**Časopis Traktori i pogonske
mašine broj 3/4 posvećen je
XXXI-om naučnom skupu
“Pravci razvoja traktora i
obnovljivih izvora energije”**

**The journal Tractors and power
machines number 3/4 is devoted to
XXXI scientific meeting
“Development of tractors and
renewable energy resources”**

JUMTO 2024

Programski odbor

- Prof. dr Lazar Savin, predsednik
- Prof. dr Ratko Nikolić
- Prof. dr Mirko Simikić
- Prof. dr Ivan Klinar

Program board

- Prof. dr Dragan Ružić
- Prof. dr Radojka Gligorić, sekretar
- Prof. dr Milan Tomić
- Dipl. inž. Milan Samardžija
- Prof. dr Zdenko Tkač

Pokrovitelji skupa

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost
- Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo AP Vojvodine

Godparent of meeting

Organizatori skupa

- Naučno društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje

JUMTO – Novi Sad

- Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad
- Društvo za razvoj i korišćenje biogoriva – BIGO, Novi Sad
- Agencija za bezbednost saobraćaja, Beograd

Organizers of meeting

Mesto održavanja

Place of meeting

Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 06.12.2024.

Štampanje ove publikacije pomoglo je:
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo AP Vojvodine

SADRŽAJ – CONTENTS

<i>Savin, L., Simikić, M., Tomić, M., Ivanišević, M., Vejnović, S.</i>	
STANJE U OBLASTI MEHANIZACIJE U REPUBLICI SRBIJI	
SITUATION IN THE FIELD OF MECHANISATION IN THE REPUBLIC OF SERBIA	6
<i>Petrović, P., Spajić, B., Stjelja, I.</i>	
ERGONOMSKI ASPEKT BEZBEDNOSTI POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA	
ERGONOMIC ASPECT OF SAFETY OF AGRICULTURAL TRACTORS	13
<i>Spalević, P., Mićović, A., Krstić, V.</i>	
TAČNOST I VERODOSTOJNOST DIJAGNOSTIKE MOTORNIH VOZILA	
ACCURACY AND RELIABILITY OF MOTOR VEHICLE DIAGNOSTICS	23
<i>Spalević, P., Krstić, V., Mićović, A.</i>	
OPTIMIZACIJA INTERVALA NEISKORIŠĆENOG RESURSA KOČNOG SISTEMA MOTORNOG VOZILA	
OPTIMIZATION OF THE INTERVAL OF THE UNUSED RESOURCE OF THE BRAKE SYSTEM OF A MOTOR VEHICLE	32
<i>Krstić, V., Mićović, A., Božićković, S.</i>	
ODREĐIVANJE POUZDANOSTI KARDANSKOG VRATILA MOTORNOG VOZILA	
DETERMINATION OF THE CARDAN SHAFT RELIABILITY MOTOR VEHICLE	39
<i>Mićović, A., Krstić, V., Živković, M.</i>	
ANALIZA USLOVA ZA LAKŠE POKRETANJE POGONSKOG MOTORA VOZILA	
ANALYSIS OF CONDITIONS FOR EASIER STARTING OF A VEHICLE'S DRIVE ENGINE	48
<i>Kostić, M. M., Grbović, Ž., Waqar, R., Ivošević, B., Panić, M., Scarfone, A., Tagarakis, A. C.</i>	
PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U OCENI KVALITETA SETVE KUKURUZA	
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ASSESSING THE QUALITY OF CORN SEEDING	56
<i>Radoja, L.</i>	
AGROTEHNIČKI POSTUPAK ZA RETENCIJU ZEMLJIŠNE VLAGE I KONTROLU KOROVA	
AGROTECHNIQUE METHOD RETENTION MOITSURE AND WEED CONTROL	70

<i>Šušteršič, V., Koružić, A., Aleksić, N., Rakić, N., Josijević, M.</i> TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA PRIMENE GEOTERMALNE TOPLOTNE PUMPE ZA ZAGREVANJE STAMBENOG OBJEKTA I STAKLENIKA TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF GEOTHERMAL HEAT PUMP FOR HEATING RESIDENTAL BUILDING AND GREENHOUSE	75
<i>Savin, L., Tomić, M., Simikić, M., Vejnović, S., Ivanišević, M.</i> PRIKAZ NAGRAĐENIH NOVITETA NA MEĐUNARODNOM SAJMU EIMA 2024 U BOLONJI REVIEW OF AWARDED INNOVATIONS AT SHOW EIMA 2024 IN BOLOGNA	84
<i>Antanasković, M.</i> TRAKTOR GODINE 2025	94

TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA PRIMENE GEOTERMALNE TOPLOTNE PUMPE ZA ZAGREVANJE STAMBENOG OBJEKTA I STAKLENIKA

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF GEOTHERMAL HEAT PUMP FOR HEATING RESIDENTIAL BUILDING AND GREENHOUSE

Šušteršič, V.¹, Koružić, A.², Aleksić, N.³, Rakić, N.⁴, Josijević, M.⁵

REZIME

U okviru rada urađjen je proračun toplotnih gubitaka stambenog objekta i staklenika pomoću softverskog programa "HanibalSoft", izvršeno je dimenzionisanje izvora toplote, kao i određivanje najefikasnijeg rešenja za zagrevanje sa što manjim negativnim uticajem na životnu sredinu. Kao izvori toplote izabrana je geotermalna toplotna pumpa i kondenzacioni gasni kotao. Pored prethodno navedenog, proračunata je i potrošnja električne energije neophodne za rad toplotne pumpe, kao i potrošnja gasa za slučaj kondenzacionog gasnog kotla. Kako bi tehno-ekonomska analiza bila što preciznija izračunate su i cene investicija za sve pomenute sisteme grejanja.

Ključne reči: geotermalna toplotna pumpa, kondenzacioni gasni kotao, potrošnja električne energije, potrošnja gasa

SUMMARY

In this paper, the calculation of the heat losses of the residential building and the greenhouse was made using the software program „HannibalSoft“, the dimensioning of the heat sources was carried out, as well as the determination of the most efficient solution for heating with the least possible negative impact on the environment. A geothermal heat pump and condensing gas boiler were chosen as heat sources. In addition to the aforementioned, the electricity

¹ Dr Vanja Šušteršič, red. prof., Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, vanjas@kg.ac.rs

² Aleksandra Koružić, mast. inž. maš., Agencija za inženjerske delatnosti i tehničko savetovanje Gas-Term, 34000 Kragujevac, aleksandrakoruizic@gmail.com

³ Natalija Aleksić, istraživač saradnik, Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, natalija94u@gmail.com

⁴ Nikola Rakić, naučni saradnik, Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, nikola.rakic@kg.ac.rs

⁵ Mladen Josijević, docent, Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, mladenjosijevic@gmail.com

consumption necessary for the operation of the heat pump, as well as the gas consumption for the condensing gas boiler were also calculated. To make the techno-economic analysis as precise as possible, the investment costs for all the mentioned heating systems were also calculated.

Key words: geothermal heat pump, condensing gas boiler, electricity consumption, gas consumption

UVOD

Današnje čovečanstvo suočava se s brojnim egzistencijalnim krizama, a među njima se ekološka kriza ističe kao posebno važna. Priroda strogo kažnjava ljudske greške koje narušavaju globalnu ekološku ravnotežu. Prekomerno iscrpljivanje prirodnih resursa dovelo je do problema kao što su nestanak fosilnih goriva, zagađenje okoline i klimatske promene. Koncept održivog razvoja predstavlja nastojanje da se pronađu načini racionalnog korišćenja prirodnih resursa i ponudi nov odnos prema okolini. Razvoj treba da bude osmišljen i sproveden na način koji doprinosi smanjenju zagađenja i štednji prirodnih resursa, tako da se koriste unutar granica njihove obnovljivosti [1]. Protekla decenija donela je značajne promene kada je u pitanju korišćenje obnovljive energije. Obnovljivi izvori energije, nekada tek nastajući trend, postali su globalna neophodnost. Po prvi put, koriste se rešenja za primenu obnovljive energije kako bi se istovremeno prevazišli višestruki globalni izazovi: ekonomska nestabilnost, energetska kriza, pretnja miru i demokratiji i razorne socio-ekonomske posledice globalne pandemije. U celini, 2022. godina bila je obeležena energetsom krizom koja je rezultirala visokom inflacijom širom sveta, ali istovremeno je bila i godina ubrzanog razvoja obnovljivih izvora energije, jer su različiti sektori shvatili da su obnovljivi izvori energije pouzdani, stabilni i pristupačni [2]. Na pr. udeo obnovljivih izvora energije u potrošnji ukupne finalne energije u zgradama povećao se sa 11,3% u 2011. na 15,9% u 2021. Obnovljivi izvori energije obezbedili su 11,5% toplotne energije u zgradama, što predstavlja povećanje od 0,5%. Što se tiče električne energije, njen udeo u ukupnoj finalnoj potražnji u zgradama porastao je sa 30% u 2010. na 35% u 2022 [2].

Kada govorimo o situaciji u Srbiji, ona je trenutno u velikoj meri zavisna od uvoza energije, pa je stoga od suštinskog značaja da se intenzivno posvetimo povećanju upotrebe obnovljivih izvora energije. Nacionalna strategija Srbije predviđa rast udela obnovljivih izvora energije, što je izuzetno važno sa ekonomske i strateške tačke gledišta. Primena održivih i ekološki prihvatljivih rešenja može doprineti boljem iskorišćenju dostupnih izvora energije, poboljšati životni standard stanovništva i stvoriti nova radna mesta [1].

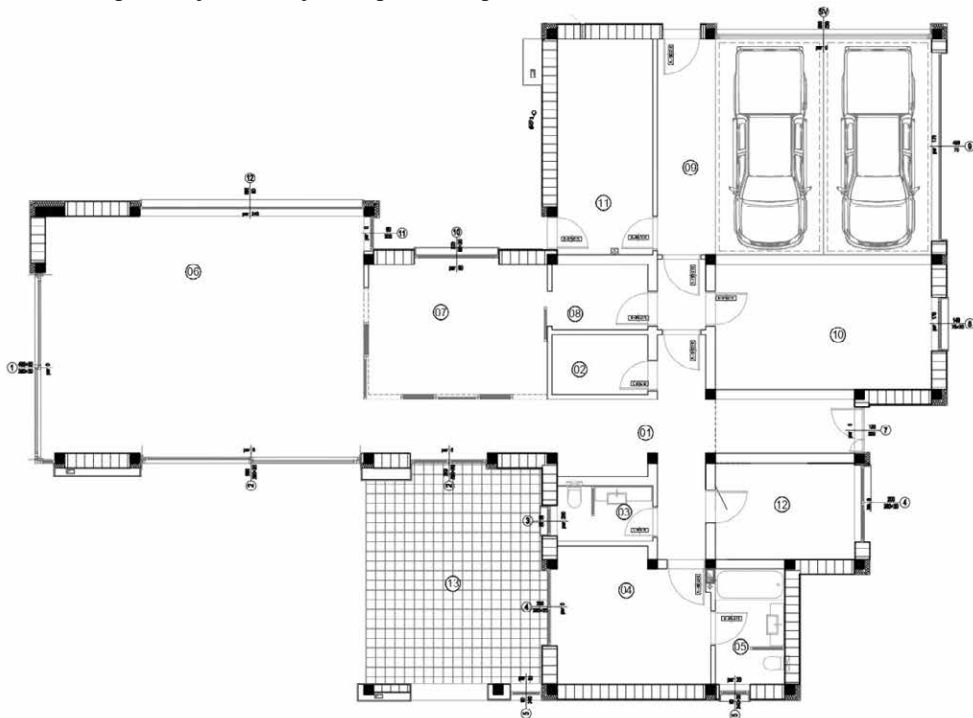
Na osnovu izveštaja organizacije REN21 u periodu od 2017. do 2021. zemlje na prostoru Zapadnog Balkana proširile su kapacitete obnovljivih izvora na 1,6 GW, od kojih se 0,5 GW nalazi u Srbiji [3]. Republika Srbija ima velike mogućnosti da koristi svoje vodne potencijale, jer geotermalne vode imaju odlike obnovljivosti i predstavljaju važan geostrateški, energetske i ekonomski resurs za dugoročan razvoj. Najveći procenat voda kao energetskog resursa se u Srbiji transformišu u hidroenergetskim centralama, za čiju su inicijalizaciju potrebna ogromna novčana sredstva, dok se zanemaruje prednost voda sa termalnim (geotermalni, hidrotermalni, termomineralni i mineralni izvori) svojstvima. U Srbiji, do sada, sve utvrđene geotermalne pojave nalaze se u okviru geotermalnih resursa niske entalpije, sa temperaturom fluida ispod 100°C [4]. U Srbiji postoji ozbiljan problem neefikasnog korišćenja postojećih izvora geotermalne energije ili bušotina koje su već u upotrebi. U termalnim banjama, energetska efikasnost je gotovo zanemarena, a velike količine tople vode se ispuštaju u okolinu, iako bi se

primenom toplotnih pumpi mogla iskoristiti za grejanje prostora ili bazena. Ukupna toplotna snaga koja bi se mogla dobiti iskorišćenjem svih postojećih termalnih izvora iznosi oko 216 MWt [4].

OPIS RAZMATRANIH OBJEKATA

Stambena jedinica

U okviru analize primene geotermalne toplotne pumpe za grejanje razmatran je stambeni objekat koji predstavlja porodičnu kuću površine 210 m², smeštenu na teritoriji Beograda sa spoljašnjom projektom temperatuom od -12°C [5]. Na slici 1. prikazana je osnova sa naznačenim prostorijama. Objekat je prizeman i sastoji se od dvanaest prostorija čija je visina 3m. Oznake prostorija, kao i njihove površine, prikazane su u tabeli 1.



Sl. 1. Osnova razmatranog objekta
Fig. 1. The base of considered object

Materijali koji su korišćeni pri gradnji ovog objekta su:

- ◆ za spoljašnje zidove: produžni krečni malter, šuplji blokovi i šuplja opeka, postirenske ploče u blokovima i bavalit,
- ◆ za unutrašnje zidove: produžni krečni malter, šuplji blokovi i šuplja opeka,
- ◆ za pod-tarket: tvrde ploče od drvenih vlakana, cementni estrih, polistirenske ploče u blokovima, geotekstil, beton sa kamenim agregatima i amorfn krečnjak,
- ◆ za pod sa pločicama: keramičke pločice, cementni estrih, polistirenske ploče u blokovima, geotekstil, beton sa kamenim agregatima i amorfn krečnjak.

- ◆ Tavanica: produžni krečni malter, šuplji blokovi i šuplja opeka, beton sa kamenim agregatima, ploče od mineralne staklene vune i PVC folija.
- ◆ Kada su u pitanju transparentne površine, prozori su šestokomorni PVC sa dvostrukim niskoemisionim staklom ispunjenim kriptonom. Balkonska vrata su trokomorna PVC sa dvostrukim niskoemisionim staklom punjenim kriptonom, dok su ulazna vrata dvokrilna PVC.

Tab. 1. Oznake prostorija, površina, zapremina i temperatura u prostoriji
Tab. 1. Labels of rooms, area, volume and temperature in the room

Etaža/ Floor	Naziv prostorije/ Name of the room	Br. prostorije/ No of the room	Temperatura/ Temperature [°C]	Površina/ Area [m ²]	Zapremina/ Volume [m ³]
Prizemlje / Ground level	Hodnik	1	20	26,4	79,2
	Cipelar	2	20	4,1	12,2
	WC	3	20	3,6	10,7
	Spavaća soba 1	4	20	13,4	40,1
	Kupatilo	5	22	5,4	16,2
	Dnevna soba	6	20	57,4	172,2
	Kuhinja	7	20	15,6	46,9
	Ostava	8	20	4,4	13,3
	Garaža	9	18	42,4	126,6
	Spavaća soba 2	10	20	18,6	55,9
	Pomoćna prostorija	11	18	13,6	40,8
	Spavaća soba 3	12	20	6,0	18,0

Staklenik

Pored stambenog objekta u ovom radu razmatran je i staklenik (slika 2) koji se koristi za očuvanje biljnih kultura tokom hladnijih perioda godine. Površina razmatranog staklenika je 28 m², visine 2,9 m. Konstrukcija staklenika je aluminijumska, zidovi staklenika su transparentne površine koeficijenta prolaza toplote 1,6 W/m²K. Temperatura unutar staklenika je 21°C. Površine zidova, kao i njihovi uglovi nagiba, prikazani su u tabeli 2.



Sl. 1. 3D model analiziranog objekta i staklenika
Fig. 2. 3D model of the analyzed object and greenhouse

Tab. 2. Uglovi nagiba i površine omotača staklenika
Tab. 2. Slope angles and surfaces of the greenhouse envelope

	Ugao nagiba/Slope angle [°]	Površina/Area [m ²]
Južni krov / South roof	35	40
Severni krov/ North roof	35	17
Južni zid/ South wall	90	24
Severni zid/ North wall	90	24
Istočni zid/East wall	90	10
Zapadni zid/West wall	90	10

PRORAČUN TOPLOTNIH GUBITAKA

Proračun toplotnih gubitaka rađen je u softverskom programu „hanDobGub“, poznatijem kao „HanibalSoft“ (slika 3). Prethodno pomenuti program podržava sledeće metode proračuna: ASHRAE metod, CLTD/SCL/CLF za dobitke toplote, a za proračun gubitaka na raspolaganju su DIN 4701 59/83, EN 12831 i SNiP metod. Unos podataka je moguće izvršiti preko AutoCAD crteža što znatno olakšava i ubrzava proces rada.

Koeficijenti prolaza toplote, za različite elemente objekta, računati su preko softverskog programa „Ursa“. Program funkcioniše tako što se iz baze podataka unesu slojevi konstrukcije od unutrašnjih elemenata ka spoljašnjim. Obrazac po kome se računaju koeficijenti prolaza toplote je:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}} \quad (1)$$

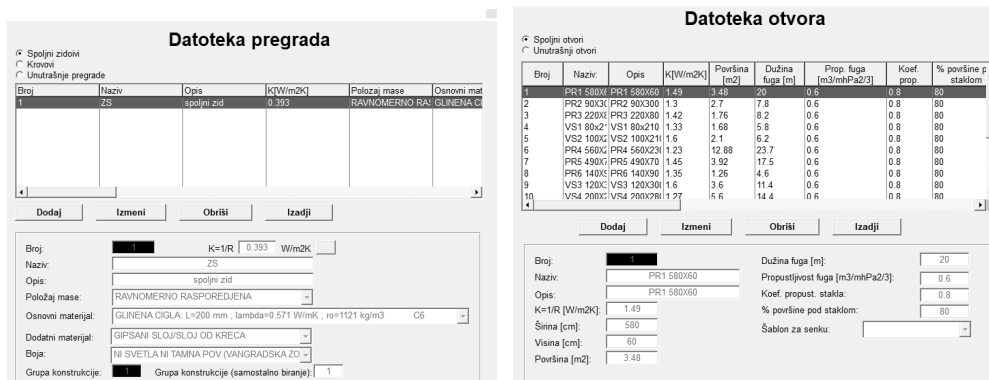
gde su:

R_{si} – otpor prelazu toplote sa unutrašnje strane posmatrane površine [m²K/W],

d- debljina sloja omotača (elementa) objekta [m],

λ-koeficijent provođenja toplote sloja omotača (elementa) objekta [W/m·K],

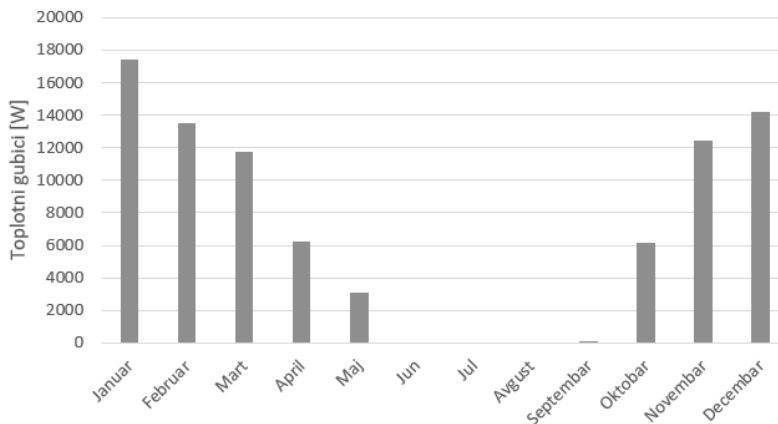
R_{se}- otpor prelazu toplote sa spoljašnje strane posmatrane površine [m²·K/W].



Sl. 3. Datoteka pregrada i otvora sa unetim elementima objekta i njihovim karakteristikama u programu „HanibalSoft“

Fig. 3. File of partition and hole with entered object elements and their characteristics in the „HanibalSoft“ program

Za proračun toplotnih gubitaka po mesecima korišćene su prosečne mesečne temperature za 2020. god. za grad Beograd, a za proračun toplotne pumpe, gasnog kondenzacionog kotla i tehno-ekonomsku analizu uzeti su ukupni toplotni gubici [6] (stambeni objekat + staklenik) pošto imaju zajednički izvor toplote. Rezultati ukupnih toplotnih gubitaka koji su korišćeni za dalji proračun nalaze se na slici 4.



Sl. 4. Ukupni toplotni gubici (staklenik+objekat) po mesecima
Fig. 4. Total heat losses (greenhouse+builging) per month

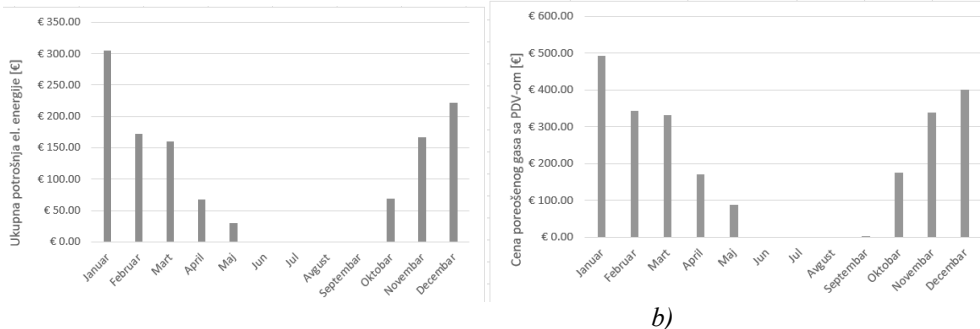
TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA

Kao izvor toplote razmatrana je geotermalna toplotna pumpa tj. toplotna pumpa zemlja-voda. Na osnovu ukupnih zahteva za toplotom stambenog objekta i staklenika, proračunatih za najbolji slučaj (spoljašnja projektna temperatura -12°C), koja iznosi 29,53 kW usvojena je toplotna pumpa marke NIBE F1345 toplotne snage 35 kW, čija je cena 13.000 €. Takođe, usvojeno je da toplotna pumpa radi osam meseci, svaki dan, 24h. Period rada u višoj tarifi je 16h, dok u nižoj radi 8h. Nakon odabira toplotne pumpe dimenzionisani su i zemnotoplotni izmenjivači toplote (sonde ili prijemnici). Cevi koje su potrebne za zemnotoplotne prijemnike su plastične cevi, čija cena iznosi 1,2 €/m, pa je za dužinu cevi od 1.300 m potrebno izdvojiti 1.560 €. Cena zemljanih radova podrazumeva iskop potrebne površine zemlje do potrebne dubine i iznosi 4,5 €/m³, tj. 6.276 €. Ukupna cena investicije za toplotnu pumpu zemlja-voda sa zemnotoplotnim prijemnicima iznosi 25.836 €. Svi parametri koji su pomenuti za zemnotoplotne prijemnike važe i za zemnotoplotne sonde. Jedini parametar koji se razlikuje jeste dužina plastičnih cevi koja, za drugi slučaj od 465 m, iznosi 558 €. Pored toga razlika je u ceni probijanja bušotine. Kako se radi o bušenju na velikim dubinama neophodno je pribaviti dozvole, pa je cena takvog bušenja 45 €/m. Ukupna cena za 5 bušotina dubine po 93 m iznosi 20.925 €. Na kraju, ukupna cena investicije sa svim neophodnim elementima iznosi 39.483 €.

Pored toplotnih pumpi koje se ističu kao veoma efikasni izvori toplote, u ovom radu razmatran je i kondenzacioni gasni kotao kao izvor toplote, pre svega zbog svoje efikasnosti, kao i zbog relativno niže cene investicije u poređenju sa toplotnim pumpama. Kao i kod toplotnih pumpi korišćeni su ukupni zahtevi za toplotom staklenika i stambenog objekata za spoljašnju projektnu temperaturu grada Beograda. Na osnovu potrebne toplotne energije od 29,53 kW, usvojen je gasni kondenzacioni kotao snage 30 kW. Kotao je marke „Vaillant ecoTEC Plus“,

model VU 30CS/1-5, čija cena u katalogu proizvođača iznosi 1.900 €.

Ukupna potrošnja električne energije ozražena u €, za razmatrani objekat i staklenik sa usvojenom toplotnom pumpom zemlja-voda, koeficijenta performansi 4,7 prikazana je na slici 5, a). Cena gasa bez PDV-a iznosi 35,11 dinara/m³. Uzimajući vrednost PDV-a od 10% i kurs eura⁶ dobijene su vrednosti prikazane na slici 5, b).



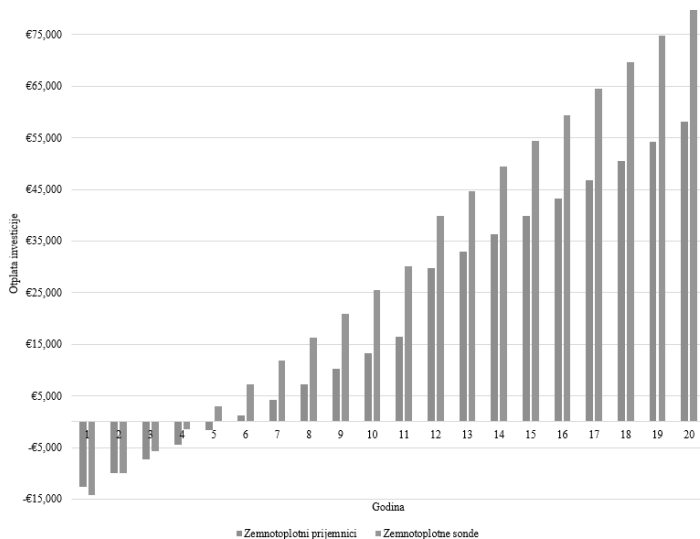
Sl. 5. a) Ukupna potrošnja električne energije za toplotnu pumpu i b) cena potrošenog gasa sa PDV od 10%

Fig. 5. a) Total consumption of electricity for the heat pump and b) price of consumed gas with VAT of 10%

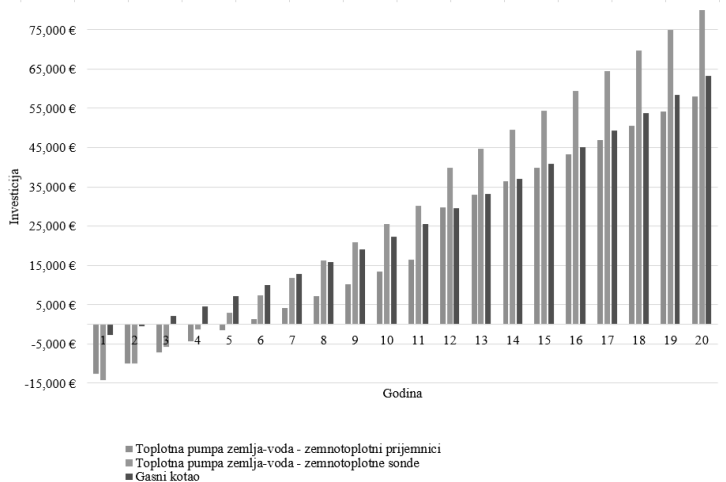
Za određivanje isplativosti korišćena je NPV (Net Present Value) analiza. Ova analiza prati buduće tokove novca, prilive i odlive novca tokom celokupnog životnog veka instalacije. Za proračun isplativosti investicije uzet je period od 20 godina, a u određenim slučajevima gde su investicije visoke, NPV analiza je izvršena podizanjem određene sume kredita. Usvojeno je da je vrednost koju je investitor spreman u startu da izdvoji 10.000 €, a kredit je uzet na 10 godina u 12 mesečnih rata. Takodje, usvojena je godišnja linearna degradacija potrošnje električne energije od -0,20% koja predstavlja rast potrošnje električne energije, dok je za porast cene električne energije usvojeno 4,12%. Može se videti da je za period od 20 godina isplativije rešenje toplotna pumpa zemlja-voda sa zemnotoplotnim prijemnicima (slika 6,a).

Kada se posmatra kondenzacioni kotao godišnja potrošnja gasa iznosila bi 7.084 m³, linearna godišnja degradacije -0,20%, dok je cena gasa 0,3 €/m³. Cena investicije je znatno niža od sistema sa toplotnom pumpom i iznosi 2.050 € (cena kondenzaacionog gasnog kotla iznosi 1.900 €, cena priključnog seta sa dimovodom 100 €, kao i isporuka, montaža i puštanje u rad bežičnih digitalnih termostata). Na slici 6, b) može se primetiti da se kao najefikasnije rešenje u pogledu perioda otplate ističe gasni kondenzacioni kotao, koji se otplati već u trećoj godini. Ovakav scenario se donekle i očekivao obzirom na najmanjanju investiciju. Ali ako se posmatra period od dvadeset godina investitor će imati najveću finasijsku korist ako se opredeli za toplotnu pumpu zemlja-voda sa zemnotoplotnim prijemnicima.

⁶ Usvojen je kurs od 116,86 din



a)



b)

Sl. 6. Uporedna analiza isplativosti: a) zemnotplotni prijemnici i zemnotplotne sonde sa dodatnim sredstvima, b) zajedno sa kondenzacionim kotlom

Fig. 6. Comparative cost effectiveness analysis: a) geothermal collectors and probes with additional means, b) together with a condensing boiler

ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirani su sistemi grejanja koji bi zadovoljili gubitke stabenog objekta i staklenika, a kao najznačajniji alternativni vid snabdevanja energijom potrebnom za zagrevanje prostora, izdvaja se geotermalna energija. Za stambeni objekat i staklenik korišćenjem softvera „HanibalSoft“ proračunati su zahtevi za toplotom. Preporučena temperatura u prostorijama bila je 20°C, izuzev kupatila i pomoćnih prostorija gde su temperature bile 22 i 18°C, respektivno.

Odabrana su dva različita izvora toplote koja su trenutno najaktuelnija, kako bi se na kraju odredilo optimalno rešenje za razmatrani slučaj. Za slučaj sa dodatnim sredstvima (kredit) najefikasnije rešenje u pogledu perioda otplate jeste gasni kondenzacioni kotao, koji se otplati već u trećoj godini. Ali ako se posmatra period od dvadeset godina značano bolja opcija je odabir toplotne pumpe zemlja-voda sa zemnotoplotnim prijemnicima.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu III 42013 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1.] Đukić G., Ilić B., Balaban M., „Uloga i upravljanje obnovljivim izvorima energije u održivom razvoju Srbije“, Energija, ekonomija, ekologija, No. 1-2, XX, str.451-459, 2018.
- [2.] „RENEWABLES IN ENERGY DEMAND,“ 2024. [Online] Available: <https://www.ren21.net/gsr-2024/> [pristupljeno 24.06.2024.]
- [3.] „Unece renewable energy status report,“ 2021. [Online] Available: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21_UNECE2022_FullReport.pdf [pristupljeno 24.06.2024.]
- [4.] Šušteršič V., Babić M., „Geotermalna energija- energija prirodnih i veštačkih izvora tople vode“, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2009, ISBN 978-86-86663-41-2
- [5.] "Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada," "Sl. glasnik RS 61/2011" [Online] Available: https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_energetskej_efikasnosti_zgrada.html
- [6.] Cvetanović L., Šušteršič V., „Proračun toplotnih gubitaka i analiza isplativosti sistema grejanja sa toplotnom pumpom tipa zemlja-voda u poređenju sa drugim sistemima grejanja na konkretnom slučaju“, Traktori i pogonske mašine, Vol. 23, No 3/4, str. 81-89, ISSN 0354-9496, 2018.

Rad primljen: 12.10.2024.

Rad prihvaćen: 24.10.2024.