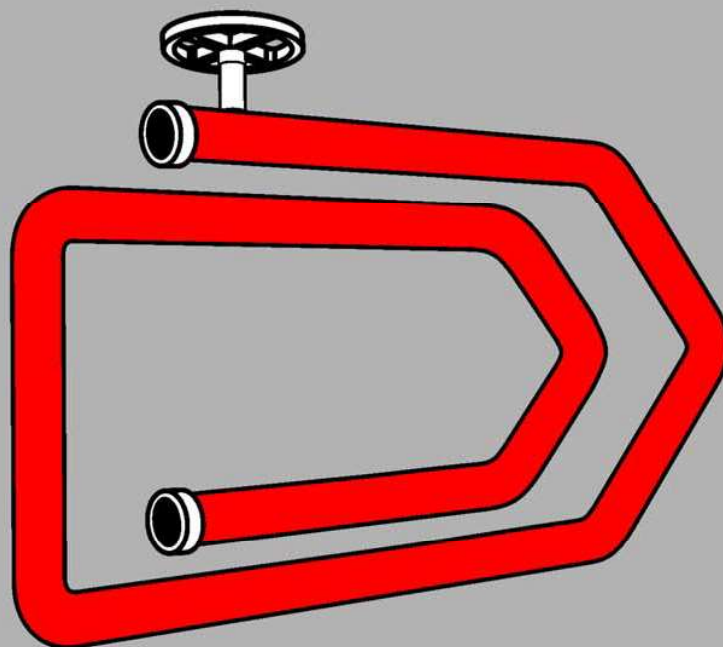


ZBORNİK RADOVA

Prva međunarodna konferencija '06
IZAZOVI TRANZICIJE

•
The First International Conference '06
CHALLENGES OF TRANSITION



26-28 APRIL 2006. NOVI SAD

DALJINSKO GREJANJE I HLADENJE
DISTRICT HEATING AND COOLING

DALJINSKO GREJANJE I HLAĐENJE

Prva međunarodna konferencija '06

- izazovi tranzicije -

ZBORNİK RADOVA

"NORCEV"

Nastavno obrazovno rekreativni centar Elektrovojvodine

Novi Sad - Iriški venac,

26. – 28. april 2006. godina

ENERGETIKA

EKOLOGIJA

EKONOMIJA

DALJINSKO GREJANJE I HLAĐENJE



Prva međunarodna konferencija '06
IZAZOVI TRANZICIJE
Novi Sad, Iriški venac, 26-28. april 2006.

ANALIZA STIMULISANOSTI POTROŠAČA TOPLOTNE ENERGIJE ZA UGRADNJU MERAČA ISTE, U OKVIRU SISTEMA ACENTRALNOG GREJANJA U KRAGUJEVCU

N. Lukić

Mašinski fakultet u Kragujevcu, Srbija i Crna Gora

Abstrakt

U našoj zemlji se proteklih dve tri godine intenzivno radi na osposobljavanju komunalnih preduzeća za samostalan rad, dakle bez nerealno niskih cena usluga i sa rezervom koja će omogućiti razvoj i osavremenjavanje istih preduzeća. Ključna tačka u rešavanju ovog problema je svakako sistem naplate i politika cena centralnog grejanja u gradovima. Cenovnik za usluge centralnog grejanja je veoma raznolik, od grada do grada. Ono što je zajedničko sa sve pomenute cenovnike je dvojnost tarife. Potrošači plaćaju izvršene usluge centralnog grejanja ili fiksno, prema grejnoj površini ili zapremini objekta ili prema utrošku toplotne energije, što podrazumeva postojanje merača iste. Ovaj rad upoređuje stimulisanošću potrošača za jedan od dva postojeća sistema naplate, u sistemu centralnog grejanja grada Kragujevca, daje procenjene, prosečne potrošnje toplotne energije pojedinih stambenih objekata, a takođe daje upoređenje sa aktuelnim evropskim cenama toplotne energije, cenama grejanja na gas i korišćenjem toplotnih pumpi. Platiti samo onoliko koliko je potrošeno i naplatiti samo onoliko koliko je isporučeno jedini je sistem koji stimuliše i potrošače i proizvođače da se ponašaju racionalno.

Ključne reči: politika cena, sistem centralnog grejanja, merači potrošnje toplotne energije

1 UVOD

Lako je zaključiti da se svi termodinamički proračuni u cilju uštede energije i optimizacije procesa, na kraju svode na ekonomski proračun. Vrlo često odlučujuću ulogu u tome, gde će se nalaziti optimalna tačka proračuna, ne igraju prirodni zakoni, već odnos cena uticajnih faktora. Sistem centralnog grejanja velikih gradova u Srbiji, izrazit je primer ove tvrdnje. Postojanje dvojnog sistema naplate toplotne energije, paušalno ili zavisno od potrošnje gde postoje ugrađeni i ispravni merači, ekonomski stimuliše neracionalno ponašanje, kako proizvođača tako i potrošača toplotne energije. Dvojni sistem naplate ove vrste komunalne usluge, trenutno je stanje i u gradu Kragujevcu.

Ovaj rad treba da da postojeće odnose troškova različitih vidova grejanja u Kragujevcu (cene struje i gasa su iste za celu Srbiju) i odgovor koje je rešenje najisplativije. Naravno, naglasak treba da bude na analizi dvojnih tarifa u sistemu centralnog grejanja.

2. PRORAČUN POTROŠNJE TOPLOTNE ENERGIJE I CENE TROŠKOVA

2.1. Postojeći tarifni sistem naplate usluga centralnog grejanja u gradu Kragujevcu

Energetika d.o.o. kao komunalno preduzeće, zaduženo za sistem centralnog grejanja u Kragujevcu, svoje usluge stambenim objektima naplaćuje dvojako: varijabilno prema potrošnji registrovanoj na meračima potrošnje toplotne energije i paušalno u dvanaest ujednačenih mesečnih rata. Važeći cene i tarifni sistemi usluge centralnog grejanja, kao i važeće cene prirodnog gasa i električne energije su dati u tabeli 2.1.

Tabela 2.1 - Cene usluga centralnog grejanja, prirodnog gasa i električne energije u Kragujevcu

Potrošači bez merača Stambeni objekti	CP - Fiksni deo (din/m ³)* 12,76	Varijabilni deo (din/MWh)
Potrošači sa meračima Stambeni objekti	CVP - Fiksni deo (din/m ³) 4,48	CVV - Varijabilni deo (din/MWh) 1657,92
Prirodni gas Stambeni objekti		CG - Varijabilni deo (din/nm ³) 19,5**
Električna energija Široka potrošnja***	CS1 - Plava zona, viša tarifa (din/kWh) 4,32	CS2 - Crvena zona, viša tarifa (din/kWh) 9,36

* - dinara po m³ stambenog prostora, ** - cena sa svim dodatnim dažbinama, *** - dvotarifna brojila

Veći deo korisnika usluga Energetike u Kragujevcu (stambeni objekti) su potrošači bez merača utrošene toplotne energije (više od 90%), pa tako oni ovu komunalnu uslugu plaćaju fiksno prema zapremini grejnog prostora (m³). Što se tiče potrošača sa ugrađenim meračima, cena usluge se sastoji iz dva dela, fiksnog za koga važe pravila naplate kao za potrošače bez merača. Nije teško izračunati da za potrošače sa meračima fiksni deo iznosi 35,1% od pune cene za potrošače bez ugrađenih merača. Varijabilni deo cene se odnosi na utrošak u MWh toplotne energije. Ovde, takođe treba napomenuti da se cene korišćenja centralnog grejanja u Evropskoj Uniji, kreću u rasponu od 31 do 47 €/MWh.

2.2. Proračun potrošnje toplotne energije

U ovom poglavlju je potrebno što preciznije proceniti toplotne zahteve stambenih objekata u grejnoj sezoni. To nije nimalo lako jer je na sistem centralnog grejanja u Kragujevcu, priključeno više od 14000 potrošača, najrazličitijih karakteristika termičkih omotača i zapremina grejanih prostora. Toplotni zahtevi se mogu proračunati korišćenjem komplikovanih, sveobuhvatnih softvera, kao što je Energy+ [1] ili jednostavnijim softverima, na bazi dinamičkog modela zgrade (nestacionarni prenos toplote) [2] ili klasičnim standardizovanim metodama (stacionarni prenos toplote, DIN 4701) ili uprošćenim, proverenim metodama [3], koje su najpogodnije za razmatrani slučaj. Predložena metoda proračuna toplotnih zahteva objekta iz [3] se može predstaviti jednačinom (2.1):

$$Q_u = [K_{sr} \cdot (A/V) + 0,34 \cdot \beta] \cdot V \cdot \Delta t, \quad (2.1)$$

gde su: Q_u (W) - ukupni toplotni zahtevi posmatranog objekta; K_{sr} (W/m²K) - srednji koeficijent prolaza toplote za sve površine objekta; A (m²) - ukupna površina celokupnog omotača objekta; V (m³) - ukupna zapremina objekta; β (h⁻¹) - broj izmena vazduha u objektu radi kvalitetnog provetravanja, preporučene vrednosti za ovu veličinu su od 0,5 do 1 h⁻¹; $\Delta t = t_u - t_s$ (°C) - razlika propisane unutrašnje temperature ($t_u = 20^\circ\text{C}$) i spoljašnje temperature.

Razmatraju se dva tipa objekata: porodična kuća zapremine grejnog prostora od 520 m³ i stambena zgrada, zapremine grejnog prostora od 10400 m³. Zapremina stambene zgrade je usvojena tako, da nju čini 20 stanova zapremine po 520 m³, odnosno površine po 200 m², što odgovara prostoru usvojene, porodične kuće Takođe, se razmatraju tri vrste termičkog omotača, navedenih objekata: bez termičke izolacije (BI), srednje izolovani (I) i veoma dobro izolovani objekti (DI). Prema jednačini (2.1) i preporukama iz [3], usvojene karakteristike stambenih objekata, koji su obuhvaćeni ovom analizom su date u tabeli 2.2.

Tabela 2.2 - Karakteristike razmatranih stambenih objekata prema jednačini (2.1)

Vrsta objekta	A/V (1/m ³)	K _{sr} (W/m ² K)	β (1/h)	V (m ³)	Δt (°C)
Porodična kuća (BI)	1	1,1	1	520	6÷34
Stambena zgrada (BI)	0,4	1,6	1	10400	6÷34
Porodična kuća (I)	1	0,8	1	520	6÷34
Stambena zgrada (I)	0,4	1,1	1	10400	6÷34
Porodična kuća (DI)	1	0,5	1	520	6÷34
Stambena zgrada (DI)	0,4	0,8	1	10400	6÷34

2.3. Proračun dnevnih i godišnjih troškova grejanja

Dnevni troškovi centralnog grejanja, DT_p (din) za paušalne potrošače (porodična kuća ili odgovarajući stan u zgradi od V=520 m³) se izračunavaju kao:

$$DT_p = CP \cdot V / 30. \quad (2.2)$$

Dnevni troškovi centralnog grejanja, DT_v (din) za potrošače sa meračima (porodična kuća ili odgovarajući stan u zgradi od V=520 m³) se izračunavaju kao:

$$DT_v = CVP \cdot V / 30 + CVV \cdot \theta_{gd} \cdot Q_u / 1000000, \quad (2.3a)$$

$$DT_v = CVP \cdot V / 30 + CVV \cdot \theta_{gd} \cdot Q_u / (20 \cdot 1000000), \quad (2.3b)$$

gde je θ_{gd} (h) dužina grejnog dana (usvojeno θ_{gd}=16 h). Jednačina (2.3a) važi za porodične kuće, a (2.3b) za odgovarajuće stanove u zgradi. Godišnji troškovi centralnog grejanja GT_p (din) za paušalne potrošače (porodična kuća ili odgovarajući stan u zgradi od V=520 m³) se izračunavaju kao:

$$GT_p = 12 \cdot 30 \cdot DT_p \quad (2.4)$$

Godišnji troškovi centralnog grejanja GT_v (din) za potrošače sa meračima (porodična kuća ili odgovarajući stan u zgradi od V=520 m³) se izračunavaju kao:

$$GT_v = 12 \cdot CVP \cdot V + 24 \cdot SD \cdot CVV \cdot (Q_u / \Delta t) / 1000000, \quad (2.5a)$$

$$GT_v = 12 \cdot CVP \cdot V + 24 \cdot SD \cdot CVV \cdot (Q_u / \Delta t) / (20 \cdot 1000000), \quad (2.5b)$$

gde je SD (°Cdan) stependan veličina za uočenu geografsku tačku (za Kragujevac SD=2620). Jednačina (2.5a) važi za porodične kuće, a (2.5b) za odgovarajuće stanove u zgradi. Kada se u jednačinama (2.5) koriste evropske cene centralnog grejanja (CVV=31÷47 €/MWh, 1€=88 din), prvi sabirak ne postoji (fiksni deo cene). Godišnji troškovi grejanja na gas, GT_{gas} (din) za stambene objekte (porodična kuća ili odgovarajući stan u zgradi od V=520 m³) se izračunavaju kao:

$$GT_{gas} = 24 \cdot 3600 \cdot SD \cdot CG \cdot (Q_u / \Delta t) / (\eta_g \cdot H_{dg}), \quad (2.6a)$$

$$GT_{gas} = 24 \cdot 3600 \cdot SD \cdot CG \cdot (Q_u / \Delta t) / (20 \cdot \eta_g \cdot H_{dg}), \quad (2.6b)$$

gde su: η_g (-) stepen iskorišćenja gasnog kotla (usvojeno, η_g=0,9), H_{dg} (J/nm³) donja toplotna moć prirodnog gasa (usvojeno, H_{dg}=33995500 J/nm³). Jednačina (2.6a) važi za porodične kuće, a (2.6b) za odgovarajuće stanove u zgradi. Godišnji troškovi grejanja na struju, korišćenjem toplotne pumpe, GT_{tp} (din) za stambene objekte (porodična kuća ili odgovarajući stan u zgradi od V=520 m³) se izračunavaju kao:

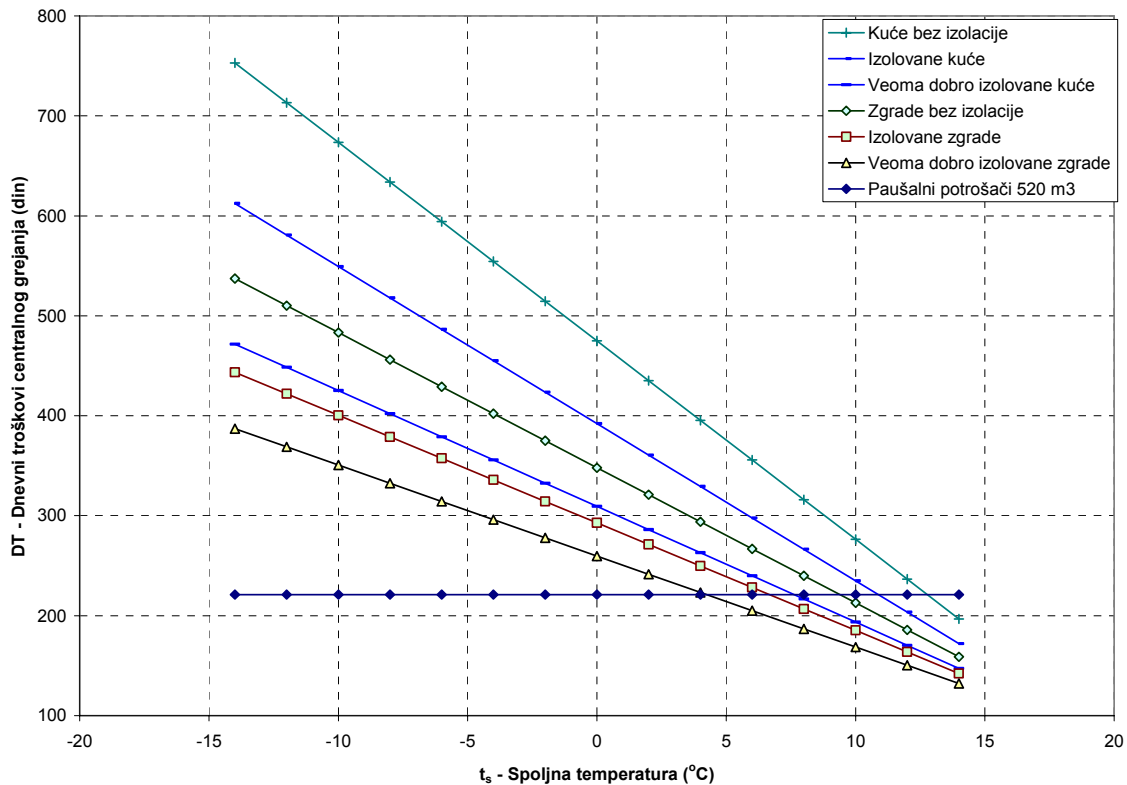
$$GT_{tp} = 24 \cdot SD \cdot CS1 \cdot (Q_u / \Delta t) / (1000 \cdot \eta_{gr}), \quad (2.7a)$$

$$GT_{tp} = 24 \cdot SD \cdot CS1 \cdot (Q_u / \Delta t) / (20 \cdot 1000 \cdot \eta_{gr}), \quad (2.7b)$$

gde je η_{gr} (-) srednji faktor grejanja toplotne pumpe (usvojeno, η_{gr}=2,5). Jednačina (2.7a) važi za porodične kuće, a (2.7b) za odgovarajuće stanove u zgradi. Kada se računaju godišnji troškovi, a podrazumeva se da je potrošnja struje u crvenoj zoni (umesto plavoj), u jednačinama (2.7) umesto cene kWh, CS1, koristi se cena CS2.

3. REZULTATI ANALIZE

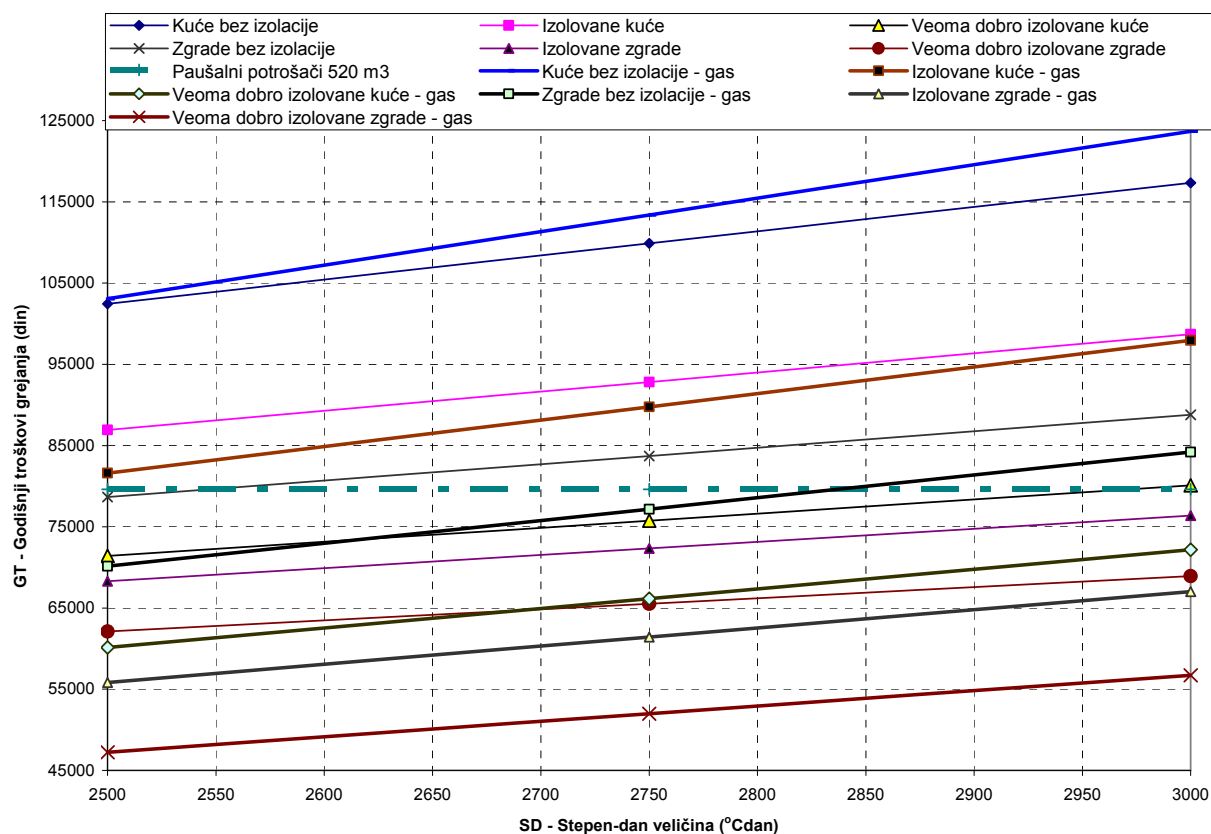
Koristeći jednačine, definisane u prethodnom poglavlju, formirani su dijagrami koji treba da predstave odnose cena grejanja i stimulisanošću potrošača da se opredele za jedan od ponuđenih grejnih sistema. Na slici 3.1, prikazani su dnevni troškovi centralnog grejanja u gradu Kragujevcu, u zavisnosti od spoljašnje temperature, za različite stambene objekte (kuća i zgrada) i različite nivoe termičke izolacije (tabela 2.2).



Slika 3.1 Dnevni troškovi centralnog grejanja za pojedinačne kuće i stanove, u zavisnosti od spoljašnje temperature, za više nivoe termičke izolacije i dvojni tarifni sistem naplate u Kragujevcu

Sa dijagrama, prikazanog na slici 3.1 se jasno vidi da su za iste uslove razmene toplote, u prednosti uvek zgrade u odnosu na porodične kuće, jer za razliku od stanova u zgradi, praktično sve prostorije u kući imaju uvećane transmisionne gubitke toplote, zbog svog položaja (dva spoljna zida). Što se tiče troškova grejanja, primećuje se da postojeći tarifni sistem destimuliše investiranje u pojačanu termičku izolaciju objekta, pošto se na primer, stanarima u veoma dobro izolovanoj kući, investicija termičkog izolovanja i nabavke kalorimetra, počinje isplaćivati za srednje spoljne temperature, koje su u grejnoj sezoni iznad 8°C. Naravno, to važi za trenutnu politiku cena u Kragujevcu. Kako je prosečna temperatura spoljnog vazduha u grejnoj sezoni za grad Kragujevac, oko 4°C, praktično ni u najpovoljnijem slučaju stana u veoma dobro izolovanoj zgradi, kalorimetar nije isplativa opcija. Na slici 3.2, prikazani su godišnji troškovi centralnog i grejanja na gas u gradu Kragujevcu, u zavisnosti od stependan veličine, za različite stambene objekte (kuća i zgrada) i različite nivoe termičke izolacije (tabela 2.2).

Ako analiziramo podatke predstavljene na slici 3.2 dolazi se do sledećih zaključaka. Samo za izolovane i kuće bez izolacije, grejanje na gas je skuplja varijanta od centralnog grejanja. U ovom radu se ne razmatraju investicioni troškovi ali pri sadašnjem odnosu cena i tu je gas u značajnoj prednosti (veoma visoka cena priključenja na sistem centralnog grejanja). Čak i za neizolovane zgrade, grejanje na gas je povoljnija varijanta. Treba ponoviti da je prosečna SD veličina za Kragujevac 2620. Čak i za dobro izolovane kuće, politika cena obesmišljava investicije smanjenja toplotnih gubitaka, jer će se investirani novac veoma sporo vraćati. Kako su većina zgrada u Kragujevcu (Srbiji) neizolovani objekti, odluka stanara će nesumnjivo biti: paušalno plaćanje. Prema sadašnjem nivou cena gasa za domaćinstva, izolacija objekta i prelazak na gasno grejanje se čini isplativa investicija.

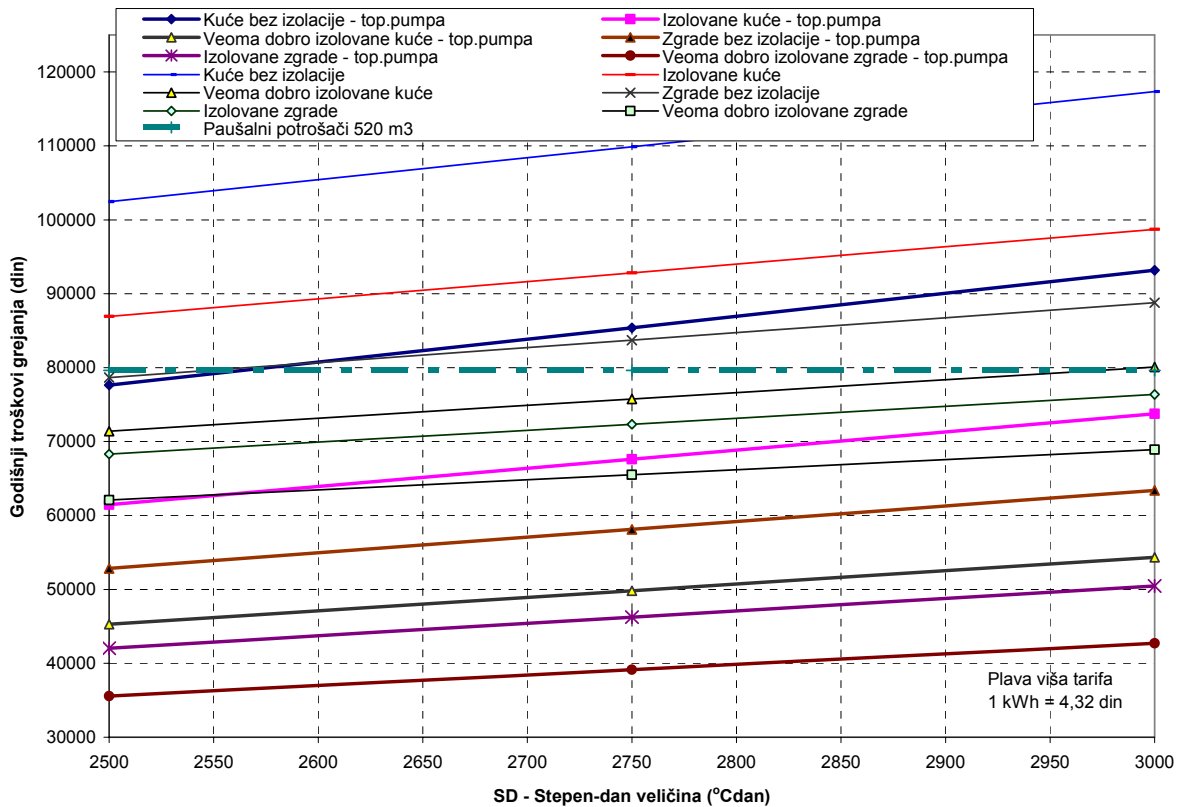


Slika 3.2 Godišnji troškovi centralnog i grejanja na gas za pojedinačne kuće i stanove, u zavisnosti od potreba za grejanjem (SD – stependan veličine), za više nivoa termičke izolacije i dvojni tarifni sistem naplate u Kragujevcu

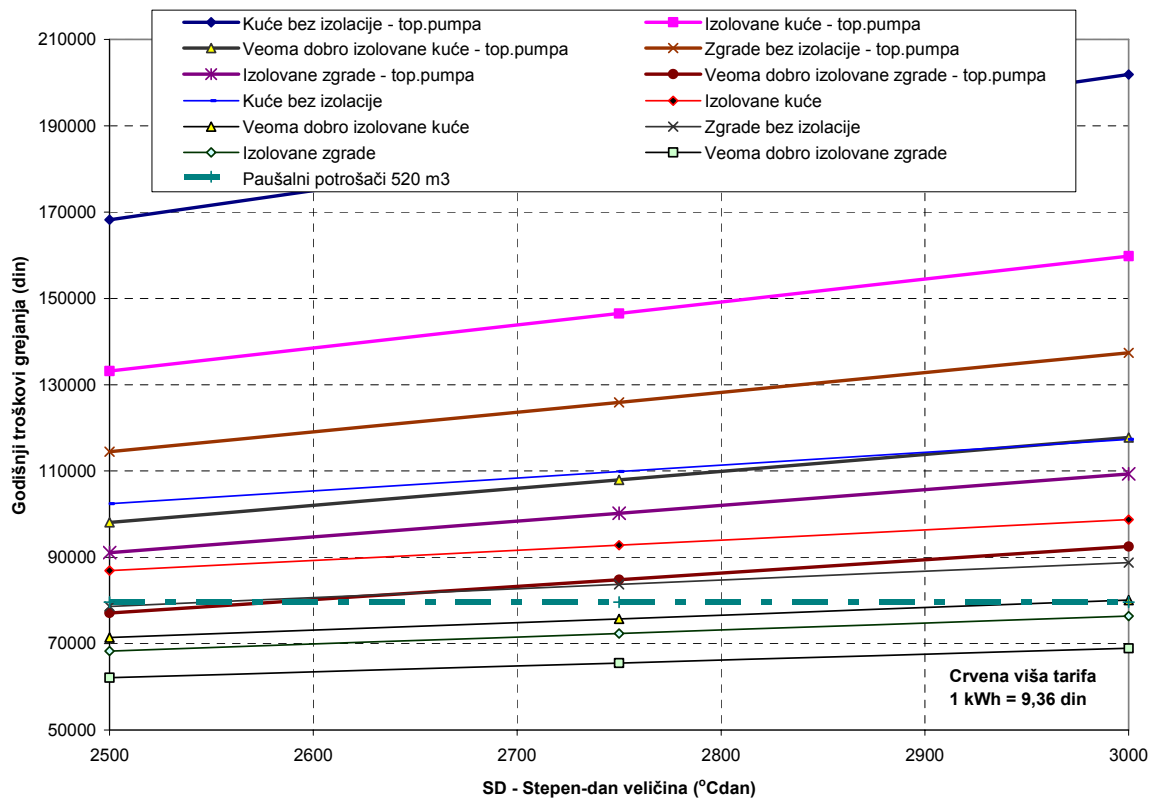
Na slici 3.3, prikazani su godišnji troškovi centralnog i grejanja toplotnim pumpama u gradu Kragujevcu, u zavisnosti od stependan veličine, za različite stambene objekte (kuća i zgrada) i različite nivoe termičke izolacije (tabela 2.2). Prema sadašnjem odnosu cena, čini se da je grejanje toplotnim pumpama, najisplativiji vid grejanja u Srbiji, pogotovo kada se uzmu u obzir manji investicioni troškovi (nema troškova za priključak). Naravno, za diskusiju je usvojeni, srednji faktor grejanja od $\eta_{gr}=2,5$ i potrošnja koja se nalazi u višoj, plavoj zoni. Tu se javlja i problem funkcionisanja sistema na ekstremno niskim temperaturama. S druge strane, zajednički isparivač u dvorištu ili na ravnom krovu, eliminiše potrebu za dodatnom prostorijom, kotlarnicom ili podstanicom, a tu je i mogućnost hlađenja leti. Zanimljivo je i to da bi neizolovane kuće u Kragujevcu (najnepovoljniji slučaj toplotnih gubitaka), imale iste troškove grejanja toplotnim pumpama i pri paušalnoj naplati centralnog grejanja.

Na slici 3.4 je prikazana ista zavisnost, kao i na prethodnoj slici ali za višu crvenu zonu naplate električne energije u širokoj potrošnji. Iako je ovo najnepovoljniji režim potrošnje električne energije, može se primetiti da dobro izolovane zgrade imaju iste troškove energije, korišćenjem centralnog grejanja i toplotnih pumpi. Na slici 3.5, prikazani su godišnji troškovi centralnog grejanja u gradu Kragujevcu, u zavisnosti od stependan veličine, za različite stambene objekte (kuća i zgrada) i različite nivoe termičke izolacije (tabela 2.2), kao i donje i gornje evropske granice ovih troškova.

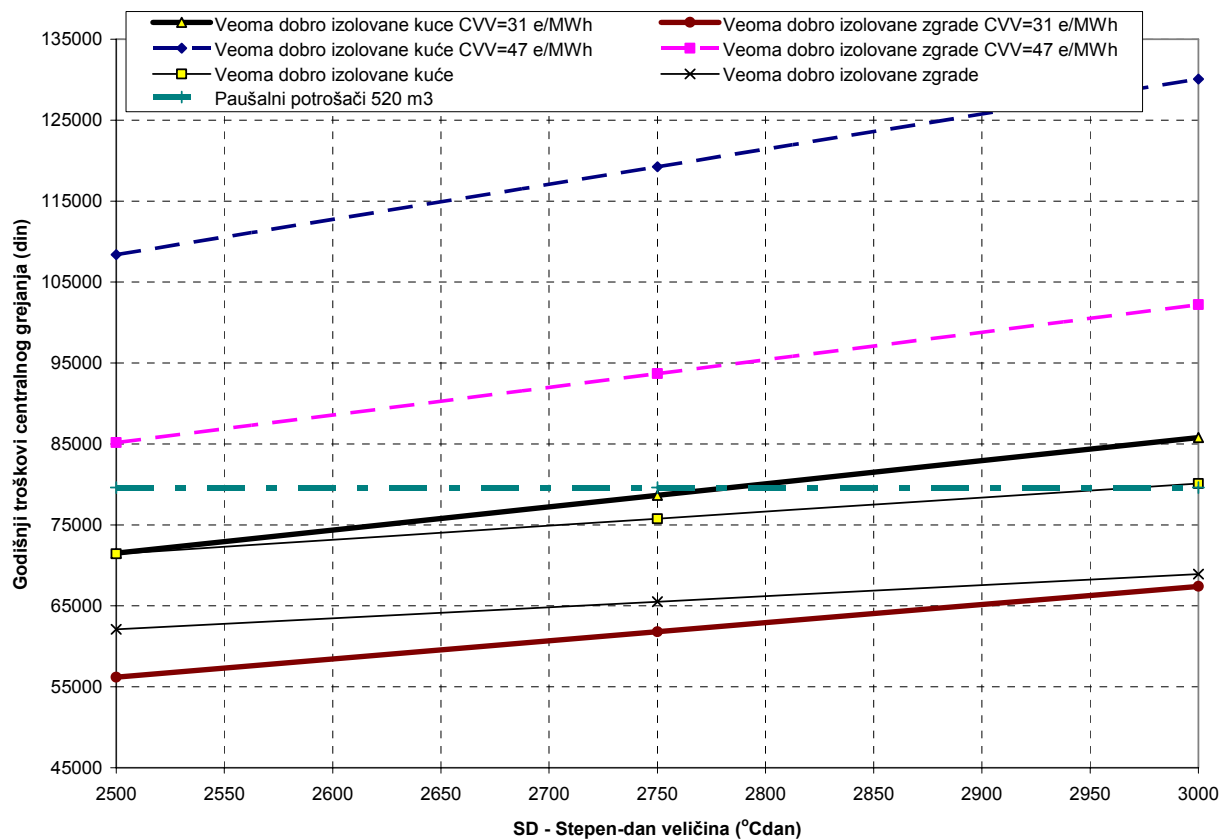
Dijagram sa slike 3.5 poredi cene centralnog grejanja u gradu Kragujevcu sa realnim evropskim cenama (EU), od minimalnih do maksimalnih. Može se primetiti da je važeći nivo cena usluga centralnog grejanja u Kragujevcu, već prešao donju granicu od 31 € po MWh isporučene toplotne energije (slučaj dobro izolovanih zgrada). Gornja granica EU cena centralnog grejanja od 47 €/MWh, praktično odgovara ceni električne energije kojoj stremimo (0,05 €/kWh). Kako je stepen iskorišćenja sistema pri proizvodnji toplotne energije više nego duplo veći od sistema za proizvodnju električne energije, jasno je da se radi, za naše uslove, o veoma visokoj ceni toplotne energije. I pored toga ne postoje značajne razlike u troškovima, ako na primer posmatramo veoma dobro izolovane zgrade (CVV=47 €/MWh) i domaći sistem paušalne naplate, za stependan vrednosti do 2600 što odgovara većem delu Srbije.



Slika 3.3 Godišnji troškovi centralnog i grejanja toplotnim pumpama (viša plava zona) za pojedinačne kuće i stanove, u zavisnosti od stependan veličine, za više nivoa termičke izolacije



Slika 3.4 Godišnji troškovi centralnog i grejanja toplotnim pumpama (viša crvena zona) za pojedinačne kuće i stanove, u zavisnosti od stependan veličine, za više nivoa termičke izolacije



Slika 3.5 Godišnji troškovi centralnog grejanja za pojedinačne kuće i stanove, u zavisnosti od stependan veličine, za više nivoa termičke izolacije i više tarifnih sistema

4. ZAKLJUČAK

Izloženi rezultati jasno pokazuju da se više ne može voditi politika dvojnih tarifnih sistema, gde se cena za paušalne potrošače podiže, najčešće odobravanjem gradskih vlasti, a paralelno se vrlo nepovoljnim sistemom naplate, za potrošače sa kalorimetrom destimuliše ugradnja istih, kao i bilo kakva pomisao o investiciji izolacije objekta. Ovo važi sa korisnike centralnog grejanja. Domaće cene više nisu domaće. One počinju da se uklapaju u cene koje su važeće u EU. Odlaganje uvođenja jedinstvenog sistema naplate preko merača potrošnje toplotne energije nije opravdano, ni logično i što se tiče porizvođača i potrošača toplotne energije. Visoki iznosi fiksnog dela cene za potrošače sa kalorimetrom, nemaju smisla.

Sa druge strane, cena prirodnog gasa će sigurno ubrzano rasti, što će poremetiti prikazane odnose. Kako kragujevačka Energetika, kao svoje osnovno gorivo troši ugalj, cena njenih usluga ne zavisi u većoj meri od cene gasa.

LITERATURA

- [1] Lee, Jaewook and Richard K. Strand., An analysis of the effect of the building envelope on thermal comfort using the EnergyPlus program, Association of Collegiate Schools of Architecture, Proceedings of the ACSA Technology Conference, Austin, Texas, 13-16 July 2001.
- [2] Lukić N. The transient house heating condition-the building envelope response factor (BER), renewable Energy 2003; 28:523-532.
- [3] Recknagel, Sprenger, Schramek, Čeperković, Grejanje i klimatizacija 2002, Interklima, 2002.