

**EFEKTI RAZLIČITIH STRATEGIJA GREJANJA  
NA POTROŠNJU ENERGIJE I TERMIČKI KOMFOR,  
TOKOM STARTNIH REŽIMA,  
IZRAŽENI KROZ PROMENE BER FAKTORA**

**EFFECTS OF DIFFERENT HEATING STRATEGIES  
ON ENERGY CONSUMPTION AND THERMAL COMFORT  
DURING STARTING REGIMES EXPRESSED THROUGH THE  
CHANGES OF THE BER FACTOR**

**Dr Nebojša Lukić, dipl. inž., Mašinski fakultet, Kragujevac;  
e-mail lukic@knez.uis.kg.ac.yu**

---

*Analizom više od dve stotine realizovanih simulacija prelaznih režima grejanja, na modelu zgrade-sofveru DZID, u ovom radu se prate efekti različitih strategija grejanja na potrošnju energije i termički komfor. Simuliraju se različiti položaji izolacije u omotaču zgrade, kao i različiti scenariji grejanja. Drugim rečima, promena temperature primarne tople vode u sistemu centralnog grejanja, tokom posmatranog grejnog dana simulira se na različite načine (sinusoida, linearno opadajuća ili konstantna temperatura). Kao ukazatelj na promenu potrošnje toplotne energije i termičkog komfora, koristi se faktor termičkog odziva omotača zgrade, BER, i njegova promena se prati. Analizom dobijenih rezultata želi se dati odgovor na pitanje da li je moguće korišćenjem različitih scenarija grejanja i termičkog omotača zgrade, kao pasivnog izvora energije, postići kvalitetniji termički komfor uz korišćenje iste količine energije.*

---

*By the analysis of more than 200 performed simulations, using the model-software DZID, the influence of different heating scenarios on energy consumption and thermal comfort are investigated in this paper. The different positions of the building thermal insulation and the heating scenarios are simulated. This temperature can be sinusoidal, linear decreasing or constant.*

*The building envelope response factor (BER) is used as a indicator of the change of energy consumption and thermal comfort. By analyzing the obtained results, it would be possible to give an answer to the following question: Is it possible to provide better thermal comfort, by using the different heating scenarios and the building envelope with the same amount of energy?*

---

***Ključne reči:*** dinamički model zgrade; prelazni režimi grejanja;  
BER koeficijent  
***Key words:*** dynamic model of building; transient regimes; BER factor

## 1. Uvod

Kada se pristupa istraživanju potrošnje energije radi ostvarivanja zadatog termičkog komfora u stambenim, poslovnim ili nekim drugim objektima, posebno u nestacionarnim uslovima, uobičajeno je korišćenje komercijalnih softvera, baziranih na različitim metodama proračuna, a što je objašnjeno u [1 i 2]. Radi se o kompleksnim softverima kao što su DOE-2, BLAST, ESP, kao i najnoviji (najpopularniji) Energy-Plus. Oni omogućuju simulaciju najrazličitijih termičkih uslova u jednostavnim ili veoma komplikovanim objektima [3–7]. Korišćenje tih softvera podrazumeva izdvajanje značajnih finansijskih sredstava za njihovu kupovinu ili iznajmljivanje na određeni vremenski period. Ukoliko se nema finansijska podrška i jasan plan njihove eksploatacije, alternativu predstavlja formiranje manjih dinamičkih modela zgrada-sofтверa namenjenih simulacijama sa znatno manjim brojem opcija i mogućnosti, ali dovoljnim da se ostvari željeni rezultat. Korektnom primenom raspoloživih metoda proračuna prenosa toplote postiže se tačnost proračuna kao i u slučaju korišćenja kompleksnih komercijalnih softvera. Jedan takav softver, namenjen simulacijama potrošnje energije u zgradama je softver DZID. Model je razvijen na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu i niz godina se veoma uspešno koristi u termodinamičkim istraživanjima [1, 2, 8–11]. Jasno je da svi navedeni modeli, nezavisno od njihove složenosti podrazumevaju konstantno osavremenjivanje i proširivanje kako bi odgovorili nadolazećim istraživanjima.

U publikovanim rezultatima sprovedenih istraživanja [2 i 8], korišćenjem softvera DZID, definisan je faktor BER (The Building Envelope Response Factor), kao proizvod veličine stepen-čas i ukupno utrošene toplotne energije za posmatrani period. Taj posmatrani period može biti jedan grejni dan, čas, minut ili neki drugi odabrani interval. Veličina stepen-čas (ili stepen-posmatrani vremenski period) predstavlja veličinu koja ukazuje koliko je ostvareni termički komfor daleko od željenog [2]. Termički komfor se posmatra uprošćeno, kao temperatura unutrašnjeg vazduha, mada se on može posmatrati kao složena funkcija [5]. U novijoj literaturi kao osnovna veličina za procenu termičkog komfora često se navodi srednja temperatura kože posmatrane osobe. Za razliku od režima klimatizacije, kada je termički komfor ostvaren u zgradi (temperatura vazduha, temperatura zidova, vlažnost vazduha, brzina strujanja vazduha i dr.), prelazni režimi su oni kada to nije slučaj. Pod prelaznim režimima se podrezumevaju različite situacije kada termički komfor u zgradi nije još dostignut (startni režimi, prekidi u radu, nagle promene spoljašnjih uslova itd.). Da li se primenom različitih scenarija grejanja mogu izbeći negativni uticaji omotača zgrade kao akumulatora “hladnoće” tokom startnih režima grejanja, pitanje je na koje se želi dati odgovor. Faktor BER je veličina čijim se praćenjem može doći do značajnih zaključaka.

## 2. Dinamički model zgrade

Korišćeni dinamički model zgrade baziran na numeričkim metodama, objašnjen je u [1 i 2]. Kao i u [9], za svaku realizovanu simulaciju, faktor BER ( $\text{kW}^\circ\text{Ch}^2$ ) se izračunava za svaki čas grejnog dana:

$$BER = \sum_{\tau_p}^{\tau_k} (Q\Delta\tau) \sum_{\tau_p}^{\tau_k} (\Delta T_{tk} \Delta\tau), \quad (2.1)$$

gde je  $\Sigma(\Delta T_{tk} \Delta \tau)$  veličina stepen-časa  $Sh$  ( $^{\circ}Ch$ ) definisana kao,  $\Delta T_{tk} = T_{tk} - T_u$  ( $^{\circ}C$ ), razlika između zadate ( $T_{tk}$ ) i postojeće temperature vazduha u prostoriji ( $T_u$ ) u tekućem vremenskom trenutku, a  $\Delta \tau$  (h) vremenski proračunski korak. Integracija se vrši od početnog  $\tau_p$  do krajnjeg trenutka  $\tau_k$ , odnosno za jedan sat grejnog dana ( $\tau_k - \tau_p = 1$  h). Negativne razlike  $\Delta T_{tk}$  se ne uzimaju u obzir, odnosno u tom slučaju veličina  $\Delta T_{tk}$  ima vrednost 0,  $Q$  (kW) snaga grejanja (radijatori i eventualno električni dogrevač) u tekućem trenutku. Što je utrošena toplotna energija veća, manja je razlika do željene temperature vazduha u prostoriji i obrnuto. Faktor BER predstavlja proizvod ove dve obrnuto proporcionalne veličine.

### 3. Uslovi realizovanih simulacija

#### 3.1. Polazni podaci

Podaci koji su korišćeni kao konstantne ili promenjive veličine modela su identični su podacima korišćenim u [9], pa se ovde navode samo osnovne karakteristike modela.

Simulirana je jednokomorna zgrada, nagnutog krova na jednu vodu, jednakih debljina zidova, poda i tavanice. Izabrani omotači zgrade su: jednoslojni betonski omotač debljine 25 cm, dvoslojni betonsko-izolacioni omotač, beton debljine 25 cm i izolacioni sloj debljine 5 cm. Položaj izolacije u odnosu na betonski sloj je unutrašnji, spoljašnji i središnji (5 cm izolacije u sendviču od dva 12,5 cm debela sloja betona). Intenzitet sunčevog zračenja je simuliran za pretežno vedar zimski dan. Spoljašnja temperatura vazduha,  $T_{oa}$ , ima sinusoidnu promenu (srednje vrednosti temperature  $T_{oam} = 5^{\circ}C$  i  $T_{oam} = 10^{\circ}C$ , amplituda  $5^{\circ}C$ ). Dogrevanje zgrade se vrši električnim grejačem snage 0 i 3 kW. Zadana temperatura vazduha u zgradi je  $20 \pm 1^{\circ}C$ , s tim što se u slučaju da temperatura vazduha u prostoriji dostigne vrednost od  $21^{\circ}C$ , isključuje samo sistem dogrevanja (električni grejač). Sistem je izabran tako da je grejanje radijatorskim sistemom nedovoljno, naročito u prvom delu grejnog dana koji traje od 8 h do 20 h. Prvi simulirani grejni dan podrazumeva da su temperature materijala zidova jednake spoljnoj temperaturi, u početnom trenutku simulacije. Za drugi i svaki naredni simulirani grejni dan, temperature materijala zidova u početnom trenutku simulacije se nadovezuju na odgovarajuće temperature u krajnjem trenutku simulacije prethodnog dana.

Za razliku od [9], simulirana su tri scenarija promene temperature primarne vode centralnog radijatorskog grejanja (objašnjeno u [11]):

1. Temperatura dolazne primarne vode, u proračunskom trenutku  $n$ ,  $T_{whi}^n$  ( $^{\circ}C$ ) direktno zavisi od temperature spoljašnjeg vazduha  $T_{oa}^n$  ( $^{\circ}C$ ), koja se, kako je to već rečeno, menja po sinusoidi:

$$T_{whi}^n = 3(10 - T_{oa}^n) + 50^{\circ}C. \quad (3.1)$$

2. Temperatura dolazne primarne vode,  $T_{whi}^n$  ( $^{\circ}C$ ), tokom grejnog dana je konstantna i nezavisna od promene temperature spoljašnjeg vazduha. U zavisnosti od srednje temperature spoljašnjeg vazduha ( $T_{oam} = 5^{\circ}C$  i  $T_{oam} = 10^{\circ}C$ ), temperatura  $T_{whi}^n$  uzima dve konstantne vrednosti prema jednačini (3.2):

$$T_{whi}^n = 80^{\circ}C - 2 T_{oam}. \quad (3.2)$$

3. Temperatura dolazne primarne vode,  $T_{whi}^n$  ( $^{\circ}C$ ), tokom grejnog dana je linear-no opadajuća veličina zavisna od srednje temperature spoljašnjeg vazduha  $T_{oam}$ . Po-

četna vrednost iznosi  $T_{whi}^n = 90^{\circ}\text{C} - 2 T_{oam}$ , dok na kraju grejnog dana, posle 12 h (grejni dan od 8 h do 20 h), ona iznosi  $T_{whi}^n = 70^{\circ}\text{C} - 2 T_{oam}$ .

### 3.2. Izabrana simulaciona okruženja

Razmatraju se četiri tipa omotača zgrade:

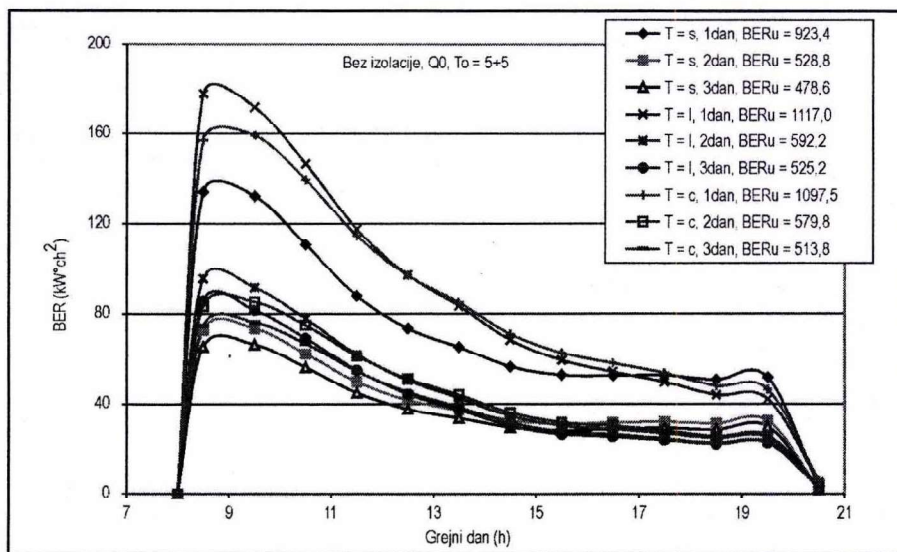
1. zgrada bez izolacije,
2. zgrada sa izolacijom smeštenom kao unutrašnji sloj dvoslojnog zida,
3. zgrada sa izolacijom smeštenom kao spoljašnji sloj dvoslojnog zida,
4. zgrada sa izolacijom smeštenom u sredini troslojnog zida,

za dve sinusoidne promene spoljne temperature  $5\pm 5^{\circ}\text{C}$  i  $10\pm 5^{\circ}\text{C}$ , za slučajeve sa dogrevanjem ili bez dogrevanja (0 kW i 3 kW) za tri uzastopna grejna dana, za tri opisana scenarija centralnog grejanja.

Simuliraju se sve moguće kombinacije, a registruju se: potrošnja energije na radiatorima  $Q_r$  (kWh), na električnim grejačima  $Q_{eg}$  (kWh), ukupna potrošnja  $Q_u = Q_r + Q_{eg}$  (kWh), veličina stepen-dan za svaki sat posmatranog grejnog dana  $Sh$  ( $^{\circ}\text{Ch}$ ). Sve pomenute veličine se koriste u izračunavanju odgovarajućeg faktora BER ( $\text{kW}^{\circ}\text{Ch}^2$ ) (jednačina 2.1), za svaki sat posmatranog grejnog dana. Takođe se za svaki grejni dan izračunava zbirna vrednost časovnih BER faktora, BERu ( $\text{kW}^{\circ}\text{Ch}^2$ ).

### 3.3. Rezultati simulacija

Na slici 1 je prikazana promena BER koeficijenta, za zgradu sa jednoslojnim, 25 cm debelim betonskim omotačem, bez dogrevanja (Q0), za prva tri proračunska dana (1dan, 2dan, 3dan), pri promeni spoljne temperature  $T_o = 5\pm 5^{\circ}\text{C}$ , za tri scenarija rada sistema centralnog grejanja (promena temperature  $T_{whi}^n$  po sinusoidi,  $T = s$ ,

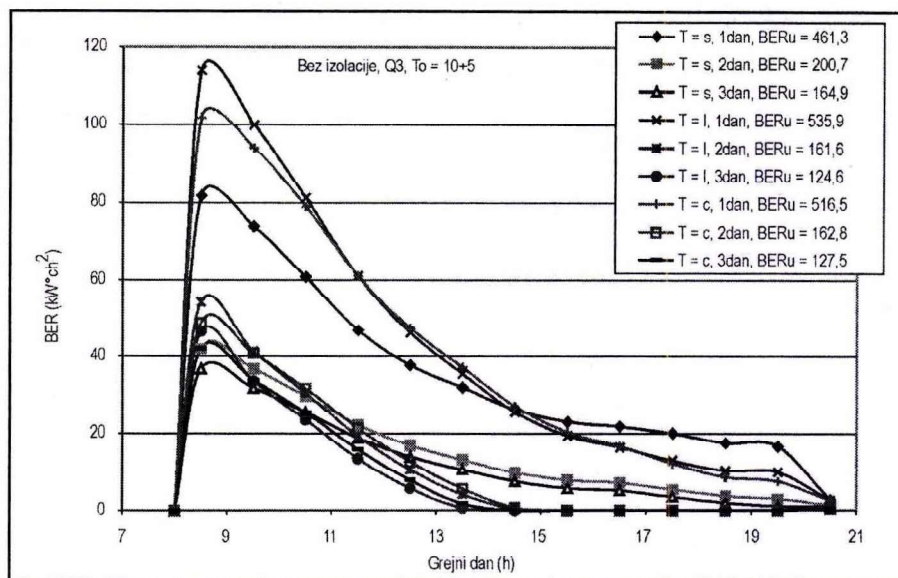


Slika 1. Promena BER koeficijenta za zgradu bez izolacije, bez dogrevanja, za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 5\pm 5^{\circ}\text{C}$ , za tri scenarija funkcionisanja sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana

temperatura  $T_{whi}^n$  linearno opadajuća,  $T = l$ , temperatura  $T_{whi}^n$  konstantna veličina,  $T = c$ ), tokom dvanaestočasovnog grejnog dana. Na slici su i odgovarajuće zbirne vrednosti BER faktora (BERu), sumirane za posmatrani grejni dan. Grejna scenarija  $T = l$  i  $T = c$ , tokom grejnog dana postižu praktično istu srednju temperaturu dolazne tople vode (za  $T_o = 5 \pm 5^\circ C$ ,  $T_{whi}^n$  (srednje) =  $70^\circ C$ , a za  $T_o = 10 \pm 5^\circ C$ ,  $T_{whi}^n$  (srednje) =  $60^\circ C$ ), samo što su tokom vremena njene vrednosti drugačije raspoređene. Nije teško zaključiti da će se tokom sprovođenja ova dva scenarija razmenjivati veoma slične količine toplotne energije. Za grejni scenario  $T = s$ , odgovarajuća srednja temperatura dolazne vode je u proseku niža za desetak stepeni Celzijusa i tokom njegovog sprovođenja se razmenjuju značajno manje količine toplotne energije nego za prethodna dva. Činjenica da su srednje temperature tople vode identične za scenarija  $T = l$  i  $T = c$ , praćenje promene BER faktora pruža mogućnost spoznaje koji od odabranih scenarija ima snažniji uticaj na postizanje termičkog komfora u zgradi. Upoređujući tri scenarija na slici 1, može se zaključiti da za sva tri grejna dana scenario  $T = s$  ima manje BERu vrednosti, a kriva promene BER faktora tokom grejnog dana ima lokalne minimume (između 15 i 17 h). Pri ovom scenariju troši se najmanja količina topline (u poređenju sa ostala dva), ali se, razumljivo, postiže najmanje približenje zadataj temperaturi termičkog komfora u zgradi.

Zbirne vrednosti BERu tokom drugog i trećeg proračunskog dana slične su, što govori da će se u nekom narednom proračunskom danu, oko tih vrednosti uspostaviti kvazistacionarno stanje grejanja, daleko od željene temperature vazduha u zgradi. Zbirne vrednosti BERu za druga dva scenarija, kako je to već pretpostavljeno, međusobno su slične (za uočeni proračunski dan), ali je moguće uočiti i određene razlike. Za sva tri grejna dana, tokom prepodneva, vrednosti BER faktora su uvek veće za  $T = l$  scenario, dok je tokom popodneva situacija obrnuta. Veliko približavanje krivih za drugi i treći proračunski dan govori da se ni za ova dva scenarija u narednim proračunskim danima neće dostići propisana temperatura u zgradi. Praćenjem zbirnog BERu faktora, može se primetiti da scenario  $T = c$  za sva tri proračunska dana ima manje vrednosti od scenarija  $T = l$ . Drugim rečima, u simuliranoj situaciji  $T = c$  scenario ima bolje efekte na postizanje termičkog komfora od scenarija  $T = l$ . U daljem tekstu će se za razmatrana tri scenarija, zbog velikog broja ponavljanja, koristiti samo odgovarajuće oznake ( $T = s$ ,  $T = l$  i  $T = c$ ).

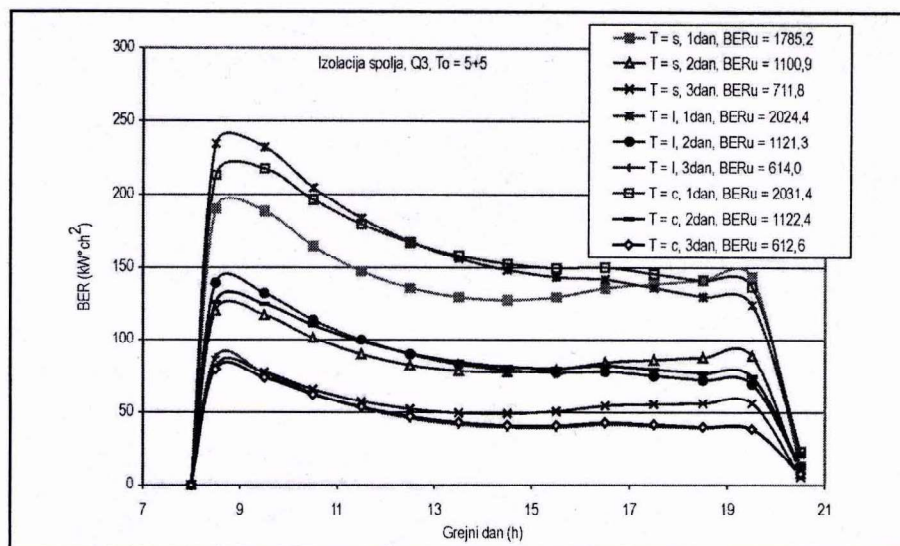
Na slici 2 je prikazana promena BER koeficijenta za zgradu sa jednoslojnim, 25 cm debelim betonskim omotačem, sa dogrevanjem (Q3), za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ C$ , za tri scenarija rada sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana. U odnosu na prethodnu sliku, za istu zgradu bez izolacije povećana je spoljna temperatura vazduha, kao i toplotna snaga grejanja (uključen je električni dogrejač snage 3 kW). Za sve BER krive uočljiv je veći nagib u smeru postizanja zadate temperature vazduha u zgradi,  $T_{tk}$ . Za slučaj  $T = s$  to postizanje je i dalje problematično, dok se za preostala dva scenarija, u toku drugog i trećeg proračunskog dana, temperatura  $T_{tk}$  dostiže negde posle 13 h. Tokom  $T = s$  troši se najmanja količina energije, ali su razlike  $T_{tk} - T_u$  najveće. To je u prethodnom slučaju (slika 1) dalo najmanje vrednosti BERu, za sva tri proračunska dana. Međutim, u ovom slučaju osim za prvi proračunski dan, vrednosti BERu su veće od druga dva scenarija, što govori da u izrazu za BER faktor promena razlike  $T_{tk} - T_u$  ima dominantan uticaj na dobijeni proizvod. Kada poredimo  $T = l$  i  $T = c$ , u odnosu na prethodnu sliku situacija je prilično izmenjena. Osim za prvi proračunski dan, manje vrednosti BERu uočavaju se za  $T = l$ .



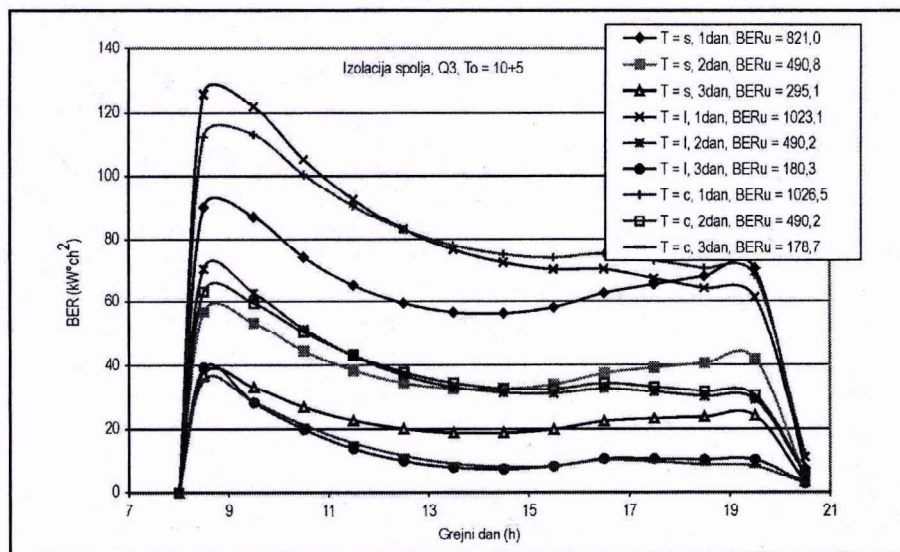
Slika 2. Promena BER koeficijenta za zgradu bez izolacije, sa dogrevanjem, za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija funkcionisanja sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana

Na slici 3 se vidi promena BER koeficijenta za zgradu sa dvoslojnim omotačem (25 cm debelim betonskim omotačem unutra i 5 cm debelim izolacionim slojem spolja), sa dogrevanjem (Q3), za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 5 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija rada sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana. Ne treba posebno isticati da u ovom slučaju početno akumulirana "hladnoća" u betonskom omotaču zgrade ima najveći uticaj na rad sistema grejanja prvih dana po uključivanju. To se jasno uočava i preko znatnih razlika između pojedinih proračunskih dana, jer nema karakterističnog približavanja krivih kao u prethodnim slučajevima. Ovde nema značajnije razlike između  $T = l$  i  $T = c$  za sva tri proračunska dana.

Na slici 4 je prikazana promena BER koeficijenta za zgradu sa dvoslojnim omotačem (25 cm debelim betonskim omotačem unutra i 5 cm debelim izolacionim slojem spolja), sa dogrevanjem (Q3), za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija rada sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana. Za razliku od prethodnog slučaja,  $T = l$  i  $T = c$  trećeg proračunskog dana (skoro) dostižu zadanu temperaturu u zgradi. Interesantno je da se za drugi proračunski dan dostižu iste zbirne BERu vrednosti, za sva tri razmatrana scenarija, mada su časovne vrednosti BER faktora drugačije raspoređene. Prvog proračunskog dana bolje efekte daje  $T = l$  za razliku od trećeg proračunskog dana kada je efektniji  $T = c$ . Razlike su kao i u prethodnom slučaju minimalne. Do sada primetna, jedna presečna tačka između BER krivih za  $T = l$  i  $T = c$ , za sve prethodne slučajeve, za treći proračunski dan nije aktuelna. Ovde postoje dve presečne tačke, tako da se prednost jednog nad drugim scenarijem stalno menjuje.



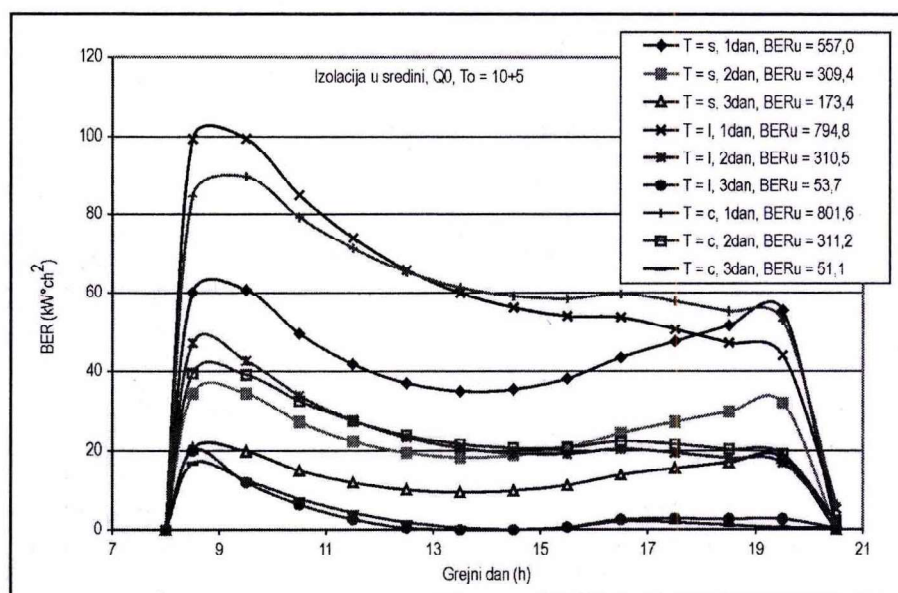
Slika 3. Promena BER koeficijenta za zgradu sa izolacijom postavljenom spolja, sa dogrevanjem, za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 5 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija funkcionisanja sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestodnevnoegrejnog dana



Slika 4. Promena BER koeficijenta za zgradu sa izolacijom postavljenom spolja, sa dogrevanjem, za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija funkcionisanja sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestodnevnoegrejnog dana

Na slici 5 je prikazana promena BER koeficijenta, za zgradu sa troslojnim omotačem (12,5 cm debelim betonskim omotačem unutra, 5 cm debelim izolacionim slojem u sredini i 12,5 cm debelim betonskim omotačem spolja), bez dogrevanja (Q0), za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija rada sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana. Kako je unutrašnji betonski sloj duplo tanji nego u prethotnom slučaju, tokom tri proračunska dana, BER faktor brže dostiže svoju nultu vrednost.

Za treći proračunski dan uočavaju se dve presečne tačke između krivih  $T = l$  i  $T = c$ . Tokom prvih dva proračunska dana pogodniji je  $T = l$ , a trećeg proračunskog dana  $T = c$ . Takođe drugog proračunskog dana za sva tri razmatrana scenarija vrednost BERu je gotovo identična.



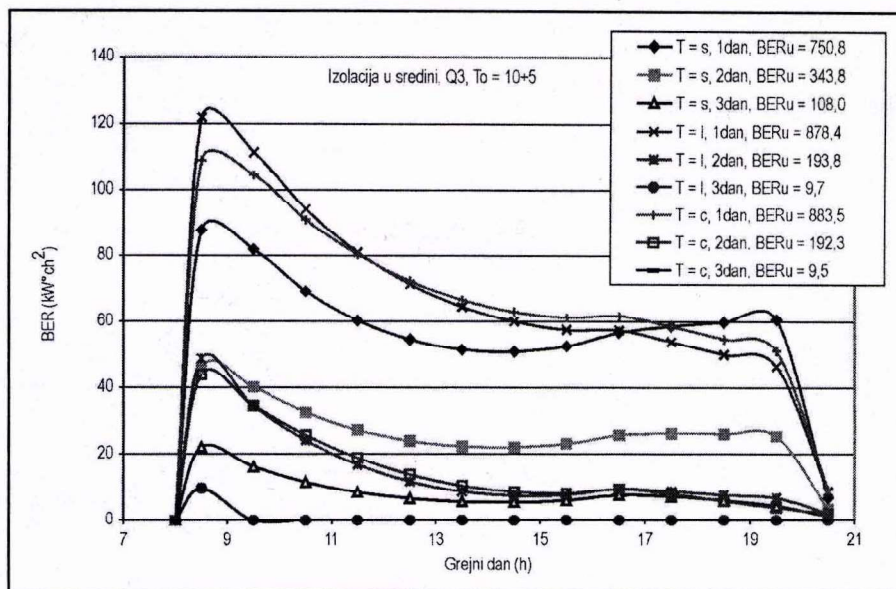
Slika 5. Promena BER koeficijenta za zgradu sa izolacijom postavljenu u sredini, bez dogrevanja, za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija funkcionisanja sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana

Na slici 6 se vidi promena BER koeficijenta za zgradu sa troslojnim omotačem (12,5 cm debelim betonskim omotačem unutra, 5 cm debelim izolacionim slojem u sredini i 12,5 cm debelim betonskim omotačem spolja), sa dogrevanjem (Q3), za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija rada sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestočasovnog grejnog dana.

Trećeg proračunskog dana za  $T = l$  i  $T = c$ , praktično se radi o stacionarnom stanju postignutog termičkog komfora.

Dvostruka presečna tačka krivih  $T = l$  i  $T = c$  javlja se već drugog proračunskog dana. Prvog proračunskog dana povoljniji BER faktor daje  $T = l$ , a sledećeg dana  $T = c$ .





Slika 6. Promena BER koeficijenta za zgradu sa izolacijom postavljenu u sredini, sa dogrevanjem, za prva tri proračunska dana, pri promeni spoljne temperature  $T_o = 10 \pm 5^\circ\text{C}$ , za tri scenarija funkcionisanja sistema centralnog grejanja, tokom dvanaestčasovnog grejnog dana

#### 4. Zaključak

Za sve razmatrane slučajeve, kod  $T = s$  javljaju se vidljive karakteristične kompleksne BER krive, za razliku od ostala dva scenarija. Kod  $T = l$  i  $T = c$  postoji skoro identičan trend BER krivih, iako se radi o različitim promenama dolazne tople vode koja se koristi za grejanje zgrade. Najveće razlike između zbirnih BERu faktora za  $T = l$  i  $T = c$  javljaju se u slučaju zgrade bez izolacije. Za ostale slučajeve te razlike su minimalne. Osim u slučaju zgrade bez izolacije, prvog proračunskog dana zbirni faktor BERu je veći za  $T = c$  od onoga za  $T = l$ . Korišćenjem iste količine toplotne energije i različitih scenarija njenog korišćenja, poznajući termičko ponašanje zgrade u različitim uslovima, moguće je doći do poboljšanja u postizanju termičkog komfora.

#### 5. Literatura

- [1] Bojić, M., N. Lukić, *Numerical Evaluation of Solar Energy Use Through Passive Heating of Weekend Houses in Yugoslavia*, Renewable Energy, No. 20 (2000), pp. 207–222.
- [2] Lukić, N., *The Transient House Heating Condition – The Building Envelope Response Factor (BER)*, Renewable Energy, 28/4, 2003, pp. 523–532.
- [3] Bojić, M., F. Yik, K. Wan, J. Burnett, *Investigations of Cooling Loads in High-Rise Residential Buildings in Hong Kong*, Proceedings of the ASME–ZSITS International Thermal Science Seminar, June 11–14, 2000, Bled, Slovenia, 505–510.

- [4] **Bojić, M., F. Yik, P. Sat**, *Influence of thermal insulation position in building envelope on the space cooling of high-rise residential buildings in Hong Kong*, *Energy and Buildings*, 33/6 (2001) 569–581.
- [5] **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.
- [6] **Crawley, Drury B., Linda K. Lawrie, Frederick C. Winkelmann, and Curtis O. Pedersen**, *EnergyPlus: New capabilities in a whole-building energy simulation program*, Proceedings of Building Simulation 2001, pp. 51–58, Rio de Janeiro, Brazil, August 2001, IBPSA.
- [7] **Crawley, Drury B., Linda K. Lawrie, Frederick C. Winkelmann, and Curtis O. Pedersen**, *EnergyPlus: A new-generation building energy simulation program*, Proceedings of Forum 2001: Solar Energy: The Power to Choose, 21–25 April 2001, Washington, DC. Boulder, Colorado: ASES.
- [8] **Lukić, N., G. Radivojević**, *Dinamički model zgrade – funkcionisanje sistema centralnog grejanja u startnim režimima, pri promenljivom položaju izolacije, sa dogrevanjem ili bez njega*, zbornik radova za 32. kongres o KGH, SMEITS, Beograd, 2001, str. 242–248.
- [9] **Lukić, N.**, *Promena koeficijenta termičkog odziva omotača zgrade (BER) tokom prelaznih režima grejanja*, zbornik radova za 33. kongres o KGH, SMEITS, Beograd, 2002, str. 112–119.
- [10] **Kalogirou, S., M. Bojić**, *Artificial neural networks for the evaluation of a passive solar building energy consumption*, *Energy*, 25 (2000), 479–491.
- [11] **Lukić, N.**, *Kvalitet unutrašnjeg vazduha u zgradama sa centralnim grejanjem u toku grejnog dana*, zbornik radova za 30. kongres o KGH, SMEITS, Beograd, 1999, str. 228–234.