

UTICAJ METODOLOGIJE PRORAČUNA GUBITAKA TOPLOTE PREMA DIN 4701 IZ 1959. I SRPS EN 12831:2012 NA POTREBNU INSTALISANU SNAGU GREJNIH TELA

THE HEAT LOSSES CALCULATION METHODOLOGY ACCORDING TO DIN 4701 FROM 1959. II SRPS EN 12831:2012 INFLUENCE ON REQUIRED INSTALLED RADIATORS' POWER

Miloš Č. MILIJAŠEVIĆ, dipl.inž.maš.,

MPP Jedinstvo AD, Omladinsko Šetalište 12a, 11000 Beograd
milosmilijasevic@yahoo.com,

Tamara S. BAJC, dipl.inž.maš.,

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd
tbajc@mas.bg.ac.rs,

Maja N. TODOROVIĆ, prof.dr.,

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd
mtodorovic@mas.bg.ac.rs

U radu je prikazano poređenje proračuna gubitaka toplote prema standardima DIN 4701 iz 1959. i SRPS EN 12831: 2012, na primeru porodične kuće u Kruševcu. Poređeni su transmisioni i ventilacioni gubici toplote, izračunati prema metodologiji koju propisuju ovi standardi, koristeći pojednostavljen i detaljan model proračuna. Spoljne projektne temperature za proračune su usvojene u skladu sa standardima, odnosno -18°C prema DIN 4701 iz 1959. i $-16,2^{\circ}\text{C}$ za Kruševac, prema SRPS EN 12831:2012. Na osnovu proračuna gubitaka toplote, izvršeno je dimenzionisanje grejnih tela, za različite temperaturske režime 90/70, 80/60 i 60/45 $^{\circ}\text{C}$, kao i odgovarajuća tehnno-ekonomska analiza kojom je pokazan uticaj metodologije proračuna na površinu, odnosno cenu instalisanih grejnih tela.

Ključne reči: gubici toplot; metodologija proračuna; DIN 4701 iz 1959.;
SRPS EN 12831:2012; tehnno-ekonomska analiza

The paper deals with the heat losses calculation methodology according to DIN 4701 from 1959. and SRPS EN 12831 comparison, on the example of single family house in Krusevac, Serbia. Transmission and ventilation heat losses are compared according to both, DIN 4701 from 1959. and SRPS EN 12831:2012 methodologies, using simplified and detailed calculation methods. External design temperatures are selected in accordance with standards: -18°C according to the DIN 4701 from 1959. and $-16,2^{\circ}\text{C}$ for Krusevac, according to the SRPS EN 12831:2012. Based on heat losses calculation, the radiators are installed, for different heating regimes: 90/70, 80/60 and 60/45 $^{\circ}\text{C}$. The techno-economic analysis is done as well, in order to compare radiator surface areas and prices of required heating bodies.

Key words: heat losses, calculation methodology; DIN 4701 from 1959.;
SRPS EN 12831:2012; techno-economic analysis

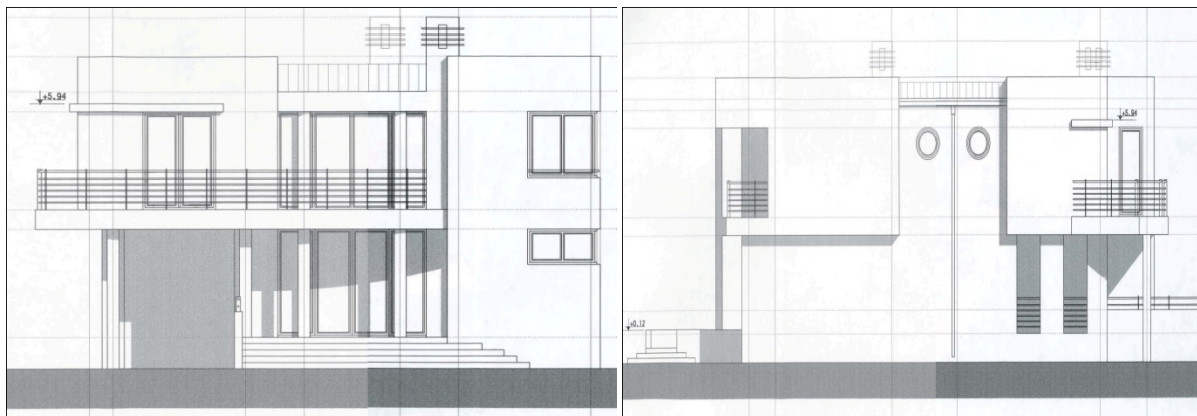
I. Uvod

Nakon usaglašavanja sa evropskim standardima i objavljivanja novog, trenutno važećeg standarda, SRPS EN 12831:2012, 25.07.2012., javila se potreba definisanja razlika u metodologiji proračuna do sada korišćenog standarda za proračun gubitaka toplote u zgradama DIN 4701 iz 1959. godine. Uočene su značajne razlike u rezultatima (i do 25%) koje dalje utiču na dimenzionisanje grejnih tela i izbor izvora toplote, odnosno na samu cenu instalacije i potrošnju goriva.

Do sada su objavljena neka razmatranja razlika u metodologijama proračuna, H.Markert i L.A. Baumgarten [1-2], uglavnom na nemačkom govornom području, u kojima je, takodje, pokazano da su ukupni gubici toplote prema EN 12831 veći u odnosu na gubitke prema DIN 4701.

II. Geometrija zgrade

Za potrebe proračuna, razmatrana je porodična kuća u Kruševcu, ukupne grejane površine 358,13 m². Zgrada (Slika 1.) je pravougaonog oblika, orijentisana dužom osom u pravcu sever-jug. Sastoji se od podruma, prizemlja i sprata. Podrum je negrejan, sa garažom, kotlarnicom i ostavama, dok su prizemlje i sprat grejani, stambeni deo zgrade. Fasadni zidovi su sendvič konstrukcije od homogenih građevinskih materijala: opearskog giter bloka d=19 cm ili armiranog betona d=20 cm, termoizolacije od mineralne vune debljine d=12 cm i opeke sa veštačkim kamenom kao finalnim slojem. Stolarija je PVC, petokomorna, sa dvostrukim, niskoemisionim staklom.



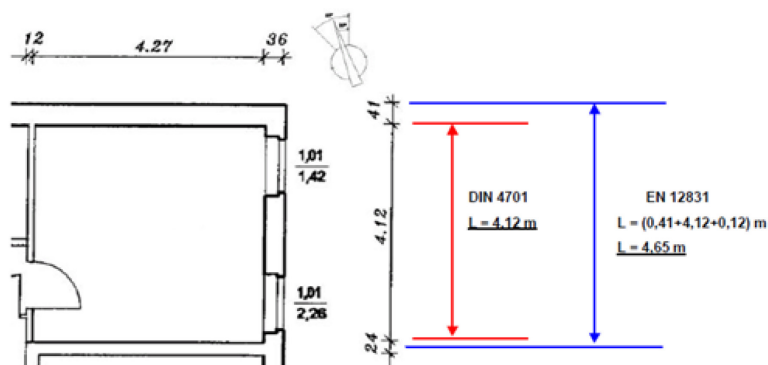
Slika 1. Izgled južne (levo) i zapadne fasade (desno)

III. Metodologija proračuna i rezultati

U radu je poređena metodologija proračuna gubitaka toplote prema DIN 4701 iz 1959. god. i SRPS EN 12831:2012, na primeru porodične kuće u Kruševcu. Za proračun gubitaka toplote prema SRPS EN 12831:2012 korišćen je pojednostavljen metod proračuna, odnosno linijski transmisioni gubici toplote su uzeti u obzir pojednostavljeno, preko korekcionog faktora koji je propisan standardom.

Osnovne razlike u metodologiji proračuna prema pomenutim standardima se ogledaju u sledećem:

1. SRPS EN 12831:2012 propisuje korišćenje spoljašnjih horizontalnih dimenzija, dok DIN 4701 uzima unutrašnje mere; vertikalne dimenzije se uzimaju kao rastojanje od poda do poda, isto kao i kod DIN 4701. Razlike u dimenzijama za proračun su prikazane na slici 2.



Slika 2. Poređenje dimenzija za proračun gubitaka toplote prema DIN 4701 i SRPS EN 12831:2012 [3]

2. Metodologijom proračuna prema SRPS EN 12831:2012 nije uzeta u obzir orijentacija posmatrane površine.

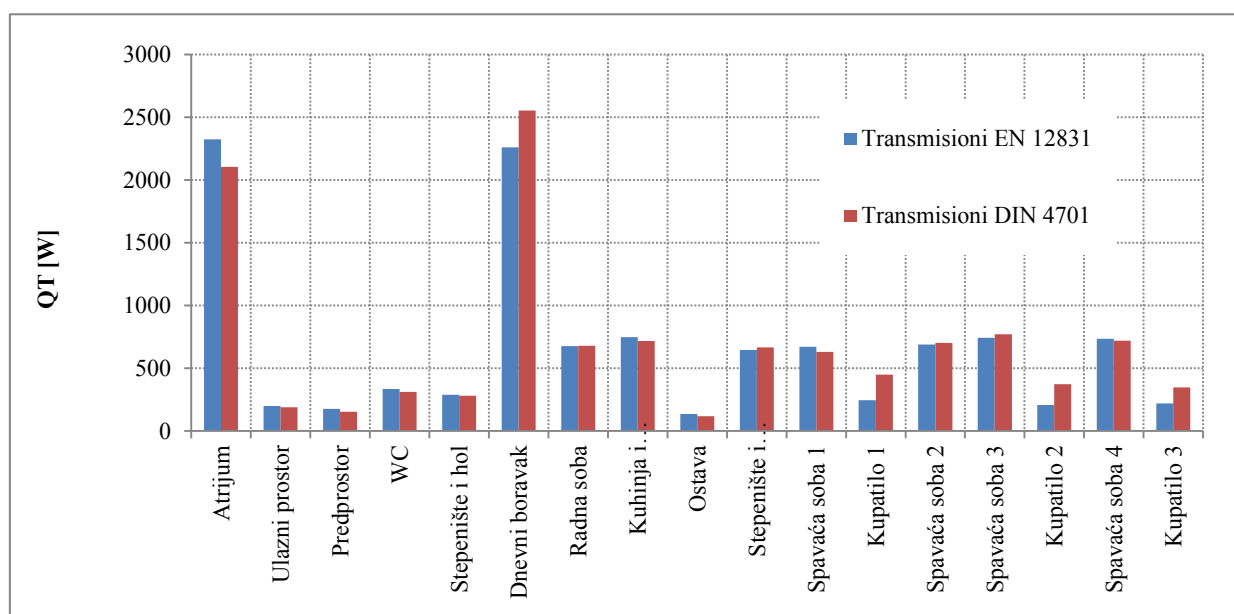
3. Nema paušalnih dodataka: na stranu sveta, dodatka na visinu i dodatka na prekid u zagrevanju, ali u ukupnoj sumi gubitaka toplote postoji član koji se odnosi na prekid u grejanju, tj. grejni kapacitet. Računa se na osnovu površine poda i faktora uzgrevanja zavisi od tipa zgrade, konstrukcije zgrade,

vremena uzgrevanja i pretpostavljenog sniženja unutrašnje temperature tokom prekida. Pravilan odabir ovog faktora u velikoj meri utiče na ukupne gubitke toplote, zbog toga treba voditi računa o tipu zgrade i izolovanosti termičkog omotača. Ako je u pitanju porodična kuća, pretpostavljeno sniženje unutrašnje temperature treba da se kreće u granicama 2-3 K, a period uzgrevanja 1-2 h. Sniženje temperature vazduha u grejanom prostoru tokom prekida rada sistema za grejanje za samo 1 K je moguće samo za pasivne kuće. U drugom slučaju, za klasičan tip gradnje, za veliku masu zgrade, faktor uzgrevanja ima vrednosti od 11 do 22. U ovom radu je pravljeno poredjenje rezultata na osnovu vrednosti 11 i 16.

4. SRPS EN 12831:2012 propisuje, u okviru detaljnog proračuna, poseban deo proračuna uticaja toplotnih mostova na spojevima različitih konstrukcija, od različitih materijala. Standard obuhvata savremene materijale, koji se sada koriste i koji značajno utiču na pojavu toplotnih mostova.

Ako se posmatraju transmisioni gubici toplote, razlike u rezultatima dobijene poredjenjem standarda su veoma male, odnosno za ovaj primer porodične kuće, ukupni transmisioni gubici prema DIN 4701 su viši za oko 4%, pri čemu su na transmisioni gubitak svake prostorije dodati paušalni dodaci, prema DIN 4701. Uticaj paušalnog dodatka na prekid u zagrevanju, prema DIN 4701 na ukupne transmisionne gubitke iznosi 7-30% u zavisnosti od dužine prekida i Krišerove vrednosti. Uporedni prikaz transmisionih gubitaka za ovaj slučaj, za oba standarda, po prostorijama, prikazan je na slici 3.

U slučaju kada se posmatraju transmisioni gubici bez paušalnih dodataka, situacija je značajno drugačija. U tom slučaju su transmisioni gubici prema SRPS EN 12831:2012 viši za oko 13%.



Slika 3. Uporedni prikaz transmisionih gubitaka toplote po prostorijama [4]

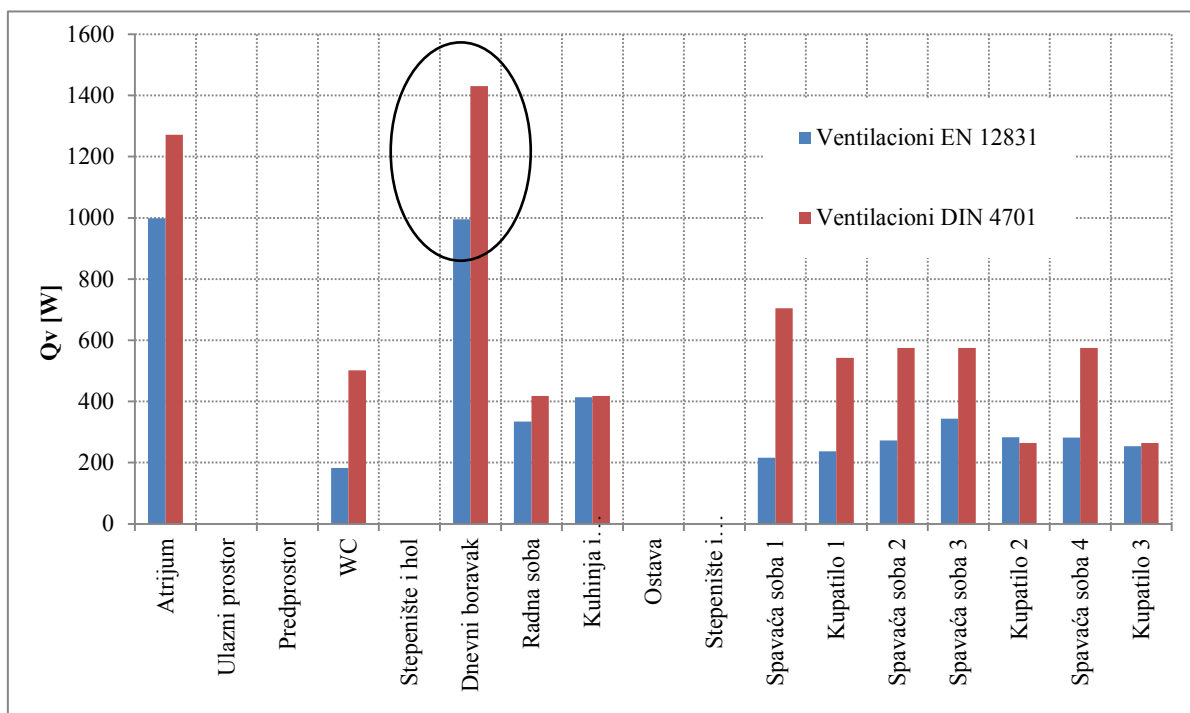
Znatno veće razlike u rezultatima se javljaju kod proračuna ventilacionih gubitaka toplote. Najveći raskorak se javlja upravo u samoj metodologiji proračuna, koja prema SRPS EN 12831:2012 ne uzima u obzir veličinu spoljašnjih otvora (prozora i vrata), ne uzima u obzir propustljivost procepa, kao što je slučaj kod DIN 4701, ne uzima u obzir dužinu fuga, već se celokupan proračun svodi na usvajanje preporučene vrednosti broja izmene vazduha na čas u zavisnosti od namene prostorije. Zbog svega pomenutog, proračuni pokazuju da su ventilacioni gubici prema DIN 4701 u ovom slučaju viši za 36%. Na slici 4 su prikazani uporedni rezultati proračuna ventilacionih gubitaka toplote, po prostorijama.

Ako se kao karakteristična prostorija za ovo razmatranje usvoji dnevni boravak (slika 4), sa stolarijom površine oko 34 m², čije karakteristike značajno utiču na proračun ventilacionih gubitaka prema DIN 4701, dok se prema SRPS EN 12831:2012 uopšte ne uzimaju u obzir, vidi se da su ventilacioni gubici za oko 30% veći prema DIN 4701. U praksi je poznato, nakon više merenja na različitim objektima, D. Šumarac, M. Đurović-Petrović, S. Čorić [5], da vrednosti broja izmena vazduha na čas, za naše uslove i najčešće primenjivanu stolariju, imaju znatno veće vrednosti.

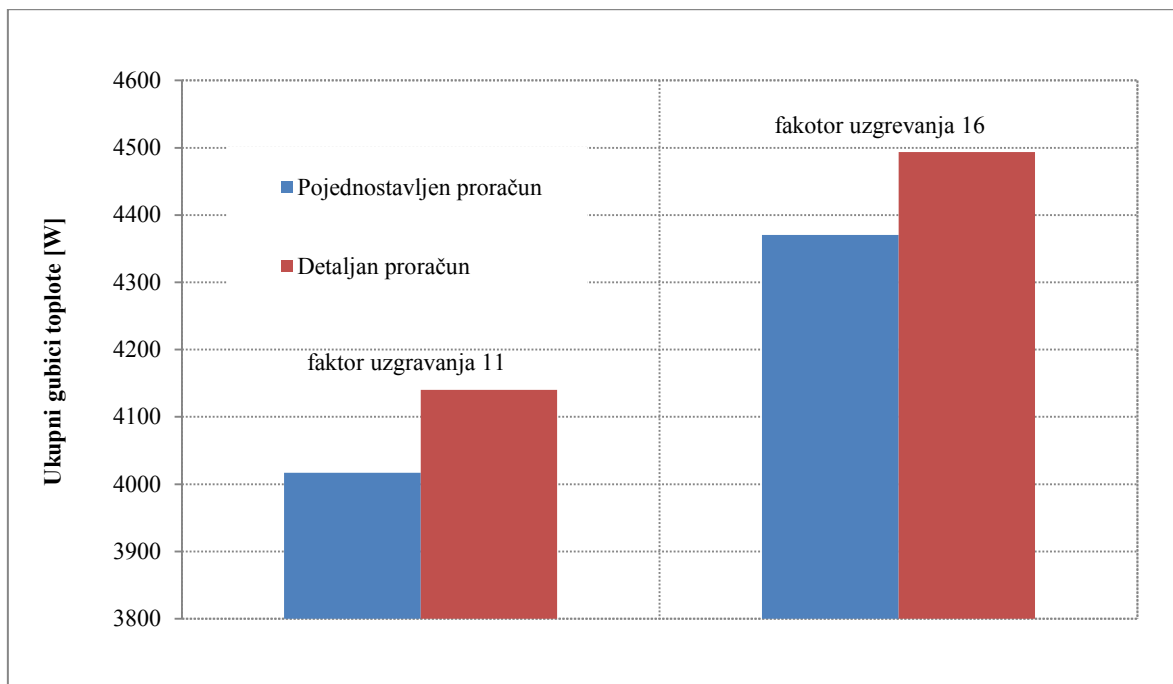
Za karakterističnu prostoriju, dnevni boravak, poređeni su, takodje i rezultati gubitaka toplote dobijeni detaljnim i pojednostavljenim metodom proračuna koji propisuje SRPS EN 12831. Za ovaj slučaj variran je i faktor uzgrevanja. Poredjenje rezultata je prikazano na slici 5.

Detaljnim proračunom su obuhvaćeni linijski toplotni mostovi na spojevima konstrukcija i pokazano je da su ukupni gubici u tom slučaju veći za oko 8% u odnosu na pojednostavljeni proračun (Slika 5).

Ako se posmatraju transmisioni gubici, bez paušalnih dodataka i ventilacioni gubici u zbiru, prema DIN 4701, uporedo sa transmisionim i ventilacionim gubicima prema SRPS EN 12831:2012, ova suma će biti za oko 8% viša u odnosu na sumu sa paušalnim dodacima.



Slika 4. Uporedni rezultati proračuna ventilacionih gubitaka toplote, po prostorijama [4]

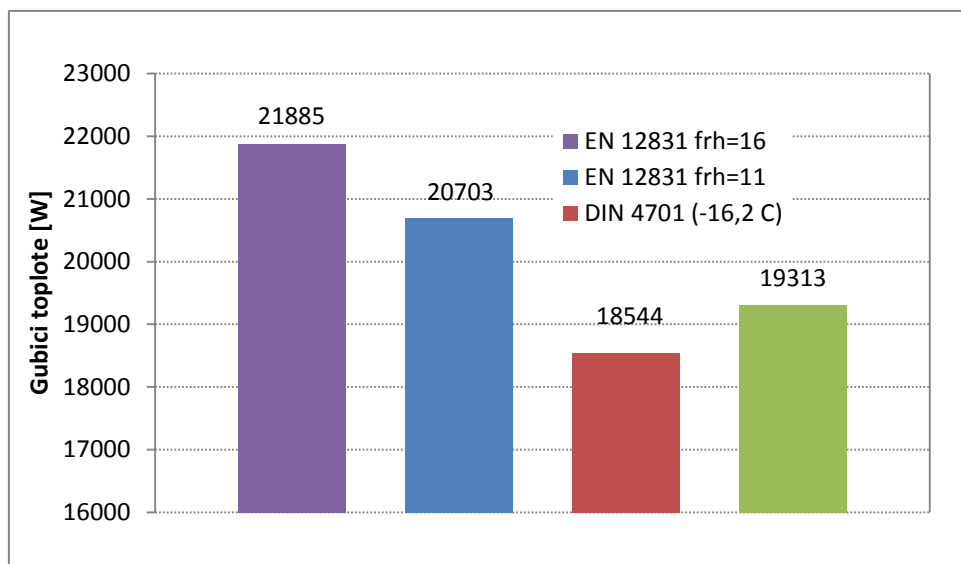


Slika 5. Uporedni gubici toplote za dnevni boravak dobijeni detaljnim i pojednostavljenim metodom

Kada se na ventilacione i transmisione gubitke doda potreban grejni kapacitet, prema SRPS EN 12831:2012, dobijaju se ukupni projektni gubici toplote zgrade. Uticaj faktora uzgrevanja za određivanje grejnog kapaciteta na ukupne gubitke iznosi 22%, za faktor uzgrevanja 11, odnosno 26%, za faktor uzgrevanja 16.

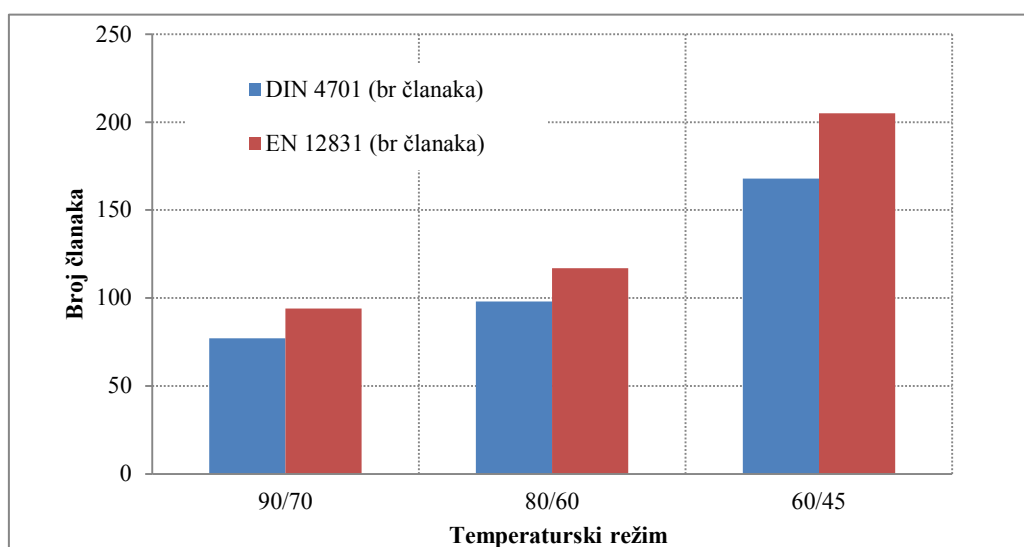
Ukupni gubici toplote za slučaj kada je faktor uzgrevanja 11, su veći za oko 7%, odnosno, kada je faktor uzgrevanja 16, za oko 12% prema SRPS EN 12831:2012, u odnosu na DIN 4701 (slika 6). Važno je naglasiti da upravo od grejnog kapaciteta, odnosno pravilnog odabira faktora uzgrevanja, veoma zavise ukupni gubici toplote i ovde se mogu javiti najveća razilaženja rezultata dobijenih prema DIN 4701 i SRPS 12831:2012.

Takodje, izbor spoljne projektne temperature utiče na ukupne gubitke toplote. Prethodna razmatranja su se odnosila na spoljne projektne temperature $-16,2^{\circ}\text{C}$ prema SRPS EN 12831:2012 i -18°C za proračun gubitaka toplote prema DIN 4701, kao što je propisano standardima SRPS EN 12831:2012, odnosno SRPS U.J5.600. U slučaju da se metodologija proračuna poredi za istu spoljnu projektnu temperaturu $-16,2^{\circ}\text{C}$, ukupni gubici toplote prema DIN 4701 će biti oko 4% niži u odnosu na gubitke pri spoljnoj projektnoj temperaturi od -18°C . U tom slučaju, poredeći gubitke toplote po DIN 4701 na $-16,2^{\circ}\text{C}$ i SRPS EN 12831:2012 na $-16,2^{\circ}\text{C}$, ova razlika gubitaka će se povećati u odnosu na slučaj kada je spoljna projektne temperature bila -18°C , tako da će sada gubici biti i do 16% veći po SRPS EN 12831:2012, u odnosu na DIN 4701 (slika 6). U zavisnosti od tipa zgrade, njene razudjenosti i karakteristika, ova razlika se kreće i do 25%.



Slika 6. Zavisnost gubitaka toplote od usvojene spoljne projektne temperature i faktora uzgrevanja

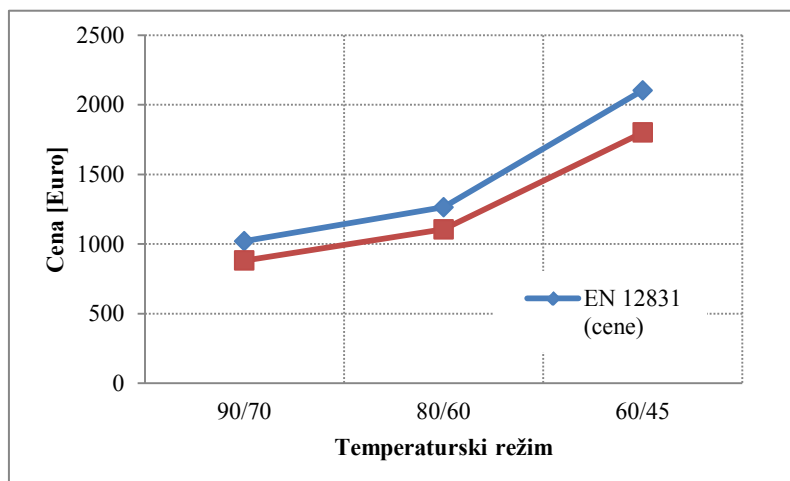
U radu je razmatran i broj potrebnih članaka grejnih tela, odnosno cena grejnih tela u funkciji od temperaturskog režima i gubitaka toplote. Poredjenje je vršeno prema instalisanim grejnim telima u porodičnoj kući, u zavisnosti od gubitaka toplote izračunatih metodologijom SRPS EN 12831:2012 i DIN 4701. Instalಿಸana su grejna tela proizvođača Global, modeli VOX 600 i VOX 800, dok su u kupatilima instalಿಸani sušači peškira, proizvođača Eco-Therm. Na osnovu razlike gubitaka toplote, uzrokovane primenom različitih metodologija proračuna, dobijeno je da će prema SRPS 12831:2012 u proseku biti potrebno oko 22% više članaka nego prema DIN 4701 (slika 7). Zbog toga će i instalಿಸana grejna tela na osnovu SRPS 12831:2012 biti skuplja i do 15%.



Slika 7. Zavisnost potrebnog broja članaka od izbora temperaturskog režima [4]

Ako se posmatra uticaj izbora temperaturskog režima na cenu instalಿಸanih grejnih tela, razlika u ceni je još izraženija. Naime, ako se temperaturski režim $90/70^{\circ}\text{C}$ usvoji za referentni, cena instalಿಸanih grejnih tela poskupljuje oko 20% za režim $80/60^{\circ}\text{C}$, odnosno i do 52% za $60/45^{\circ}\text{C}$ (slika 8). Ovo razmatranje je važno sa

aspekta rekonstrukcije postojećih sistema centralnog grejanja i analize mogućeg prelaska na niskotemperaturske režime.



Slika 8. Uticaj izbora temperaturskog režima grejanja na cenu grejnih tela [4]

Treba naglasiti da izbor niskotemperaturskog režima omogućava izbor nekog obnovljivog izvora energije, odnosno da investicioni troškovi u ovom slučaju jesu znatno veći, ali da se na ovaj način mogu ostvariti značajne uštede u eksploatacionim troškovima, uz prihvatljiv period povraćaja investicije.

IV. Zaključak

Poredjenjem metodologija proračuna gubitaka toplote prema standardima DIN 4701 iz 1959. i SRPS EN 12831, došlo se do zaključka da su ukupni gubici veći za oko 12% ako je korišćen standard SRPS EN 12831. Transmisioni gubici su oko 13% manji prema SRPSu, ako se poredi sa transmisionim gubicima prema DIN 4701 bez paušalnih dodataka, u suprotnom su približno isti, odnosno po DINu su veći nekih 4%. Značajne razlike se javljaju u proračunu ventilacionih gubitaka, s obzirom na potpuno različitu metodologiju proračuna. Proračuni pokazuju da su ventilacioni gubici prema DIN 4701 u ovom slučaju viši za nekih 36%.

Važno je naglasiti da upravo od grejnog kapaciteta, odnosno pravilnog odabira faktora uzgrevanja, veoma zavise ukupni gubici toplote i ovde se mogu javiti najveća razilaženja rezultata dobijenih prema DIN 4701 i SRPS 12831:2012, pored ventilacionih gubitaka. Uticaj grejnog kapaciteta na ukupne gubitke iznosi nekih 22%, za faktor uzgrevanja 11, odnosno nekih 26%, za faktor uzgrevanja 16.

U radu je razmatran i broj potebnih članaka grejnih tela, odnosno cena grejnih tela u funkciji od temperaturskog režima i gubitaka toplote. Na osnovu razlike gubitaka toplote, uzrokovane primenom različitih metodologija proračuna, dobijeno je da će prema SRPS 12831:2012 u proseku biti potrebno oko 22% više članaka nego prema DIN 4701. Zbog toga će i instalisana grejna tela na osnovu SRPS 12831:2012 biti skuplja i do 15%. Izbor temperaturskog režima takodje utiče na cenu investicije, odnosno cena instalisanih grejnih tela poskupljuje oko 20% za režim 80/60°C, odnosno i do 52% za 60/45°C u poredjenju sa temperaturskim režimom 90/70°C. Međutim, važno je istaći i to da povećanje cene grejnih tela u ukupnim investicionim troškovima sistema centralnog grejanja ne prelazi 15% [4].

Na osnovu dobijenih rezultata, jasno je da je izbor metodologije proračuna, odnosno standarda za proračun gubitaka toplote direktno utiče na potrebnu instalisanu snagu grejnih tela i do 22%, odnosno kapacitet i vrstu izvora toplote, a samim tim i na potrošnju goriva i emisiju štetnih gasova.

V. Zahvalnost

Ovaj rad je urađen kao deo istraživanja u okviru projekta TR33047 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (2011-2014).

VI. Literatura

- [1] **Markert, H.**, Der Vergleich: DIN EN 12831 mit DIN 4701 Vergleichsberechnungen und Differenzen zur Heizlastberechnung, *IKZ-HAUSTECHNIK*, 2005, 08/2005, str. 52.
- [2] **Baumgarten, A. L.**, *Vergleichen der Heizlast für Lüftung nach DIN 4701 und DIN EN 12831*, Diplomarbeit, Fachhochschule Köln, Institut für Technische Gebäudeausrüstung, Köln, Deutschland, 2003.
- [3] <http://www.solar-computer.de/>

- [4] **Milijašević, Č. Miloš.**, *Analiza mera unapredjenja energetske efikasnosti porodične kuće u Kruševcu*, Master rad, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Srbija, 2014.
- [5] **Šumarac, D., Đurović-Petrović, M., Ćorić, S.**, zbornik rezimea 12. *Simpozijum termičara Srbije i Crne gore*, Društvo termičara Srbije, Sokobanja, Srbija, oktobar 22-25, 2013.
- [6] *******, *Sistemi grejanja u zgradama – Metoda proračuna projektnog toplotnog opterećenja*, SRPS EN 12831:2012, Institut za standardizaciju Srbije, 2012.
- [7] *******, *Pravila proračuna toplote potrebne za grejanje zgrada, Prevod DIN 4701 sa komentarima*, SMEITS, Beograd, 1985.
- [8] **Todorović, B.**, *Projektovanje postrojenja za centralno grejanje*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, 2009.
- [9] **Labudović, B.**, *Priručnik za grijanje*, Energetika marketing d.o.o, Zagreb, Hrvatska, 2005.