



# METODE UNAPREĐENJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADARSTVU

## THE METHODS OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN THE BUILDING SECTOR

Nikola Minić<sup>1</sup>, Višnja Vušković Minić<sup>2</sup>, Miroslav Knežević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet Singidunum, Danijelova 32, Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kneza Višeslava 1, Beograd, Srbija

### Apstrakt:

Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> danas predstavlja imperativ u svim sferama privrede, a najviše u sektoru zgradarstva, koji je najveći potrošač. Energetska efikasnost u izgradnji novih zgrada je postala glavni cilj ka smanjenju upotrebe energije na nivou države. Efikasna i racionalna implementacija strategija i politika smanjenja emisije CO<sub>2</sub> u zgradarstvu zahteva primenu modernih tehnologija i tehnika u gradnji koje imaju mogućnost da smanje potrošnju i gubitke energije, kako kod omotača zgrada (prozori, zidovi i dr.) tako i kod tehnologija grejanja i hlađenja. U ovom radu dat je pregled aktivnosti koje se mogu preduzeti u cilju povećanja energetske efikasnosti zgrada, kao i nove preporučene tehnologije za grejanje i hlađenje.

### Ključne reči:

solarna tehnologija, grejanje prostorija i vode, hlađenje prostorija i vode, izolacija, omotač zgrade.

### Abstract:

The reduction of CO<sub>2</sub> emissions has become an imperative in all spheres of economy, primarily in the building sector, as its largest consumer. Energy efficiency in new buildings has become the major goal towards the reduced energy consumption at the state level. Efficient and rational implementation of the strategy and policy of reducing CO<sub>2</sub> emissions in building sector requires the use of modern technologies and techniques in construction, which have the potential to reduce energy consumption and energy losses, both in the building envelope (windows, walls, etc.), as well as in heating and cooling technology. This paper gives an overview of the activities that can be undertaken in order to increase the energy efficiency of buildings, as well as the new preferred heating and cooling technologies.

### Key words:

solar technology, space and water heating, space and water cooling, insulation, building envelope.

## 1. UVOD

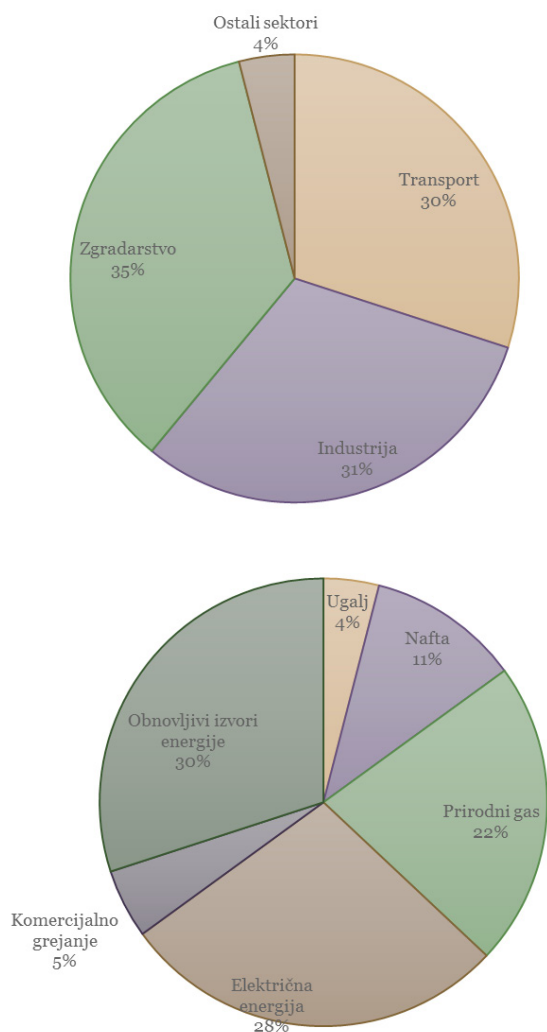
Zgradarstvo je privredni sektor koji troši najviše energije jer čini preko jedne trećine ukupne potrošnje na svetu i troši približno polovinu svetske proizvodnje električne energije (IEA (International Energy Agency), 2013; Lohani & Schmidt, 2010), pa ga stoga čini velikim izvorom emisije ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>). Stoga, u cilju smanjenja emisije CO<sub>2</sub> i ukupne potrošnje energije, energetske efikasne tehnologije će imati ključnu ulogu u energetskej revoluciji koja je potrebna da bi se to smanjenje desilo.

Zgradarstvo, koje uključuje i pod-sektore stanovanja i usluga, koristi širok spektar tehnologija, primenjenih u omotaču zgrade i izolaciji, sistemima grejanja i hlađenja, osvetljenju, kućnim aparatima i proizvodima široke potrošnje, kao i poslovnoj opremi. Dug životni vek zgrada i prateće opreme predstavlja i izazove i mogućnosti za ovaj sektor.

Neke od tehnologija koje su potrebne za transformaciju zgradarstva su već komercijalno dostupne i isplative, sa peri-

odom povraćaja novca manjim od pet godina. S druge strane, postoje i skuplje tehnologije kod kojih bi države morale da finansijski intervenišu da bi mogle da se plasiraju na tržište. Za razliku od tehnologija u transportnom i industrijskom sektoru, samo mali broj u zgradarstvu zahteva velike istraživačke i razvojne (R&D) prodore. Većina bi, ipak, mogla da iskoristi kombinaciju dodatnog R&D i ekonomije u cilju smanjenja troškova, povećanja performansi i poboljšanju pristupačnosti.

Ova transformacija zgradarstva će imati pozitivne uticaje i za druge sektore, naročito energetske sektor, s obzirom da se preko polovine električne energije koja se danas proizvodi troši u zgradama. Uštede električne energije u zgradama će imati dalekosežne koristi za elektroenergetski sektor jer će dovesti do smanjenja upotrebe električne energije, što će dalje rezultirati smanjenom distribucijom i proizvodnjom električne energije, čime će doći do potencijalno velikih ušteda u održavanju prenosne i proizvodne infrastrukture.



Ilustracija 1. Globalna upotreba energije po sektorima (gore) i izvori energije u zgradarstvu (dole) u 2010. godini

Izvor: IEA, 2013.

## 2. ENERGETSKA EFIKASNOST

Kombinacijom efikasnih metoda, kao što su šira upotreba toplotnih pumpi, solarne energije i kogeneracija sa toplotnim otpadima i obnovljivim izvorima energije može da smanji rast potražnje za električnom energijom za 2.000 TWh do 2050. godine (IEA (International Energy Agency), 2013), što je ekvivalentno polovini potrošnje električne energije u SAD ili kombinovanoj potrošnji Južne Amerike, Afrike i Srednjeg Istoka u 2010. godini. Finansijski gledano, ova ušteda iznosi između 150 i 170 milijardi USD u proizvodnji električne energije, na šta treba dodati i uštede u distribuciji i održavanju transmisiona mreže.

U periodu od 1971. do 2010. godine udeo zgradarstva u ukupnoj upotrebi električne energije je porastao sa 37% na oko 50% (IEA (International Energy Agency), 2013), što prikazuje značaj ovog sektora u daljim koracima ka dekarbonizaciji. Svakako najveći potrošač električne energije u sektoru zgradarstva je stambeni pod-sektor, koji učestvuje sa približno tri četvrtine potrošnje električne energije. Uz stambeni pod-sektor, treba dodati i pod-sektor usluga koji učestvuje sa 26% u ukupnoj potrošnji (IEA (International Energy Agency), 2013).

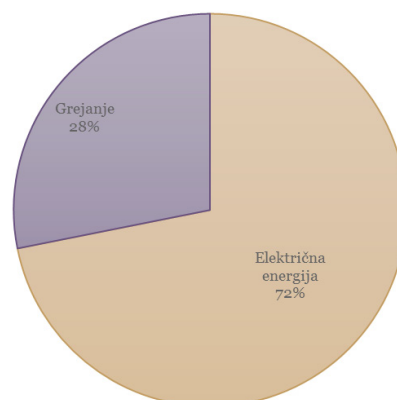
Dalja unapređenja energetske efikasnosti električne opreme neće uštedeti samo energiju u sektoru zgradarstva, već i smanjiti potrebnu energiju za proizvodnju električne energije. Kao

rezultat toga svaka uštedena jedinica električne energije će značiti veću uštedu potrošenih fosilnih goriva, jer u svetskoj proizvodnji električne energije fosilna goriva učestvuju sa 67% (IEA (International Energy Agency), 2013).

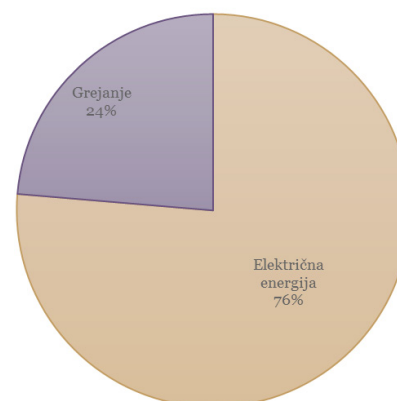
Kada govorimo o Srbiji, može se reći da spada u red zemalja sa izuzetno niskom energetsom efikasnošću. Razloge tome nalazimo u korišćenju zastarelih, energetski neefikasnih tehnologija u industriji, građevini i infrastrukturi, neadekvatnoj zakonskoj regulativi u ovoj oblasti, niskom životnom standardu i nedovoljno razvijenoj ekološkoj svesti stanovništva. Obim i struktura energetske rezervi i resursa Srbije su veoma nepovoljni. Rezerve kvalitetnih energenata, kao što su nafta i gas su simbolične i čine manje od 1% u ukupnim bilansnim rezervama Srbije, dok preostalih 99% energetske rezervi čine razne vrste niskokvalitetnog uglja, u kome dominira lignit sa procenjenim učešćem od oko 90% u ukupnim bilansnim rezervama (Mihić, Petrović, & Vučković, 2011).

Ukupna godišnja potrošnja finalne električne energije u Srbiji u 2013. godini iznosi oko 26,9 TWh (Republički zavod za statistiku, 2014). Oko 21,2 TWh otpada na zgradarstvo (78,9%), od čega 14,1 TWh na stambeni sektor (66,6% građevinskog sektora, odnosno 52,6% ukupne potrošnje). Ukupna potrošnja toplotne energije je 8,3 TWh, od čega 4,37 TWh otpada na stambeni sektor (52,65%). Na osnovu ovoga se vidi da je ukupna potrošnja energije u zgradarstvu u Srbiji 29,5 TWh (83,8% od ukupno potrošene energije).

Potrošnja energije u sektoru zgradarstva u Srbiji u 2013



Potrošnja energije u stambenom pod-sektoru u Srbiji u 2013



Ilustracija 2. Potrošnja energije u sektoru zgradarstva i stanovanja u Srbiji u 2013. godini

Izvor: Republički zavod za statistiku, 2014.



Po kriterijumima energetske efikasnosti, Srbija je među poslednjim zemljama u Evropi. Potrošnja toplotne energije u zgradama u Srbiji prosečno iznosi preko 200 kWh/m<sup>2</sup> (Mihić, Petrović, & Vučković, 2011). Primera radi, u Poljskoj, državi koja ima malo oštriju klimu od Srbije, specifična potrošnja energije iznosi 90-120 kWh/m<sup>2</sup>, dok u Švedskoj iznosi 60-120 kWh/m<sup>2</sup> (Mihić, Petrović, & Vučković, 2011). U prilog ovoj tezi idu i rezultati analize koeficijentata prolaza toplote<sup>1</sup> koji su obavljani 2007. godine, gde su Beograd i Novi Sad imali najveće rezultate, tj. imali su najveće toplotne gubitke u svakom od testiranih segmenata (Ilustracija 3).

### 3. OMOTAČ ZGRADE

Omotač zgrade predstavlja granicu između unutrašnjosti zgrade i spoljašnjeg sveta. Komponente omotača zgrade su spoljni zidovi, prozori, krovovi, plafoni, podovi i vrata, i predstavljaju važan faktor u utvrđivanju opterećenja grejanja i hlađenja. Energija koju troše komponente omotača zgrade je vrlo varijabilna, jer na nju utiču različiti faktori: tip zgrade, klima, principi izgradnje, geografska lokacija i starost objekta.

Svakako, važnost omotača zgrade ne bi smela da se potceni, jer globalno gledano grejanje i hlađenje prostorija troši od 30% pa do preko 50% ukupne potrošnje energije u zgradama, u zavisnosti od klimatskih uslova. U stambenom pod-sektoru ova potrošnja iznosi i preko 60% ukupne utrošene energije (IEA (International Energy Agency), 2013).

Da bi se smanjila upotreba energije za grejanje i hlađenje biće potrebno sledeće (IEA (International Energy Agency), 2013):

- ♦ Visok stepen izolacije u zidovima, krovovima i podovima sa ciljem smanjenja toplotnih gubitaka u hladnim klimatskim zonama;
- ♦ Prozori visokih performansi sa niskom termalnom popustljivošću i odgovarajućim koeficijentima dobitka solarne toplote (*solar heat gain coefficient* – SGHC) prema klimatskoj zoni;
- ♦ Visoko reflektivne površine u toplim klimatskim zonama, koje uključuju krovove i zidove u beloj i sličnim bojama;
- ♦ Pravilno zatvorene strukture kako bi se osigurala niska stopa infiltracije vazduha sa kontrolisanom ventilacijom za svež vazduh;
- ♦ Smanjenje toplotnih mostova (komponenti koje lako sprovode toplo/hladno), kao što su visoko termički provodni vezni i strukturni elementi;
- ♦ Pasivni solarni dizajn koji optimizira orijentaciju zgrade i postavljanje prozora i senčenje koje omogućava prirodnu ventilaciju.

Smanjenje potreba za grejanjem i hlađenjem zahteva integrisan pristup projektovanju zgrada. Kao što je poznato, sunčeva energija je besplatna, tako da povećanje koristi od nje u cilju smanjenja grejanja i osvetljenja treba da bude deo integrisanog projektovanja. Takođe, toplotna masa, izolacija, senčenje, reflektivne površine i prirodna ventilacija mogu da doprinesu smanjenju toplotnih dobitaka u letnjem periodu i time smanje potrebe za hlađenjem. Skore inovacije u pogledu novih dinamičkih prozora omogućiću i pasivno grejanje zimi i senčenje leti kada ta tehnologija bude dostupna široj javnosti i ekonomski opravdana.

1 Koeficijent prolaza toplote (*U* vrednost) je mera gubitka toplotne energije jednog elementa zgrade. Što je veća vrednost *U* to su termalne performanse omotača zgrade lošije. U vrednost se izražava u W/m<sup>2</sup>K.

Danas se u projektovanju zgrada sve više koriste tzv. pametni materijali, s obzirom da su ekonomski opravdani i imaju kraći period otplate (Minić & Vušković Minić, 2013). Pametni materijali se razlikuju od standardnih arhitektonskih materijala, i podeljeni su, na osnovu svog ponašanja, u dve grupe (Vavan Vučeljić, 2009):

1. **grupa** – materijali koji mogu da menjaju jednu ili više svojih osobina (magnetne, hemijske, električne, mehaničke ili toplotne) kao neposredan odgovor na novonastale promene u okruženju;
2. **grupa** – materijali koji imaju sposobnost da transformišu energiju iz jednog oblika u drugi, dok sam materijal ne trpi promene.

Pametni materijali se koriste kod (Vavan Vučeljić, 2009):

- ♦ fasadnih sistema (pametni prozori) kako bi se postigla kontrola sunčevog zračenja i provođenja toplote kroz omotač objekta;
- ♦ sistema osvetljenja (na osnovu optičkih vlakana ili svetlećih dioda) za optimizaciju osvetljenja;
- ♦ energetskih sistema (fotonaponski, mikro i mezo energetski sistemi) za prenos energije, kontrolu unutrašnjeg grejanja i optimizaciju HVAC<sup>2</sup> sistema.

Pametni materijali su materijali i strukture koji opažaju događaje i promene u okruženju, obrađuju primljene informacije, a potom u skladu sa njima deluju na okolinu (Addington & Schodek, 2005, str. 9). Drugačije rečeno, pametni materijali osećaju promene iz neposrednog okruženja i na njih reaguju na koristan, pouzdan, reproduktivan i reverzibilan način (Cooper, 2013). Krajnji cilj primene ovih materijala u arhitekturi je da se obezbedi zdrava životna sredina čiji se kvalitet ogleda u smanjenju čovekovog uticaja na okolinu.

#### Prozori

Najkraći način da se poveća energetska efikasnost nekog objekta je da se zamene prozori sa lošim performansama. U situacijama kada nije moguća zamena prozora (npr. kada govorimo o starim, zaštićenim zgradama) se pribegava unapređenju postojećeg sistema prozora. U tim situacijama se stavljaju materijali za senčenje (kao što su roletne, tende, solarne nijanse i slično), ili se na prozore ugrađuju fotonaponski filmovi, koji ne smanjuju ulazak sunčeve energije u objekat već je pretvaraju u električnu energiju, tako da imaju dvostruku ulogu u omotaču zgrade.

Postoji više vrsta prozorskih stakala, od kojih treba izdvojiti termoreflektujuća stakla (koja uz pomoć odgovarajućih prevlaka selektivno propuštaju ili reflektuju sunčevo zračenje), niskoemisiona stakla (u međuprostor između slojeva stakla se smešta plemeniti gas argon), pametni prozori, kao i stakla nove generacije kao što su fotohromatska, termohromatska i elektro-hromatska stakla<sup>3</sup> (Vavan Vučeljić, 2009).

Takođe, postoje i tzv. pametni prozori, koji se ugrađuju u omotač radi postizanja jedne ili više funkcija kao što su (Minić & Vušković Minić, 2013): kontrola optičkog prenosa, kontrola toplotnog prenosa, kontrola toplotne apsorpcije i kontrola pogleda. Na taj način pametni prozori zavisno od potreba korisnika i klimatskih uslova omogućavaju kontrolisan protok svetlosti i toplote u i iz objekta, čime se postiže energetska upravljanje

- 2 HVAC – heating, ventilation, and air conditioning (grejanje, ventilacija i klimatizacija).
- 3 Fotohromatska stakla potamne kada se izlože sunčevoj svetlosti, termohromatska postaju poluprovodna na određenoj povišenoj temperaturi, a elektro-hromatska stakla potamne kada se stave pod niski električni napon (5V) i vrata se u prozirno stanje, kada se napon isključi.



kroz omotač objekta. Prozori se aktiviraju pod uticajem stimulansa iz okruženja, trenutnih vremenskih prilika, ili programiranjem od strane korisnika. Kod kontrole optičkog prenosa dolazi do promene optičke gustine stakla tj. transparentnosti kako bi se smanjio direktan ulaz sunčevog zračenja i efekat bljeska čime se upravlja dolaznim sunčevim zračenjem. Kod kontrole toplotnog prenosa prozornost stakla se menja zavisno od upadnih infracrvenih sunčevih zraka. Na taj način prenos toplote zračenjem može biti minimiziran leti a maksimiziran zimi. Kontrolom toplotne apsorpcije se postiže dvosmerni toplotni tok kada je unutrašnja temperatura viša od spoljne, jer energija zračenja ulazi unutra dok toplotna energija izlazi napolje. Kako bi se postigla kontrola pogleda kroz staklo koriste se materijali koji menjajući svoj spekularitet prelaze iz transparentne faze, kada dozvoljavaju svetlosnim zracima da prolaze, u poluprovodnu fazu kada ograničavaju pogled prolaznika.

### Izolacija (zidovi, krovovi, temelji i podovi)

Zidovi, krovovi, temelji i podovi predstavljaju najveće eksterne površine na svim zgradama i mesta gde dolazi do najvećih energetske gubitaka. Adekvatna izolacija smanjuje toplotne gubitke u zimskom periodu, zadržava preteranu toplotu u letnjem periodu i omogućava da se održi udobno unutrašnje okruženje.

Na optimalnu izolaciju najviše utiču klima, cena energije, tipovi i efikasnost toplotnih sistema i troškovi montaže. Analize ovih faktora se često obavljaju na lokalnom ili nacionalnom nivou sa ciljem da se uspostave preporučeni ili potrebni nivoi izolacije prema aktuelnim politikama i zakonima o izgradnji. Tokom 2007. godine je obavljena studija na evropskom nivou, a Ilustracija 3 prikazuje izračunate U vrednosti u Beogradu, Novom Sadu i odabranim gradovima koji imaju slične klimatske karakteristike (ECOFYS, 2007).

Iako novi pristupi projektovanju zidova postaju sve popularniji, nažalost imaju mali udeo u gradnji novih. Pri projektovanju zidova najčešće se koristi tehnika sendvič zidova, gde se prva metoda se sastoji od poliuretanske ili polistirenske izolacione pene koja se postavlja između dve strukturne obloge. Ovi paneli se proizvode u fabrici, dovoze se na gradilište i montiraju na licu mesta. Drugu metodu čine betonski zidovi izliveni na licu mesta

pozicionirani između dva sloja izolacije, najčešće polistirenske. Ova metoda ima odlične performanse i mogućnost dodavanja različitih slojeva izolacije u cilju postizanja optimuma na datoj lokaciji, ali se za razliku od prve metode, koja se može koristiti pri rekonstrukciji ili nadgradnji objekta, druga koristi pretežno kod novoizgrađenih objekata.

Krovni materijali i dizajn hladnih krovova mogu doprineti poboljšanju energetske efikasnosti. Podna obloga od glinenih ili betonskih ploča se često primenjuje jer ima dve prednosti: obezbeđuje termalnu masu koja ublažava solarnu energiju i obično se postavlja na kontra letvama čime se postiže vertikalna ventilacija ispod ploče. Termalna masa, zajedno sa vertikalnom ventilacijom, redukuje toplotne dobitke. Sa zalaskom sunca preostala akumulirana energija se vraća u životnu sredinu. Pored navedenog, neglazirane ploče imaju prirodno visoku solarnu refleksiju (oko 0,40) i one zadržavaju vlagu, koja dodatno doprinosi hlađenju objekta.

Prilikom izolacije temelja i podova mora se voditi računa da se postigne odgovarajuće zaptivanje u cilju sprečavanja kontakta zagrejanog vazduha sa hladnim betonom sto dovodi do pojave kondenzacije i vlage unutar konstrukcije objekta. Na taj način dolazi do oštećenja konstrukcije i stvaranja nezdravih uslova za boravak u takvim objektima. Iz navedenih razloga velika pažnja se poklanja pravilnom rešavanju konstruktivnih detalja na svim spojevima usled projektovanja i rekonstrukcije objekata. Uglavnom, problemi sa adekvatnim izolovanjem i projektovanjem temelja i podova se javljaju kod rekonstrukcije objekata dok se u novogradnji koriste slične metode kao za izolaciju zidova.

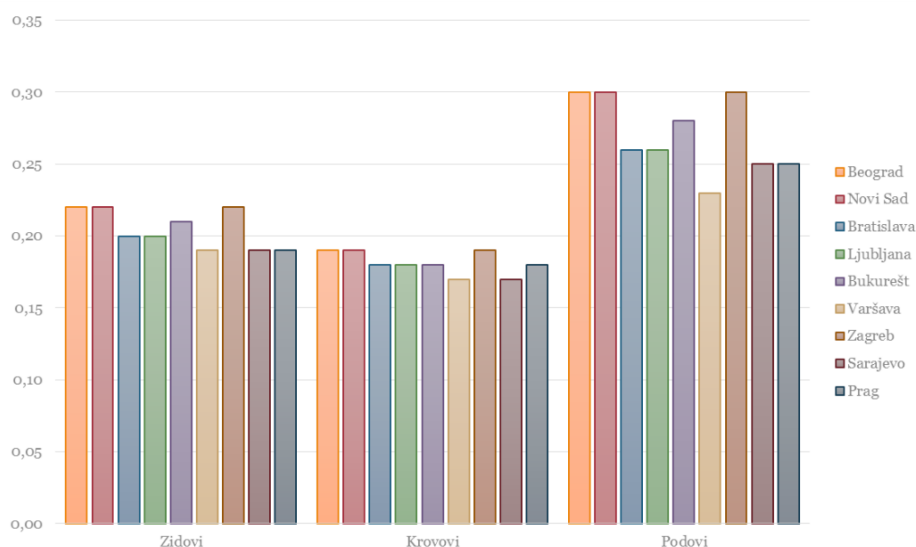
## 4. TEHNOLOGIJE GREJANJA I HLAĐENJA

Grejanje i hlađenje prostorija i grejanje vode čine skoro 55% upotrebe energije u zgradarstvu i predstavljaju glavnu šansu za smanjenje potrošnje energije (IEA (International Energy Agency), 2013). Sistemski pristup, koji pored grejanja i hlađenja uključuje i poboljšanje performansi omotača zgrada, je značajan za postizanje visoke energetske efikasnosti i smanjenja proizvodnje CO<sub>2</sub> nastalog grejanjem i hlađenjem objekata.

### Grejanje prostorija

Konvencionalni grejni sistemi kao što su parni kotlovi, peći na biomasu i slično, često se koriste u zgradarstvu za potrebe grejanja vode i prostora, bilo za jedno od ta dva ili za kombinovano grejanje. Značajna unapređenja na polju energetske efikasnosti u sferi grejanja se mogu postići primenom efikasnih konvencionalnih tehnologija, kao što su različiti sistemi toplotnih pumpi koji su već tržišno dostupni. Ipak, za veću energetske efikasnosti potrebno je primeniti visoko efikasne tehnologije, kao što su napredne toplotne pumpe i solarne termalne tehnologije.

Tradicionalni parni kotlovi i peći u 80% slučajeva imaju nisku do srednju efikasnost. Pored ograničenja u pogledu njihovog tehnološkog dizajna, utrošak energije značajno povećavaju i gubici prilikom distribucije



Ilustracija 3. Izračunate U vrednosti u Beogradu, Novom Sadu i odabranim gradovima sa sličnim klimatskim karakteristikama

Izvor: ECOFYS, 2007.



toplotne energije, naročito u velikim i visokim objektima, kao i visoke temperature sagorevanja.

Procenjeno je da je u 2005. godini 59% domaćinstava u Evropskoj uniji za potrebe grejanja koristilo parne kotlove na prirodni gas, a 20% na ulje (Kemna, i drugi, 2007). U periodu od 2007. do 2011. godine parni kotlovi su i dalje imali najveći tržišni udeo u prodaji u Evropi. Skoro 72% energije potrošene za grejanje prostora u SAD i Evropi je od fosilnih goriva. Najveći korisnici su sistemi na gas, koji učestvuju sa skoro 50% potrošene energije, iako je poslednjih godina primetan pad prodaje.

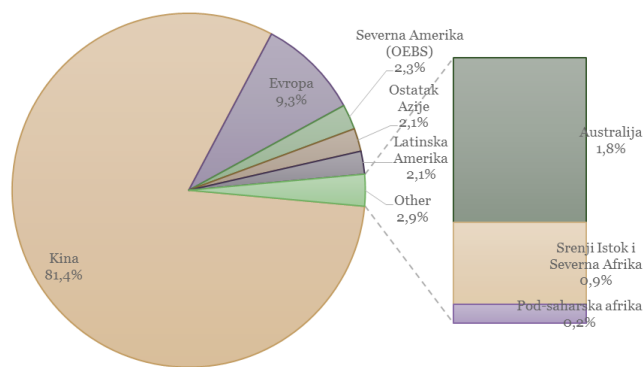
Oko 30% globalnog grejanja prostorija i vode, se postiže upotrebom biomase, tj. ako pojedinačno gledamo, 25% energije koja se troši na grejanje prostorija i 55% energije koja se koristi za grejanje vode proizvodi se sagorevanjem biomase. U državama OEBS-a, upotreba biomase je u rasponu od 5% do 35% u severnim klimatskim pojasevima, dok je sveukupan prosek 10% (IEA (International Energy Agency), 2013).

Oko 15% grejanja prostorija i vode je putem električne energije. Električna energija je visoko efikasni sistem za grejanje, jer se gotovo sva utrošena energija konvertuje u toplotu. Postoji više oblika električnih grejnih tela, ali su najčešće električne peći, podni i zidni grejači.

Toplotne pumpe su svestrana tehnologija koja može da se koristi za grejanje i hlađenje prostorija i grejanje vode, sa mogućnošću sve tri u istoj jedinici. Oko 8% energije za grejanje i hlađenje je u 2012. godini otpalo na toplotne pumpe, a oko tri četvrtine je korišćeno za hlađenje (IEA (International Energy Agency), 2013). Najviše toplotnih pumpi ima u Aziji, gde se pretpostavlja da ima preko 400 miliona instaliranih uređaja (IEA (International Energy Agency), 2011). Iako je njihov tržišni udeo manje od 1%, sve češće se koriste za grejanje ili kombinovano grejanje i hlađenje.

## Hlađenje prostorija

Između 2000. i 2010. godine upotreba energije za potrebe hlađenja prostorija je porasla za 60% i čini 4% ukupne potrošnje energije u svetu (IEA (International Energy Agency), 2013). Upotreba energije za hlađenje zavisi od klimatskih uslova, tako da u zemljama sa toplom klimom preko 10% energije odlazi na hlađenje, a u zemljama koje su u hladnijim klimatskim pojasevima i manje od 3%.



Ilustracija 4. Svetska prodaja solarnih termalnih kolektora u 2010. godini (Weiss & Mauthner, 2012).

Tehnologije za hlađenje prostorija, kao što su klima uređaji i čileri, su standardizovani proizvodi u stambenom i uslužnom pod-sektoru. Najveća prodaja klima uređaja je u regionu Azije

i Pacifika, zatim Americi i Evropi. Gledano po državama, najviše klima uređaja se prodaje u Kini, sa učešćem od preko 25%, zatim Japanu i SAD (IEA (International Energy Agency), 2013).

Većina klima uređaja danas radi sa efikasnošću ispod maksimalne, a značajne dobiti od energetske efikasnosti su moguće kroz sistemsku unapređenja i dizajn. Glavne šanse za energetske efikasnost leže u činjenici da je većina rashladnih sistema prevelika zbog nedostataka rigorozne analize potreba za hlađenjem u zgradama. Pošto većina uslužnih zgrada, uključujući i one u hladnijim klimatskim pojasevima, zahteva određeni stepen celogodišnjeg hlađenja (npr. za unutrašnje izvore grejanja kao što su serveri ili kancelarijska oprema), upotreba odgovarajuće rashladne opreme može smanjiti ukupnu potrebnu energiju.

## Solarne termalne tehnologije

Solarno grejanje i hlađenje predstavlja širok spektar tehnologija, od standardnih kućnih bojlera do novih tehnologija kao što je sistem za hlađenjem pokrenut solarnom energijom. Solarno grejanje i hlađenje sadrži pasivne i aktivne solarne tehnologije, od kojih se najviše koriste aktivne. Aktivni solarni sistemi (ASS) prikupljaju dolazno sunčevo zračenje koje zagreva radni fluid (kao što je voda, ulje ili glikol) u razmenjivaču toplote ili direktno greju vodu (npr. za bazene sa toplom vodom). Za razliku od fotonaponskih sistema, koji koriste fotonaponske ćelije da pretvore sunčevu energiju direktno u električnu energiju, ASS stvaraju toplu vodu (ili vazduh) koja može da se koristi kao sanitarna voda, za grejanje ili čak hlađenje prostorija. Ovi sistemi mogu da se ugrade u sve tipove objekata, uključujući kuće, stambene zgrade, kancelarijske i industrijske zgrade, škole, bolnice i ostale javne zgrade.

Većina ASS koji su do sada ugrađeni se najviše koriste za pripremu tople vode u stambenom pod-sektoru, gde su cenovno konkurentni standardnim gorivima, posebno u državama sa visokim energetske tarifama. ASS mogu da se uvećaju za industrijska postrojenja, i da se koriste kao postrojenja koja primenom vodene pare generišu električnu energiju.

## 5. ZAKLJUČAK

Investiranje u poboljšanje performansi omotača objekata, naročito kod novoizgrađenih objekata, će omogućiti veću energetske efikasnost i ekonomsku uštedu time što će smanjiti troškove vezane za grejanje i hlađenje. Posebnu pažnju treba posvetiti prozorima, koji predstavljaju najslabiju kariku u omotaču zgrade, jer je potrebno ugrađivati prozore sa dobrom izolacijom, a u daljoj budućnosti raditi na razvoju prozora sa boljim performansama, kao što su pametni prozori. Kod ostalih elemenata omotača zgrade treba nastaviti sa razvojem boljih i naprednijih izolacionih materijala, koji će i dalje smanjivati troškove.

Kada se govori o tehnologijama grejanja i hlađenja, glavni koraci daljeg razvoja i unapređenja sistema se ogledaju u upotrebi solarnih termalnih tehnologija, ali i TES sistema<sup>4</sup> za povećanje sistemskih performansi. Takođe, kratkoročno gledano, potrebno je smanjiti prodaju primarnih grejnih izvora i uređaja, koji koriste velike količine energije, sa ciljem prelaska na toplotne pumpe, kao i povećati upotrebu peći i kotlova na biomasu.

## REFERENCES

Addington, M., & Schodek, D. (2005). *Smart Materials and Technologies in Architecture*. Architectural Press.

4 TES sistemi su sistemi koji termalno skladište sunčevu energiju.



- Cooper, B. B. (2013). *If you want to build the future, you need to understand smart materials*. Preuzeto avgust 26, 2013 sa Attendly: <http://www.attendly.com/if-you-want-to-build-the-future-you-need-to-understand-smart-materials/>
- ECOFYS. (2007). *U-Values for Better Energy Performance of Buildings, report established by ECOFYS for EURIMA*. Cologne, Germany.
- IEA (International Energy Agency). (2011). *Technology Roadmap: Energy Efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment*. Paris: IEA/OECD.
- IEA (International Energy Agency). (2013). *Transition to Sustainable Buildings, Strategies and Opportunities to 2050*. Paris: OECD/IEA.
- Kemna, R. N., van Elburg, M., van Holsteijn, R., Li, W., Denison-Pender, M., & Corso, A. (2007). *Preparatory Study on Eco-design of Water Heaters: Task 2 Report (Final) Market Analysis*. Delft, Netherlands: Van Holstein en Kemna (VHK).
- Lohani, S. P., & Schmidt, D. (2010). Comparison of energy and exergy analysis of fossil plant, ground and air source heat pump building heating system. *Renewable Energy*, 35, 1275-1282.
- Mihić, M., Petrović, D., & Vučković, A. (2011). Mogućnosti primene cost-benefit analize u projektima energetske efikasnosti u zgradarstvu. *Ekonomске teme*, 49(3), 355-378.
- Minić, N., & Vušković Minić, V. (2013). Zeleni menadžment i primena pametnih materijala u hotelijerstvu. *X Međunarodni naučno-stručni simpozijum HOTELSKA KUĆA 2013*, (str. 345-351).
- Republički zavod za statistiku. (2014). *Energetski bilansi 2013*.
- Vavan Vučeljić, S. (2009). *Application of smart materials in retrofitting homes can help housing energy efficiency*. Preuzeto februar 13, 2015 sa [http://www.europaforum.or.at/site/energy-housing.net/dateien/Vavan\\_Vuceljic\\_Paper.pdf](http://www.europaforum.or.at/site/energy-housing.net/dateien/Vavan_Vuceljic_Paper.pdf)
- Weiss, W., & Mauthner, F. (2012). *Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2010, IEA Solar Heating and Cooling Programme*. Gleisdorf, Austria.