

ENERGETSKA EFIKASNOST U OBLASTI ZELENE GRADNJE

Ana Stošović, Direkcija za građevinsko
zemljište izgradnju Beograda
ana.stosovic@beoland.com

Apstrakt—Zelena gradnja i energetska efikasnost, kao ključni aspekti održivog razvoja u građevinskoj industriji, imaju za cilj smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu, očuvanje prirodnih resursa i poboljšanje kvaliteta života. Zelene zgrade nude niz prednosti uključujući smanjenu upotrebu materijala, energije i emisije ugljen dioksida, tako da bi trebalo da nastavi da raste iz dana u dan. Efikasnost izvora energije se može ostvariti kroz energetska efikasna osvetljenje, efikasnu ventilaciju, liftove, kao i proizvodnju obnovljive energije preko solarnih sistema koji koriste mehaničku opremu poput solarnih kolektora ili fotonaponskih ćelija za pretvaranje energije u toplotnu ili električnu, koja se kasnije koristi za grejanje. U radu se analiziraju inicijalni troškovi ugradnje aktivnih solarnih sistema i njihova isplativost tokom godina, pre svega smanjenjem potrošnje električne energije. Saradnja između projekatanta, investitora i zakonodavaca, omogućiće da zelena gradnja postane održivija i pristupačnija.

Ključne reči—održivi razvoj, zelena gradnja, energetska efikasnost, ekologija

I. UVOD

Iz izveštaja Ujedinjenih nacija (UN) jasno je da je oblast građevine jedan od najvećih izvora emisije gasova (sefekat taklene bašte), što predstavlja 37% globalnih emisija. Iz ovih razloga je poboljšanje energetske efikasnosti u građevinarstvu bitan činilac u ublažavanju efekata klimatskih promena [1]. Pitanje zagađenja životne sredine i potrošnje energije su postali globalni strateški inters. Zelene zgrade, koje podrazumevaju uštedu energije i poštovanje ekoloških principa su postali savremenog projektovanja i planiranja [2]. Procene su da će globalna populacija porasti sa 7,7 milijardi u 2019. na 9,7 milijardi u 2050. godini, što znači da će do kraja ovog veka dostići više od 10,9 milijardi [3] što će uticati na biosisteme, povećati zahtebe za energijom, vodom i drugim prirodnim resursima. Jedan od načina za prevazilaženje ovog problema je zelena gradnja.

Zelena gradnja je takav način izgradnje gde se postiže da objekat koji se izgradi tokom svog trajanja troši manju količinu vode, postiže minimalnu potrošnju električne energije, koristi prirodne materijale za izgradnju ili materijale dobijene reciklažom. Na taj način zelena gradnja smanjuje i negativan efekat na životnu sredinu i klimatske promene.

Energetska efikasnost je zbir isplaniranih i sprovedenih mera čiji je cilj korišćenje minimalno moguće količine energije tako da stepen udobnosti i stopa proizvodnje ostanu sačuvane. Važno je reći da energetska efikasnost nije štednja energije, jer

štednja podrazumeva određena odricanja. Dakle, energetska efikasnost je kriterijum za izbor strategije, kako efikasno upotrebiti energiju u svim oblastima potrošnje energije. Energetska potrošnja namenjena za grejanje, pripremu tople vode i klimatizaciju predstavlja najveći deo potrošnje u zgradama.

Jedna od planiranih mera za korišćenje minimalne količine energije, u oblasti zelene gradnje ostvaruje se korišćenjem mehaničke opreme poput solarnih kolektora ili fotonaponskih ćelija za pretvaranje energije u toplotnu ili električnu, koja se kasnije koristi za grejanje. Energetska efikasnost i ekologija su usko povezani pojmovi koji zajedno doprinose održivom razvoju, smanjenju zagađenja i racionalnijem korišćenju resursa. Neka novija istraživanja se bave ekonomskim pitanjima koja doprinose ekološkoj održivosti ispitivanjem odnosa između energetske inovacija, potražnje za prirodnim resursima i rizika energetske bezbednosti u vezi sa štetom po životnu sredinu. [4] Energetski efikasne zgrade imaju duži životni vek i zahtevaju manje održavanja, što ih čini održivijim na duži rok. Vlasnici zgrada mogu dugoročno da uštede novac kroz smanjenje troškova energije i potencijalne poreske podsticaje za korišćenje prakse održive gradnje. [1]

II. SOLARNI PANELI KAO IZVOR ENERGIJE

U eri u kojoj su održivost i ekološka svest na čelu arhitektonskih i građevinskih poduhvata, energetska efikasna dizajn stoji kao kamen temeljac koncepta zelene gradnje. Tako su arhitekta počele da uključuju solarne panele u projekte fasade ili krovove kuća i počeli da ih tretiraju kao element koji može obogatiti arhitekturu zgrade i izdvojiti posmatrani objekat iz mase drugih. Solarni paneli su pritom pogodni za ugradnju na najrazličitijim tipovima zgrada od stambeni do industrijskih. Prednosti korišćenja solarnih panela kao izvora energije su mnogobrojne. Oni su čist i obnovljiv izvor, značajno smanjuju troškove energije, smanjuju emisiju štetnih gasova a time i efekat staklene bašte, smanjuju potražnju za fosilnim gorivima i doprinose čistijem vazduhu, vodi i zdravijoj životnoj sredini. A koriste praktično neograničen resurs, sunčevu svetlost.

Solarno grejanje vode

Najmanja, i ekonomski najbrže isplativa investicija, je ugradnja solarnih kolektora za grejanje vode za svakodnevnu upotrebu.

Ako je dnevna potrošnja tople vode u jednom domaćinstvu 200l zagrejanih na 60°C, neophodna energija da se voda iz vodovoda (temperatura 15°C) zagreje iznosi:

$$E = 200 \text{ kg} \times 45 \text{ K} \times 4186 \text{ J/kgK} = 37\,674\,000 \text{ J} = 10,465 \text{ kWh}$$

S druge strane prema podacima za Beograd (prema PVGIS programu) [6] u letnjem periodu (od aprila do oktobra-183dana) na nagib od 45° C dospeva na m² 5162,4MJ, ili 5162,4/183 = 28,2MJ/m² dan.

Ako je stepen iskorišćenja solarnih panela u proseku 40%, to iznosi oko 11,28 MJ/m² dan. Da bi se podmirila potrebna energija od 37,674MJ na dan potrebno je 37,674MJdan/11,28MJ/m²dan=3,34m² solarnih panela.

Iskorišćena sunčeva energija u toku leta bi onda iznosila 3,34m² x 11,28 MJ/m² dan x 183dana = 6 894,56MJ.

U zimskom periodu je moguće iskoristiti trećinu sunčane energije i ako se računa sa istom površinom dobija se iskorišćena energija u toku zime:

$$3,34\text{m}^2 \times 11,28 \text{ MJ/m}^2 \text{ dan} \times 0,33 \times 182\text{dana} = 2\,262,77 \text{ MJ.}$$

Ukupni dobitak energije tada je 6894,56MJ + 2262,77MJ=9157,33MJ = 2 543,7kWh.

Vrednost ove energije, računajući po 11din/kWh iznosi 27 980,7din.

Solarno grejanje zgrada

Solarno grejanje zgrada izaziva najveće interesovanje. Da bi se odredilo kolika je snaga, odnosno energija potrebna za grejanje jedne individualne zgrade površine 100m², treba napraviti energetske bilans kuće. To znači da treba uzeti u obzir sve toplotne gubitke koji postoje zbog same konstrukcije kuće i potrebnu energiju da se ona zagreje.

Toplotne gubitke čine gubici kroz zidove (K_z), gubici kroz prozore (K_p), gubici kroz krov (K_k), gubici kroz temelje (K_t) i gubici pri provetravanju (K_v). Uzimajući vrednosti toplotnih provodnosti za pojedine građevinske materijale (k), prosečne površine zidova (S_z), prozora (S_p), krova (S_k), obim temelja (O_t), masu izmenjenog vazduha pri provetravanju (m_v) od 2h, može se izračunati ukupni koeficijent toplotnih gubitaka (K) uz zahtev da se u prostoriji održava temperatura od 22°C (T_k), a da je pri tom spoljna temperatura 0°C (T_s):

$$K_z = S_z \times k_z = 180\text{m}^2 \times 0,8\text{W/m}^2\text{K} = 144\text{W/K,}$$

$$K_p = S_p \times k_p = 20\text{m}^2 \times 38\text{W/m}^2\text{K} = 60\text{W/K,}$$

$$K_k = S_k \times k_k = 100\text{m}^2 \times 0,6\text{W/m}^2\text{K} = 60\text{W/K,}$$

$$K_t = 5,4 \times O_t / (R+10) = 20\text{W/K, gde je } R=1/k_t,$$

$$K_v = m_v \times \rho \times C_v / 2 \times 3600 = 67\text{W/K}$$

$$K = K_z + K_p + K_k + K_t = 144 + 60 + 60 + 20 + 67 = 367\text{W/K}$$

Sada se može izračunati i zahtevana energija za jedan mesec za zagrevanje kuće do 22°C:

$$E = K (T_k - T_s) \times 31 \times 24 \times 3600 = 2,16 \times 10^{10} \text{ J} = 6007\text{kWh.}$$

Vrednost ove energije, računajući po 11din/kWh iznosi 66 077din. Ovo je proračun za mesec januar u Beogradu u kome je srednja dnevna temperatura (prema PVGIS programu) 0,4°C. Srećom, ovako hladnih dana u Beogradu bude svega desetak u toku zime.

Na isti način mogu se izračunati toplotni gubici i zahtevane energije i za druge mesece.

Dobija se da je ca celu grejnu sezonu u Beogradu, od oktobra do marta, potrebna ukupna energija od 22 781kWh, za koju bi izdaci u slučaju grejanja električnom energijom po ceni od 11din/kWh, iznosili 250 591 din.

Prema podacima za Beograd (prema PVGIS programu) [5] u zimskom periodu (tj. od oktobra do marta-182dana) na nagib od 45° C dospeva na m² 832kWh ili 832 / 182 = 4,57kWh /m² dan.

Ako je stepen iskorišćenja solarnih panela u proseku 40%, to iznosi oko 1,83kWh /m² dan, tj. ukupno za januar 56,6 kWh/m². Da bi se podmirila potrebna energija od 6007kWh potrebno je 6007kWh / 1,83kWh/m² = 3282m² solarnih panela.

To bi bilo veoma skupo i nepraktično rešenje i mnoge naučne studije o ovom pitanju i praktična ispitivanja na objektima pokazuju da solarni sistem s prijemnicima postaje tehnički i ekonomski najracionalniji ako se projektuje tako da podmiri, u proseku za ceo zimski period, polovinu do tri četvrtine potrebne energije.

Prema procenama projekatanta Azimut Electric [6], prosečna cena ugradnje solarnih panela u Srbiji se kreće između 1.000 i 1.200EUR po kilovatu instalisane snage. To znači da bi za solarni sistem od 6kW trebalo izdvojiti između 6.000 i 7.200EUR.

III. ISPLATIVOST UGRADNJE SOLARNIH PANELA

Pored troškova ugradnje solarnih panela, važno je znati i koliko se oni isplate u smislu uštede na računima za struju. Na ovaj prinos utiče više faktora, kao što su:

- Prosečna mesečna potrošnja električne energije: Ovo je količina električne energije koju domaćinstvo ili poslovni objekat troši svakog meseca. Što je veća potrošnja, to je veća ušteda uz pomoć solarnih panela.

- Cena električne energije: Ovo je cena koju se plaća za kupovinu električne energije iz mreže. Što je veća cena, to je veća ušteda uz pomoć solarnih panela. Cena električne energije ima tendenciju rasta u narednim godinama.

- PDV, akcije i naknade za obnovljive izvore energije: Ovo su porezi i doprinosi koji se plaćaju na računu za struju i koji mogu da se smanje uz pomoć solarnih panela.

- Istovremenost proizvodnje i potrošnje: Sistem se više isplati ako uređaji troše energiju onda kada se ona i proizvodi tj. promeni navika i uređaji koriste u trenucima kada solarna elektrana ima najveću proizvodnju.

- Ako je dostupno neto merenje (net metering), višak proizvedene energije se šalje u mrežu i može se koristiti kasnije, što dodatno povećava isplativost.

- Efikasnost sistema je veća u sunčanim područjima – npr. u južnoj Srbiji, Dalmaciji, Hercegovini itd.

Prema procenama projekatanta, prosečna ušteda na računima za struju uz pomoć solarnih panela u Srbiji se kreće oko 50 do 60 EUR po mesecu. To znači da solarni sistem od 6kW pravi uštedu od 600 do 720EUR godišnje. Ako se uporede inicijalni troškovi ugradnje od 6.000 i 7.200EUR, period povraćaja investicije je oko 10 godina, posle kog investicija u solarne panele počinje da donosi zaradu.

Saradnja između projekatanta, investitora i zakonodavaca, omogućuje da ugradnja solarnih panela postane održivija i pristupačnija.

IV. STANJE U SRBIJI

Prema PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) programu Srbija ima prosečno 2000 sunčanih sati godišnje, što je dovoljno za efikasnu proizvodnju električne energije iz solarnih panela. Srbija ima više sunčanih sati od nekih evropskih zemalja koje uspešno koriste solarne panele, kao što su Nemačka, Holandija ili Danska. U Srbiji postoje različiti programi subvencionisanja ugradnje solarnih panela, koji zavise od nivoa vlasti koji ih sprovodi, ciljne grupe kojoj su namenjeni, uslova koje treba ispuniti i visine sredstava koja se dodeljuju.

Vlada Republike Srbije usvojila je Odluku Saveta ministara Energetske zajednice u vezi sa promocijom korišćenja obnovljivih izvora energije prihvatanjem EU Direktive 2009/28/EC [7], što znači da Srbija treba da poveća udeo obnovljivih izvora energije u ukupnoj bruto potrošnji energije, sa početnih 21,2% u 2009, na 27% do 2020. godine. U 2050. godini bi trebalo da 65% električne energije bude proizvedeno iz obnovljivih izvora energije, a 20% iz fosilnih goriva [7].

Trenutno, neke lokalne samouprave u Srbiji nude subvencije za ugradnju solarnih panela, u vidu bespovratnih sredstava. Ovo je znak da se sve više opština i gradova pridružuje solarnom pokretu i podržava građane koji žele da unaprede energetska efikasnost svojih objekata. Subvencije su najbolji način da se poboljša isplativost ugradnje solarnih panela u Srbiji, jer omogućavaju da se smanje troškovi investicije.

V. ZAKLJUČAK

Povraćaj investicije u solarne panele nije predug ako se uzmu u obzir subvencije, ušteda i zarada od električne energije. Povraćaj investicije je period koji je potreban da se investicija u solarne panele vrati kroz uštedu na računu za struju. Što je kraće vreme povraćaja investicije, to je veća isplativost solarnih panela. Prema procenama projekatana Azimut Electric, prosečno vreme povraćaja investicije za solarne panele u Srbiji je oko 5 godina ako se iskoriste subvencije koje daje država ili lokalna samouprava. Ako se ne iskoriste subvencije, vreme povraćaja investicije će biti duže, ali i dalje isplativo na duže staze.

Trenutno u Srbiji ne postoji mogućnost da se višak električne energije iz solarnih panela proda na tržištu po tržišnoj ceni, već se može samo iskoristiti za umanjenje računa za struju u narednom periodu uz zamenu kWh za kWh. To znači da se zarada ostvaruje kroz uštedu na računima za struju, koja može biti od 25 do 50% u zavisnosti od slučaja. Ugradnja solarnih panela predstavlja ekološki prihvatljiv izvor energije koji ima potencijal da značajno doprinese smanjenju emisije štetnih gasova i promovisanju održivog razvoja. Njihova upotreba se širi širom sveta, sa stalnim tehnološkim unapređenjima koja povećavaju efikasnost i smanjuju troškove proizvodnje solarnih panela.

REFERENCES

[1] Rob Parades, "Tips for Improving Energy Efficiency Construction", (2024), <https://safetyculture.com/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-in-construction>

[2] Yongwang Zhang, Wanjiang Wang, Yhe Wang, Meng Gao, Litong Zhu, Junkang Song "Green building design based on solar energy utilization", 2021 International Conference on Energy Engineering and Power Systems (EEPS 2021), August 20-22, 2021, Hangzhou, China,

[3] F.S. Hafez , Bahaaeddin Sa'di , M. Safa-Gamal , Y.H. Taufiq Yap , Moath Alrifayy , Mehdi Seyedmahmoudian , Alex Stojcevski , Ben Horan , Saad Mekhilef, Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges, Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future Research, Energy Strategy Reviews, Vol 45, 2023,

[4] Ziyao Li, Liuyi Dai, "Impact of energy stability, natural resources, and energy efficiency on ecological sustainability", 2024,

[5] PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

[6] <https://azimut.rs>

[7] CIRSD – Center for International Relations and Sustainable Development , <https://www.cirsd.org>

[8] Studija o proceni ukupnog solarnog potencijala – solarni atlas I mogućnosti "proizvodnje" I korišćenja solarne energije na teritoriji AP Vojvodine

[9] Branko Lalović - knjiga, Nasušno sunce, Kako da iskoristimo sunčevu energiju