

ODREĐIVANJE PARAMETARA ZA ENERGETSKU OPTIMIZACIJU TRANSPARENTNIH ELEMENATA OMOTAČA STAMBENIH ZGRADA U BIH

Darija Gajić, *Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci*

Sadržaj – Predmetni rad prikazuje tržište materijala i proizvoda koji čine arhitektonske otvore stambenih zgrada, čije osobine i performanse i jesu odredile postavku adekvatnih parametara, koji učestvuju u proračunima energetske karakteristika zgrada pri obnovi zgrada, kao i pri građenju novih na području Bosne i Hercegovine. U radu su analizirani odnosi U-koeficijentata i cijene koštanja materijala i proizvoda koji čine transparentne elemente omotača.

UVOD

Omotač zgrada, u temi energetske optimizacije omotača, prateći važeći regulativni okvir Evropske unije vezan za energetske efikasnosti zgrada, ne sagledava se samo kao element koji sprečava toplotne gubitke, nego se koristi kao element koji svojom optimizacijom doprinosi održavanju i dobijanju toplote, izbjegavanju pregrijavanja, raspodjeljivanju ventilacije, korištenju dnevne svjetlosti i proizvodnji električne energije.[1] Obezbjedivanje cilja održavanja i dobijanja toplote, vezano je za koncepte: toplotne izolacije od transparentnih elemenata omotača (odnos zastakljenja i kvalitet stakla), pasivnog korištenja solarnog zračenja (zastakljenje lođa i transparentna termoizolacija) i minimiziranja ventilacionih toplotnih gubitaka (vazduhopropusnost). U cilju sprečavanja pregrijavanja, prisutan je koncept redukovanja dolaznog solarnog zračenja (specijalna stakla i sistemi zasjenčenja), u cilju decentralizacije ventilacije, koncept prirodne ventilacije (ventilacija preko otvora-prozora) i u cilju korištenja dnevne svjetlosti, kroz koncepte geometrijske optimizacije (odnos zastakljenja i raspored otvora-prozora) i sistema za dnevno osvjetljenje (prenošnje svjetlosti reflektujući, preusmjeravajući, transparentno i translucetno). Za energetske optimizacije omotača, pri odabiru najadekvatnijeg materijala i proizvoda za transparentne elemente omotača, neophodno je sagledati tržište istih na predmetnom području. Istraživanjem reprezentativnih uzoraka postojećih stambenih zgrada grada Banjaluka, određeni su karakteristični postojeći otvori, na osnovu kojih su se rangirali materijali i proizvodi, na tržištu Bosne i Hercegovine, sa svojim energetske karakteristika i cijenom koštanja.

ODABIR ADEKVATNIH MATERIJALA I PROIZVODA ZA ENERGETSKU OPTIMIZACIJU TRANSPARENTNIH ELEMENATA OMOTAČA

Pri konceptu toplotne izolacije od transparentnih elemenata omotača, parametri i mjere koji utiču na to su: odnos zastakljenja i kvalitet stakla. Za energetske optimizacije omotača i to za njegov dio koji se tiče transparentnih elemenata, moraju se sagledati materijali i proizvodi elemenata koji sačinjavaju otvore, a to su okviri, te jedinica zastakljenja, sa svojim elementima (jedinice stakla, distanceri, punjenje plemenitim gasom ili vazduhom). Prozori (otvori) su elementi koji proporcionalno, obično u zavisnosti od dimenzija okvira, broja krila i podjele unutar krila, sadrže maksimalno 66% jedinice zastakljenja.[2]

Prozori na reprezentativnim uzorcima postojećih stambenih zgrada Banjaluke sadrže 65% zastakljenja, što ujedno govori o važnosti jedinice zastakljenja, odnosno termoizolacionog stakla koje se najčešće ugrađuje u prozore. U Bosni i Hercegovini, ravno staklo se ne proizvodi, već se uvozi (najviše prisutno staklo proizvođača ACG - Češka i Guardian - Mađarska) i u odnosu na zadane konfiguratore proizvođača naknadno se doručuje u termoizolaciono staklo (RAMA-GLAS, KRISTAL, Širbegović grupa, DAS-PROM). Na tržištu Bosne i Hercegovine, u stambenoj izgradnji i obnovi, najraznovrsnija je ponuda plastičnih okvira (Aluplast, VEKA, INOUTIC-nekad THYSEN POLYMER, REHAU, TROCAL, KOMMERLING, GEALAN, SCHUCO), okvira koji se ne proizvode na području Bosne i Hercegovine, dok se drveni (FAGUS, AM Međugorje) i aluminijumski (FEAL) okviri proizvode, ali na tržištu postoje okviri i najpoznatijih evropskih proizvođača (SCHUCO, Jelovica okna). Analizirane su energetske karakteristike materijala i proizvoda, odnosno koeficijenti U_g , U_f i U_w (koeficijenti prolaza toplote za jedinicu zastakljenja, za okvir i za cijeli prozor), g-koeficijent (dotok sunčeve energije kroz jedinicu zastakljenja) i Ψ_g -koeficijent (linijski toplotni gubici na spoju između jedinice zastakljenja i okvira).

2.1. Odabir jedinice zastakljenja

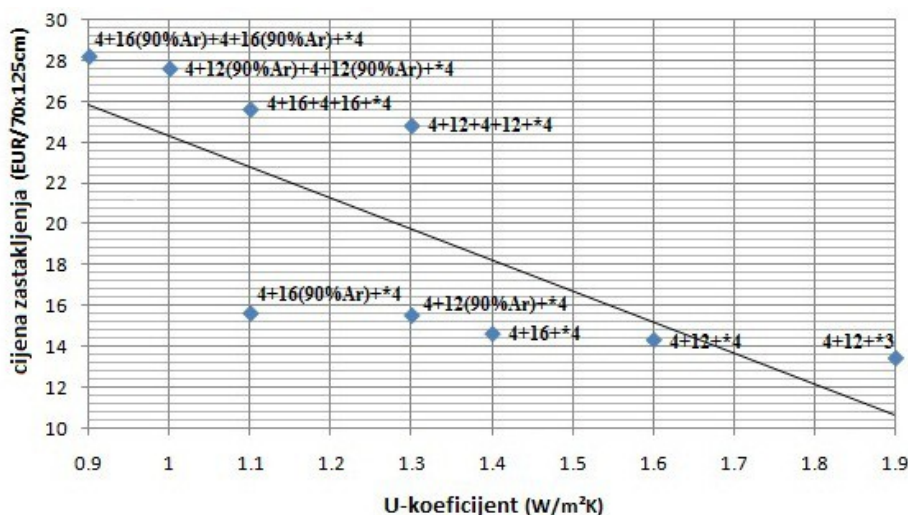
Pri odabiru najadekvatnijeg termoizolacionog stakla, kao jedinice zastakljenja prozora i/ili balkonskih vrata, u svrhu energetske optimizacije omotača, istraživanje se vodilo spoznajom u kakvom se obliku proizvode, odnosno nude na tržištu Bosne i Hercegovine, Evrope, pa čak i Amerike iz razloga, što su to proizvođači sa istim nazivom na svim područjima, a proizvodi im se razlikuju nazivom i strukturom, pa je zamisao istraživanja i bila da se možda treba unaprijediti postojeća ponuda tržišta Bosne i Hercegovine.

Proizvođač Guardian prisutan je na svim navedenim tržištima, ali u Americi je u strukturi proizvoda termoizolacionog zastakljenja zastupljeno staklo debljine 3mm. Interesantno je da poređenjem dvije strukture proizvoda koje se razlikuju debljinom stakla i razmakom međuprostora, istog proizvođača Guardian, proizvod u Americi pod nazivom ClimaGuard HiLightR802 (3+12,7+*3*mm) i proizvod u Evropi Clima Guard N (4+16+*4mm), ukazuju na iste koeficijente prolaza toplote ($U_g=1,4W/m^2K$) i isti koeficijent transmisije svjetlosti (oko 80%), dok proizvod u Americi ima za 12% veći koeficijent dotoka sunčeve energije (g-koef.). Proizvođač Guardian na tržištu Evrope [3] ima najviše zastupljen proizvod ClimaGuard u strukturi 4+16+*4mm, od kojih je međuprostor ispunjen 100% vazduhom ili 90% argonom i 10% vazduhom i to unutrašnje (drugo) staklo je obično sa prevlakom niske emisije (*low E*) na unutrašnjoj strani prema međuprostoru (kod proizvođača pozicija 3.).

Svi proizvođači termoizolacionog zastakljenja u Bosni i Hercegovini imaju zastupljenije staklo AGC-a iz Češke, zbog ekonomske isplativosti, i većina se, u proizvodnji, vodi njihovim konfiguratorima, pa se istraživanje vodilo

navedenim konfiguratorom za upoređivanje struktura zastakljenja. [4] Za razliku od gore navedenog proizvođača Guardian, koji svojim proizvodima ukazuje da razmak između stakala ne utiče na koeficijent prolaza toplote, kod AGC-a, pri upoređivanju različitih struktura običnog termoizolacionog zastakljenja sa vazduhom (100%), zaključujemo da razmak sa 12mm na 16mm između stakala istih debljina poboljšava koeficijent prolaza toplote za 7%, dok su koeficijenti g i τ_v ostali na istom nivou. Isti razmak između stakala sa povećanjem debljine stakla sa 4mm na 6mm, poboljšaće koeficijent prolaza toplote za 3,5%, dok će g -koeficijent sa većom debljinom biti smanjen za oko 4%, a transmisija svjetlosti biti manja za 2,5%. Kod upoređivanja iste strukture običnog termoizolacionog stakla sa vazduhom (4+16+4 - 2,7W/m²K) sa niskoemisionim drugim staklom (4+16+*4 - 1,7W/m²K) poboljšaće koeficijent prolaza toplote za 37%, dok će g -koef. biti niži za 5%, a τ_v -koef. za 7,4%. Interesanto je da i upoređivanjem iste strukture običnog termoizolacionog stakla (4+16(100% vazduh)+4 - 2,7 W/m²K) sa vazduhom (100%) i sa argonom (90% argon +10% vazduh), kod jedinice sa argonom (4+16(argon)+4 - 2,6 W/m²K), poboljšan je koeficijent za 3,7%, dok su ostali koeficijenti isti. Ako uporedimo punjenje vazduhom i argonom istu strukturu zastakljenja sa niskoemisionim

drugim staklom (4+16+*4), struktura sa argonom (1,5 W/m²K) imala je poboljšan koeficijent prolaza toplote za 11,8% u odnosu na vazduh (1,7 W/m²K), da bi takođe ostali koeficijenti ostali na istom nivou. Proizvođač Guardian posjeduje i različite vrste niskoemisionih prevlake, što je nazivima proizvoda i istakao, pa tako struktura 4+16(100% vazduh)+*4 u zavisnosti od prevlake ima U-koef. 1,3 W/m²K, 1,4 W/m²K i 1,6 W/m²K, te proizvodi sa nižim koeficijentom prolaza toplote imaju i niže koeficijente g i τ_v . Niskoemisione prevlake, kod proizvođača, se takođe razlikuju, pa ista struktura zastakljenja 4+16(90% Ar)+*4 kod Guardian-a ima niži koeficijent prolaza toplote za 14% od AGC-a, g -koef. je niži za 25%, dok je τ_v -koef. viši za 10%. Prema analizi cijena proizvođača termoizolacionih stakala na području Bosne i Hercegovine, za jedno zastakljenje istih dimenzija (karakteristično krilo prozora kod dva reprezentativna uzorka postojećih stambenih zgrada), pa raznih struktura i vrsta, dolazi se do zaključka da kod dvoslojnog stakla, razmak između stakala, distancer, u najmanjoj mjeri utiče na visinu cijene (oko 2% viša cijena distancera od 16mm u odnosu na 12mm), a ostvari porast U-koeficijenta za 0,2 W/m²K (za 18% ako je punjeno argonom, za 14% ako je punjeno vazduhom) – Sl. 1.



Sl. 1. Odnos U-koeficijenta i cijene bez PDV-a raznih jedinica termoizolacionog zastakljenja kod istog proizvođača u Bosni i Hercegovini (mart 2013. god.)

Termoizolaciono staklo 4+12+*4 punjeno argonom za oko 7% je skuplje od stakla sa vazduhom, koliko je i niža cijena termoizolacionog zastakljenja ako mu je drugo staklo 3mm. Kod troslojnog stakla istih dimenzija distancer je činio za 3% skuplju varijantu sa razmakom od 16mm u odnosu na 12mm, dok je punjenje argonom za oko 10% činilo skupljim zastakljenje nego punjenje vazduhom. Cijena zastakljenja krila prozora istih dimenzija za troslojno staklo punjeno argonom je za oko 44% skuplje od dvoslojnog stakla punjenog argonom, da bi nešto niži procenat od 43% bio kod varijante sa vazduhom. Cijena termoizolacionog stakla u Bosni i Hercegovini prateći trend rasta cijene kod jednog proizvođača, ukazuje da pri dostizanju koeficijenta prolaza toplote od 1,6 W/m²K do 0,9 W/m²K (porast U-koeficijenta za 78%) cijena poraste za 96%. Termoizolaciono zastakljenje strukture 4-16-*4 punjeno 90% argonom je najbolje rangirano zastakljenje, ima niži koeficijent prolaza toplote za 0,3 W/m²K (za 27% niži) od zastakljenja iste strukture samo punjeno vazduhom, da bi cijena zastakljenja sa argonom bila viša za 7%.

2.2. Odabir cjelovitog prozora

Osim jedinice zastakljenja i njene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote (U_g) za energetska optimizaciju transparentnih elemenata omotača važni su okviri (U_f) i spojevi između stakla i okvira, gdje se javljaju linijski toplotni gubici (Ψ_g).

Pri analizi plastičnih profila, koji su namjenjeni dvoslojnom termoizolacionom staklu, raspon vrijednosti U-koeficijenta kreće se od 1,0-1,6 W/m²K. Proizvodi su nazive unutar svakog proizvođača dobili u zavisnosti od širine ugrađivanja (60-82mm) pozicije zaptivne mase (bočno i/ili u sredini) i nekad broju komora (2,3,4,5,6,7). Kod plastičnih profila koji su namjenjeni za troslojna termoizolaciona stakla proizvođači su profile prilagodili pasivnom standardu i najčešće su koeficijenta $\leq 1,1$ W/m²K. Najviše profila ove vrste je sa $U = 1,0$ W/m²K i najčešće je zabilježen najniži koeficijent od 0,8 W/m²K. Certifikovani koeficijent ispod 0,8

W/m²K zabilježen je kod proizvođača koji su komore svojih profila punili izolacijom.

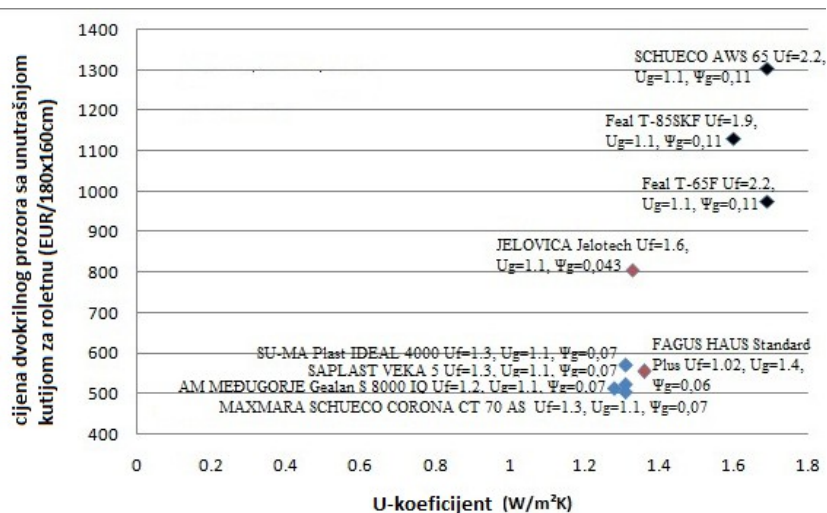
Kod certifikovanih okvira od drveta za dvostruka termoizolaciona stakla, najčešća širina ugrađivanja je 68mm, a vrijednost U-koeficijenta okvira je oko 1,5 – 1,9 W/m²K i zavisi od koje je vrste drveta, pa tako najčešće od smreke je u prosjeku oko 1,6 W/m²K, dok je od hrasta 1,9 W/m²K. Pri upoređivanju okvira od drveta treba se voditi proizvodima proizvođača iz Evropske unije. Na vrijednost U-koeficijenta osim vrste drveta utiče debljina okvira, pa tako za okvir od smreke za širinu ugrađivanja od 68mm kreće se od 1,36 - 1,8 W/m²K, dok kod okvira predviđenih najčešće za pasivni standard i upotrebu troslojnih stakala za 78mm i 95mm je 1,23 – 1,56 W/m²K, a ako u sebi sadrže i vazdušne komore ili izolaciju u segmentima okvir od 78mm ima koeficijent 0,87 – 1,22 W/m²K, dok za 110mm je 0,73 W/m²K.

Aluminijumski profili širina od 45-85mm za dvoslojna stakla proizvođača iz Bosne i Hercegovine kreću se od 1,9-3,4 W/m²K, s tim da je najniži U-koeficijent od 1,9 W/m²K ostvaren kod najšireg profila od 85mm sa ispunom od izolacije (do 40mm) i potpunim termičkim prekidom u središnjem dijelu profila (PA-poliamidne trake), dok je za troslojno staklo obezbijeđen, takođe kod najšireg profila od 85mm, U-koeficijent od 1,5 W/m²K, s tim što ispun od izolacije ima veću širinu (do 64mm). Kod proizvođača iz Evropske unije čiji su profili prisutni na tržištu Bosne i Hercegovine za dvoslojno staklo (AWS 65 - 2,2 W/m²K, AWS 60 - 2,6 W/m²K), ali ne i oni koji su od 2009. godine u upotrebi na tržištu Evropske unije, dostižu U-koeficijent od 1,4-1,6 W/m²K kod profila širine 70-75mm, pa i do 1,0 W/m²K kod profila od 90mm za troslojno staklo. Različitosti u profilima mogu se tražiti u kvalitetu i strukturi termičkih prekida, odnosno više komora, u EPDM-u (zaptivnoj gumi-

elastomer nastako vulkanizacijom etilen-propilen-dien-a) i poliamidnoj traci. Od sredine 2013. godine, na tržištu je novi profil proizvođača iz Bosne i Hercegovine, koji dostiže certifikovani U_f=0,92 W/m²K (poliamidni štapići zamijenjeni ABS-om- termoplastičnim materijalom nastao kopolimerizacijom akrilonitril-butadienstirenom, zaptivna guma od EPDM-a zamijenjena gumom od termoplastičnog elastomera nastalog kopolimerizacijom polietilena -TPE).

Najmanji linijski toplotni gubici na spoju između stakla i plastičnog okvira, u većini slučajeva kod prozora sa troslojnim staklom koji su deklarirani od strane Passivhaus Institut-a iz Darmštata, kreću se oko 0,03 W/mK (GEALAN S 7000 IQ pasive house-0,029 W/mK, SCHUECO Corona SI 82+-0,034 W/mK, REHAU GENE0 PHZ-0,03 W/mK). Prema proizvođačima u Bosni Hercegovini kod prozora sa plastičnim okvirima linijski toplotni gubici između stakla i okvira čine Ψ_g=0,07 W/mK. Kod drvenih prozora, ako je distancer od PVC-a Ψ_g=0,04 W/mK, a od aluminijuma 0,06 W/mK, dok kod aluminijumskih okvira, ako je distancer od PVC-a Ψ_g=0,05 W/mK, a od aluminijuma Ψ_g=0,11 W/mK. Prema proizvođačima jedinica termoizolacionih zastakljenja najviše je prisutan, zbog cijene, aluminijumski distancer. Prema njihovim riječima pet puta je jeftiniji aluminijumski od plastičnog zbog procesa proizvodnje.

Prema odnosu U-koeficijenta i cijene za proizvod, kada sagledamo ponudu svih proizvođača, dvokrilnog prozora 180x140cm sa jedinicom zastakljenja U_g=1,1 W/m²K (4+16+*4) i unutrašnjom kutijom za roletnu od 20cm sa U=0,85 W/m²K i najčešćom vrijednosti U_f za okvir, na koji su sami proizvođači ukazivali najpovoljniji su prozori sa PVC profilima, zatim drvenim, pa aluminijumskim profilima – Sl. 2.



Sl. 2. Odnos U-koeficijenta i cijene sa PDV-om proizvođača prozora sa PVC okvirima (plava boja), drvenim (smeđa) i aluminijumskim (crna) okvirima na tržištu Bosne i Hercegovine (mart 2013. god.)

ODREĐIVANJE ADEKVATNIH PARAMETARA ZA ENERGETSKU OPTIMIZACIJU TRANSPARENTNIH ELEMENATA OMOTAČA

Analiza odnosa energetske karakteristika i cijena materijala i proizvoda na području Bosne i Hercegovine, kao i rangiranja potrošnje toplotne energije za grijanje i cijene primjenjenih mjera na cjelokupnoj obnovi omotača postojećih stambenih zgrada [5], u klimatskim uslovima Banjaluke (u Bosni i Hercegovini oblasti/regije Sjever),

izdefinisala je da je najpovoljnija postavka dozvoljenih vrijednosti koeficijenta prolaza toplote, koji bi zadovoljili i zahtjev za transmissionim gubicima toplote u odnosu na faktor oblika zgrade (reprezentativni uzorak), za spoljašnji zid 0,3 W/(m²K), za otvore na omotaču (prozore i balkonska vrata) 1,6 W/(m²K), za međuspratnu konstrukciju ispod negrijanog prostora 0,3 W/(m²K), za međuspratnu konstrukciju iznad negrijanog prostora 0,3 W/(m²K).

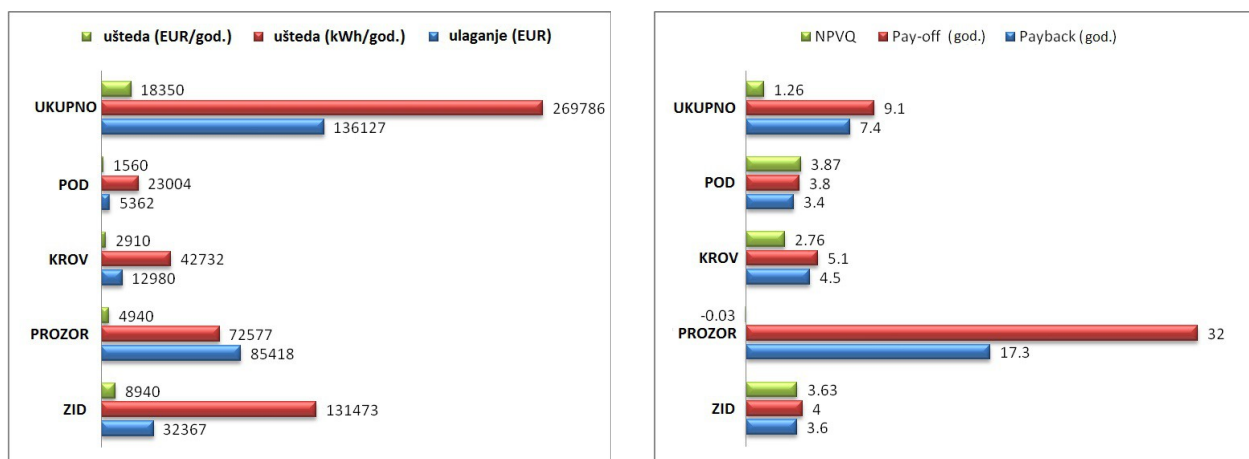
Obezbjeđivanje minimalnih zahtjeva za energetskim karakteristikama zgrada, kod postojećih stambenih zgrada, u slučaju omotača zgrade, kod planiranja mjere zamjene

prozora, zbog konstruktivnih i tehničkih rješavanja detalja, ako ne postoji termoizolacija na fasadnom zidu, neophodno je da se obje mjere izvedu zajedno.

U analizi energetske optimizacije zgrada značajan je ekonomski vijek trajanja pojedinih elemenata (proizvoda, mjera) koji su ugrađeni u zgradu, koji je dva do tri puta niži od tehničkog/fizičkog vijeka trajanja. Ekonomski vijek trajanja mjera i/ili elemenata omotača, zgrada prema studijama i literaturi Norveške [6] i Njemačke[7], u prosjeku

je 30 godina, osim za zaptivnu masu koja ima vijek trajanja 5 godina.

Energetskom i ekonomskom analizom energetske optimizacije omotača zgrada [5], reprezentativnih uzoraka postojećih stambenih zgrada Banjaluke, ukazano je da je najveći efekat uštede energije i isplativosti mjera, ako se obnovi cjelokupni omotač, a ne pojedinačni elementi omotača (posebno u slučaju zamjene prozora, mjera koja se pokazala kao neisplativa) – Sl. 3.



Sl. 3. Uporedni prikaz ekonomskih pokazatelja na pojedinačnim mjerama i pri obnovi cjelokupnog omotača, na slici lijevo prikaz inicijalnog finansijskog ulaganja u EUR i uštede na godišnjem nivou u EUR i kWh, na slici desno prikaz perioda otplate (Payback i Pay-off) i kvocijenta NPVQ, kao najboljeg pokazatelja pri rangiranju mjera

Odabrani adekvatni parametri za transparentne elemente omotača, pri proračunima energetske karakteristika u obnovi postojećih stambenih zgrada i gradnji novih, preko gore navedenih energetske i ekonomske analize i ekonomskog vijeka trajanja pojedinih mjera i/ili elemenata omotača su okviri koji dostižu $U_f=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (npr. PVC profili), sa dvostrukim termoizolacionim staklom od 4mm sa razmakom (šupljini) od 16mm, pri tome da unutrašnje staklo sa unutrašnje strane prema šupljini ima niskoemisionu prevlaku i da je šupljina ispunjena vazduhom $U_g=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (šupljina punjena argonom, nakon izvjesnog vremena može postati punjena vazduhom zbog ekonomskog vijeka trajanja zaptivne gume) sa faktorom dotoka od sunca kroz zastakljenje od $g=0,63$ ($4+16+*4$). Aluminijski distancer između stakala koji zajedno sa staklom kada je ugrađeno u navedeni profil ima linijske toplotne gubitke od $\Psi_g=0,07 \text{ W/mK}$, te svi navedeni koeficijenti ukazaće da je za karakteristični prozor (dvokrilni prozor 180x140cm) $U_w=1,57 \text{ W/m}^2\text{K}$.

ZAKLJUČAK

Masovna upotreba stakla od 3mm u prozorima stambenih zgrada Amerike (posmatrajući istu klimatsku zonu, kao što je regija Sjever u Bosni i Hercegovini), može se tražiti u činjenicama da se takva vrsta zastakljenja koristi na montažnim drvenim konstrukcijama prizemnih ili dvoetažnih kuća, da je jedinica zastakljenja najčešće u drvenim okvirima, i da pri prirodnim katastrofama koje su česte na američkom tlu, želi se prouzrokovati što manje građevinskog otpada, što ako uzmemo u obzir životni ciklus materijala i njegov uticaj na prirodno okruženje, tako bi se i trebalo odnositi prema građevinskim materijalima (proizvodima).

Prema proizvođačima u Bosni i Hercegovini, u proizvodnji termoizolacionog stakla za stambene zgrade

mogla bi se primjenjivati debljina od 3mm, jedino na šta oni ukazuju je da pri proizvodnji termoizolacionih stakala debljine 3mm više se uništi stakla, pa da iako je jeftinije staklo od 3mm nego od 4mm, njegova upotreba u termoizolacionim jedinicama zastakljenja za njih je ekonomski neisplativa.

Najpovoljnija dozvoljena vrijednost U-koeficijenta za otvore na omotaču stambenih zgrada (prozore i balkonska vrata) na području Bosne i Hercegovine za oblast (regiju) Sjever je $1,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Evropska unija sa deklaracijama proizvoda o uticaju na životnu sredinu (EPD- *Environmental Product Declaration*) ukazuje da će biti neophodno za adekvatnu ekološku analizu istražiti koliki je utrošak primarne energije (neobnovljive) i potencijal globalnog zagrijavanja za građevinske materijale koji se proizvode u Bosni i Hercegovini. Materijali iz Evropske unije koji posjeduju ekološke deklaracije, a na tržištu su Bosne i Hercegovine, moraju se ponovo analizirati na području Bosne i Hercegovine, zbog udaljenosti proizvodnog pogona i potencijalnog enormnog utroška energije za transport istog.

LITERATURA

- [1] M. Hegger, M. Fuchs, T. Stark and M. Zeumer, „Energy Manual: sustainable architecture“, Basel: Birkhäuser, 2008., pp. 85.
- [2] R. Krippner, F. Musso, „Basic Facade Apertures“, Birkhauser: Basel, Boston, Berlin, 2008., pp. 19.
- [3] O. Beier Costa, R. Greiner, R. Rinkens, „Glass Time –technical manual“, Luxembourg: GUARDIAN Europe, 2012.
- [4] AGC Glass Europe. Datum preuzimanja 25.02.2013. Internet:

<http://www.yourglass.com/configurator/gb/en/toolbox/configurator/main.html>

- [5] D. Gajić, „Energetska optimizacija omotača reprezentativnih uzoraka postojećih stambenih zgrada grada Banjaluka“, Beograd – doktorska disertacija, 2014.
- [6] ENSI, „Profitability Calculations“, interni dokument, 2008.
- [7] G. Giebeler, R. Fisch, H. Krause, F. Musso, K.-H. Petzinka and A. Rudolphi, „Refurbishment Manual“, Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 2009., pp. 23.

Abstract – *This paper displays market materials and products that make architectural openings of residential buildings, whose characteristics and performance determined the setting of appropriate parameters involved in the calculations of building energy performances in the reconstruction of buildings, as well as during the construction of new ones in Bosnia and Herzegovina. The relationships of U-value and costs of materials and products that are envelope transparent elements, are analysed in this paper.*

DETERMINATION OF PARAMETERS FOR ENERGY OPTIMIZATION OF ENVELOPE TRANSPARENT ELEMENTS OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Darija Gajic