

## ПРИМЈЕНА РЕГУЛАТИВЕ РЕПУБЛИКЕ ХРВАТСКЕ И СРБИЈЕ НА ЕНЕРГЕТСКУ ОПТИМИЗАЦИЈУ ОМОТАЧА ПОСТОЈЕЋИХ СТАМБЕНИХ ЗГРАДА ГРАДА БАЊАЛУКА

Дарија Гајић, дипл. инж. арх., Архитектонско-грађевински факултет Универзитета у Бањој Луци  
Дарко Тодоровић, дипл. инж. арх., Архитектонско-грађевински факултет Универзитета у Бањој Луци  
Зоран Јанковић, дипл. инж. маш., „Пројект а.д.“ Бањалука

*Садржај – Предметни рад представља анализе енергетских уштеда и цијене коштања примјењених мјера на енергетској оптимизацији цјелокупног омотача на конкретном примјеру (репрезентативном узорку постојеће стамбене зграде у Бањалуци), те у недостатку предметне регулативе на подручју Републике Српске, уједно дају за климатске услове Бањалуке и адекватан приједлог поставке мјера (граничних/допуштених вриједности коефицијената пролаза топлоте за елементе омотача зграде).*

### 1. УВОД

На концепт енергетске оптимизације зграде, који има захтјеве за минималном потрошњом енергије, утичу свеобухватни гранични услови (употреба, енергија, клима и комфор), урбанистички параметри и инфраструктура окружења, омотач зграде, инсталације у згради, материјали и стратегије, концепти и законски прописи, на основу којих ће се испланирати мјере обнове зграда усклађене са енергетским, економским и еколошким захтјевима [1].

Првенствени задатак овог рада је да се прикаже научној и стручној јавности, како изгледа примјена регулативе из земаља у окружењу на конкретном примјеру омотача репрезентативног узорка постојеће стамбене зграде у климатским условима града Бањалука, као и приказ адекватне поставке максималних допуштених вриједности коефицијената пролаза топлоте за елементе омотача зграде), при обнови цјеловитог омотача постојећих стамбених зграда, као и при новоградњи истих.

### 2. ОДРЕЂИВАЊЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГ УЗОРКА ЗА ЕНЕРГЕТСКУ ОПТИМИЗАЦИЈУ ПОСТОЈЕЋЕ СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ

Увидом у стање постојећег грађевинског фонда Бањалуке оствареног анализом резултата пописа становиштва, станова и домаћинстава спроведених у претходном периоду (1961,1971,1981,1991)[2], праћењем доношења и примјене прописа и стандарда о топлотној заштити објеката на предметном подручју, анализом врста конструктивних система и материјализације стамбених зграда са акцентом на вриједности коефицијента пролаза топлоте омотача истих, те присутности на предметном подручју долази се до сазнања да се треба обновити, скоро сав, постојећи грађевински фонд града Бањалука до 1980. године. Сама чињеница да је у Европској унији обавезујућа пракса да се обнављају зграде које су старије од 40 година, због временског трајања самих елемената који су уграђени у

зграду (пројектни временски хоризонт трајања зграда је 60 година)<sup>1</sup>, указује да је изградња до 1980. године приоритетна за обнову [3,4].

Репрезентативни узорак постојеће стамбене зграде одређен је детаљним енергетским аудитом – одређивањем специфичне потрошње топлотне енергије за гријање, када се над узорцима из два карактеристична периода (1945-1967 и 1967-1980) дошло до сазнања да Узорак 1 из периода 1945-1967 има већу потрошњу топлотне енергије у основи (пројектна унутрашња температура у просторијама станова 20°C) за око 10% него Узорак 2 (1967-1980). Ефикасност система гријања у предметним узорцима створила је мању разлику између ова два узорка, тако да је специфична потрошња топлотне енергије (коришћена/финална топлотна енергија) код Узорка 1 за 4,2% виша него што је код Узорка 2. На потрошњу испоручене топлотне енергије, а с тим и примарне топлотне енергије и емисије CO<sub>2</sub>, утицала је удаљеност насеља у којима су смјештени репрезентативни узорци од централног постројења градске топлане, што је резултовало да Узорак 1 има за око 62% већу потрошњу примарне топлотне енергије и емисије CO<sub>2</sub> од Узорка 2.

### 3. ПРЕГЛЕД РЕГУЛАТИВЕ О ЕНЕРГЕТСКОЈ ЕФИКАСНОСТИ И ТОПЛОТНОЈ ЗАШТИТИ ЗГРАДА У ЗЕМЉАМА У ОКРУЖЕЊУ

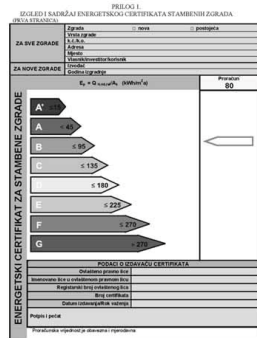
Колико је важна примјена Директиве 2002/91/ЕС о енергетским перформансама, односно карактеристикама зграда из 2002. године у пракси Европске уније, говори чињеница да је два пута извршена надградња овог документа и то Директивом из 2006. године, гдје се између осталог наводи да је енергетски преглед зграде еквивалент енергетском сертификавању<sup>2</sup> и Директивом 2010/31/EU из 2010. године која проширује обим и захтјеве за енергетском уштедом. Настојања Републике

<sup>1</sup> Иако су ови параметри наведени у ISO 15686-1:2011 Buildings and constructed assets—Service life planning –Part 1: General principles and framework, на примјеру термоизолационог стакла према Construction Materials Manual (Hegger и др., 2006) термоизолационо стакло има трајност од 50 година, европске нормe EN 1279 наводе да се мора обезбједити трајање од 25 година, док при обнови зграда у Њемачкој, Refurbishment Manual- maintenance, conversions, extension (Giebler и др, 2009), је утврђено да таква врста застакљења има вијек трајања од 20-35 година, што говори да би обнова зграда већ након 30 година била неопходна (замјена или обнова значајнијих елемената нпр. прозори, кровни покривачи и осталих облога омотача)

<sup>2</sup> „Directive 2006/32/EC of European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC“, Official Journal of the European Union, 27.04.2006., L 114/64-85 и EN 15127/2007 - Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for the energy certification of buildings

Српске да се полако укључи у активности које су заживјеле у Европској унији, приказана су кроз *Стратегију развоја енергетике Републике Српске до 2030. године*, која је усвојена у марту 2012. године, те кроз нацрт *Закона о енергетској ефикасности* који је прихваћен од стране Скупштине Републике Српске у јуну 2013. Пошто је у Републици Српској тек донешен Закон о енергетској ефикасности, а није донешена предметна регулатива, сагледано је какви су нови правилници везани за топлотну заштиту, рационалну употребу енергије и енергетско сертификавање зграда у земљама у окружењу Босне и Херцеговине, као и у самој Босни и Херцеговини, који не важе на подручју Републике Српске. У Федерацији Босне и Херцеговине је од 2010. године на снази *Правилник о техничким захтјевима за топлотну заштиту и рационалну употребу енергије* [5], који је идентичан са истоименим правилником Хрватске (*Технички пропис о рационалној упораби енергије и топлинској заштити у зградама* [6] на снази од септембра 2008. године). На основу тог правилника је у јулу исте године у Федерацији БиХ образован и *Правилник о енергетском сертификавању објеката*, који је у коализији са Хрватским *Правилником о енергетском сертификавању зграда* из марта 2010. године. (Сл. 1.)

**ПРАВИЛНИК  
О ЕНЕРГЕТСКОМ ЦЕРТИФИЦИРАЊУ ОБЈЕКТА**



Po ovlaštenju  
Vlade Federacije  
Bosne i Hercegovine  
Premijer  
Mustafa Mujezinović, s. r.  
Broj 01-02-2-888/10  
23. jula 2010. godine

**ПРАВИЛНИК  
О ЕНЕРГЕТСКОМ ЦЕРТИФИЦИРАЊУ ЗГРАДА**



Ministrica  
Marina  
Matulović  
Drobnjić, dipl.  
ing. arh., v. r.  
Urbroj: 531-01-10-01  
Zagreb, 15. ožujka 2010.

Сл. 1. Приказ Правилника о енергетском сертификавању зграда у Федерацији БиХ и Хрватској

У тим новим правилницима видно је да је Федерација БиХ преузела климатске зоне Хрватске и да су некадашње три климатске зоне бивше Југославије сведене у оба правилника на двије. Код ових Правилника постоје нејасноће везане за параметре који су показатељи, односно индикатори енергетског разреда и висине вриједности максимално дозвољене годишње потребне енергије за гријање које су подјелене само у двије категорије (стамбене и нестамбене) и у зависности су од пројектне температуре зграде (за 18 и вишу и за вишу од 12, а мању од 18) и фактора облика зграде. За разлику од тих правилника, Правилник Републике Србије (*Правилник о енергетској ефикасности зграда* из августа 2011. године и *Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда* из јула 2011. године (Сл. 2.)), висину вриједности енергетског разреда је разврстао према осам

категирија (врсте) нестамбених зграда и двије категорије стамбених зграда и за сваку категорију наведена је максимална дозвољена годишња потребна финална енергија за гријање [7].

**ПРАВИЛНИК  
О УСЛОВИМА, САДРЖИНИ И НАЧИНУ ИЗДАВАЊА СЕРТИФИКАТА О  
ЕНЕРГЕТСКИМ СВОЈСТВИМА ЗГРАДА**

Образац 1 – ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ

Фотграфија зграде (једна могућност)	ЗГРАДА	<input type="checkbox"/> нова	<input checked="" type="checkbox"/> постојећа																
	Категорија зграде	<input type="checkbox"/> Зграда са једним станом <input checked="" type="checkbox"/> Зграда са више станова																	
	Место, адреса																		
	Катастарска парцела																		
	Назив/инвеститор/пра или власник																		
	Име/име																		
	Година изградње																		
	Година реконструкције/ енергетске санације																		
	Нето површина $A_n$ [m <sup>2</sup> ]																		
	Прорачун	$Q_{k,calc}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$Q_{k,fin}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]																
	45	34																	
<table border="1"> <tr><td>A+</td><td>≤ 15</td></tr> <tr><td>A</td><td>≤ 25</td></tr> <tr><td>B</td><td>≤ 50</td></tr> <tr><td>C</td><td>≤ 100</td></tr> <tr><td>D</td><td>≤ 150</td></tr> <tr><td>E</td><td>≤ 200</td></tr> <tr><td>F</td><td>≤ 250</td></tr> <tr><td>G</td><td>&gt; 250</td></tr> </table>		A+	≤ 15	A	≤ 25	B	≤ 50	C	≤ 100	D	≤ 150	E	≤ 200	F	≤ 250	G	> 250	<b>B</b>	
A+	≤ 15																		
A	≤ 25																		
B	≤ 50																		
C	≤ 100																		
D	≤ 150																		
E	≤ 200																		
F	≤ 250																		
G	> 250																		
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош																			
Својствена организација:																			
Потпис овлашћеног лица и печат организације:																			
M.P.																			
Потпис и печат надлежног инжењера ЕЕ:																			

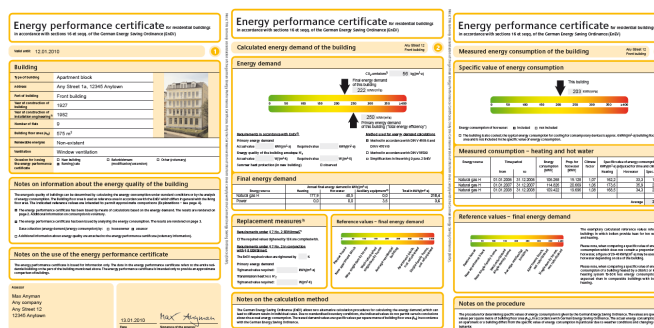
У Београду, 22. јула 2011. године

МИНИСТАР

Др Оливер Дулић

Сл. 2. Правилник о енергетском сертификавању зграда у Србији

Нејасноће везане за параметар допуштена годишња потребна енергија за гријање у правилницима Федерације БиХ и Хрватске су у томе што није познато да ли је то захтјев за примарном или финалном потребном енергијом. На примјеру Немачке, на енергетској исказници (пасошу) наводе се израчуната примарна и финална потребна енергија за гријање, загријавање топле воде и разне потрошаче електричне енергије и измјерена финална потрошња енергије у згради. (Сл. 3.)



Сл. 3. Примјер прве три стране енергетског сертификата за стамбену зграду у Немачкој, преузето 06.10.2012. са странице <http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=9632>

У правилнику Федерације БиХ у члану 3. тачка 19. наведено је да је енергетски разред зграде индикатор

енергетских својстава зграде, а изражен је преко годишње потребне енергије за гријање за референтне климатске податке сведене на јединицу корисне површине зграде  $Q'_{H,nd}$  [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ]. У правилнику Хрватске у чланку 3. тачка 17. је наведено исто, али да је то за стамбене зграде, док је за нестамбене индикатор изражен преко релативне вриједности годишње потребне топлотне енергије за гријање, да би под тачком 47. било наведено да је то омјер специфичне годишње потребне топлотне енергије за гријање за референтне климатске податке и допуштене специфичне годишње топлотне енергије за гријање  $Q'_{H,nd}$  [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ] (исто што и годишња потребна топлотна енергија за гријање по јединици волумена гријаног дијела зграде). Федерација БиХ која је преузела Технички пропис о рационалној упораби енергије и топлинској заштити у зградама Хрватске није у потпуности преузела правилник о енергетском сертификарању, гдје је дошло до одступања у приказу и висини вриједности индикатора (показатеља) енергетског разреда. Карактеристично је да је висина вриједности (финалне специфичне потрошње енергије за гријање) енергетских разреда у Хрватској и Србији идентична (нпр. разред  $B \leq 50$ ,  $C \leq 100$ ), док је код Федерације БиХ виша (нпр. разред  $B \leq 95$ ,  $C \leq 135$ ).

У *Правилнику о енергетској ефикасности зграда Србије* захтјеви који се морају испунити при обнови постојећих стамбених вишеспратних зграда своде се на то да се обезбједи минималан комфор и да се испуне вриједности које не прелазе дозвољене граничне (максималне) вриједности коефицијената пролаза топлоте за постојеће зграде и трансмисионих губитака топлоте у зависности од фактора облика зграде (параметар који није разврстан на нове и постојеће зграде), затим да дозвољена годишња максимална потрошња енергије за гријање постојеће стамбене зграде не прелази  $70 \text{ kWh}/\text{m}^2$  и да енергетски разред постојеће зграде након обнове мора бити побољшан за најмање један разред.

У *Техничком пропису о рационалној упораби енергије и топлинској заштити у зградама Хрватске*, захтјеви који се морају испунити при обнови зграда у случају карактеристичних узорака могу се одредити кроз два случаја:

- ако се обнавља најмање 75% омотача гријаног дијела зграде или ако се најмање 25% површине сваког дијела омотача обнавља примјењују се захтјеви као за нове зграде, да је годишња потребна топлотна енергија за гријање по  $\text{m}^2$  у зависности од фактора облика зграде, трансмисиони губици топлоте у зависности од фактора облика зграде, дозвољене граничне (максималне) вриједности коефицијената пролаза топлоте гријаног омотача зграде,

- ако се обнавља један (појединачан) дио омотача површине веће од 25% примјењују се захтјеви за дозвољене граничне (максималне) вриједности коефицијената пролаза топлоте тог дијела омотача.

Коријене горе наведених правилника и прописа можемо сагледати у њемачком пропису о уштеди енергије (EnEV) из 2002. године, осим што према овом пропису зграда морају испунити полазне захтјеве, што се код стамбених зграда односи на то да морају испунити захтјев за трансмисионим губитком топлоте у зависности

од фактора облика зграде, док за друге врсте зграда у зависности од удјела површине прозора трансмисиони губитак топлоте у зависности од фактора облика зграде и/или годишњу примарну потребну енергију зграде [8].

#### 4. АНАЛИЗА ЕНЕРГЕТСКИХ УШТЕДА ПРИМЈЕНОМ ОДАБРАНИХ МЈЕРА ОБНОВЕ У ЦИЉУ ЕНЕРГЕТСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ ОМОТАЧА РЕЛЕВАНТНЕ ЗА РЕПРЕЗЕНТАТИВНИ УЗОРАК

Одабир адекватних мјера и материјала у овом раду, који учествују у енергетској оптимизацији омотача зграда, је резултат истраживања који се водио критеријумом сертифициране физичке и техничке карактеристике материјала конкретних произвођача, материјала који у највећем обиму (због ниског коефицијента топлотне проводљивости) чине најзначајнију компоненту мјере за енергетску оптимизацију омотача постојећих стамбених зграда у циљу смањења потрошње енергије за гријање, затим према доступности и према критеријуму цијене истог на тржишту Босне и Херцеговине.

Према *Правилнику о енергетској ефикасности Србије*, ако сагледамо највеће дозвољене вриједности коефицијента пролаза топлоте,  $U_{max}$  [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] за елементе топлотног омотача за постојеће зграде Узорак 1 ће свести пројектну специфичну коришћену/финалну потрошњу енергије за гријање узорка од  $164,4 \text{ kWh}/\text{m}^2$  на  $35,8 \text{ kWh}/\text{m}^2$ , односно имао би за 78% нижу потрошњу енергије за гријање. У колико мјере енергетске ефикасности сведемо само на параметре највеће дозвољене вриједности коефицијента пролаза топлоте према овом Правилнику за спољашњи зид, коси кров изнад негријаног простора (кров) и међуспратна конструкција изнад негријаног простора (под) од  $0,40 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  (нпр. достизање ове мјере за спољашњи зид код репрезентативног узорка узимајући у обзир и повећање коефицијента за  $0,05 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  је додавање  $9\text{cm}$  топлотне изолације са коефицијентом топлотне проводљивости од  $\lambda=0,040 \text{ W}/\text{mK}$ ) и за прозоре од  $1,50 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  (нпр. достизање ове мјере, код репрезентативног узорка су елементи двокрилног прозора  $180 \times 140\text{cm}$  са  $U_f=1,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ,  $U_g=1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ,  $\Psi_g=0,07 \text{ W}/\text{mK}$ ) што ће под претпоставком побољшати и инфилтрацију са  $0,6$ , на  $0,5 \text{ l}/\text{h}$ , за Узорак 1 ће из енергетског разреда  $F$ , прећи у енергетски разред  $C$ , за три разреда више (Сл. 4.).

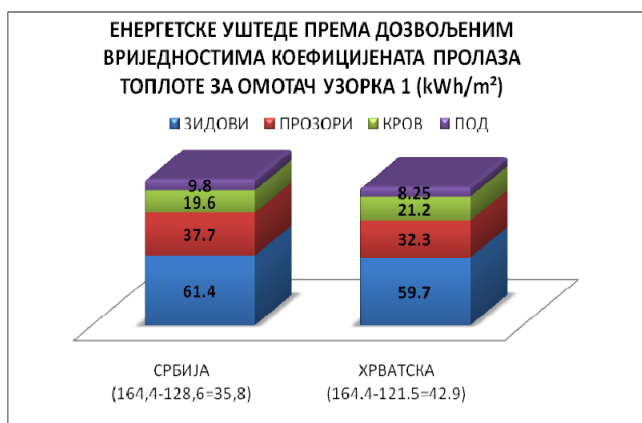
Енергетски разред	Зграде са више станова		
	нове	постојеће	
	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ]	$Q_{H,nd}$ [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ]
A+	$\leq 15$	$\leq 9$	$\leq 10$
A	$\leq 25$	$\leq 15$	$\leq 18$
B	$\leq 50$	$\leq 30$	$\leq 35$
C	$\leq 100$	$\leq 60$	$\leq 70$
D	$\leq 150$	$\leq 90$	$\leq 105$
E	$\leq 200$	$\leq 120$	$\leq 140$
F	$\leq 250$	$\leq 150$	$\leq 175$
G	$> 250$	$> 150$	$> 175$

Сл. 4. Приказ енергетских разреда за стамбене зграде са више станова према *Правилнику о енергетској ефикасности Србије*

Према члану 7. Правилника о условима, садржини и начину издавању сертификата о енергетским својствима зграда да при обнови постојеће зграде енергетски разред мора бити побољшан за најмање један разред, може се сматрати да ће само достизање највеће дозвољене вриједности наведених коефицијената пролаза топлоте,  $U_{max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] за елементе топлотног омотача за постојеће зграде према Правилнику о енергетској ефикасности, учинити да Узорак 1 то и постигне.

Ако посматрамо наведене параметре трансмисионих губитака топлоте у зависности од фактора облика зграде (достизање  $H^*_{T}=0,68$  W/m<sup>2</sup>K за A/V=0,40 Узорка 1), наведене дозвољене вриједности коефицијента пролаза топлоте за постојеће зграде не могу испунити захтјеве за трансмисионим губицима наведеним у овом Правилнику (износ 0,70 W/m<sup>2</sup>K), иако би  $U_{max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] код Узорка 1 свео потрошњу енергије за гријање и на дупло нижу од дозвољене (35,8 kWh/m<sup>2</sup>, у односу на 70 kWh/m<sup>2</sup>), указује да би у Правилнику Србије требало бити јасно наведено који се захтјеви требају испунити при обнови постојећих (стамбених) зграда.

Мјере према највећим дозвољеним вриједности коефицијента пролаза топлоте за спољашњи зид створио би енергетску штеду од 61,4 kWh/m<sup>2</sup>, што умањује пројектну специфичну потрошњу енергије за гријање за 37,3%, за кров 19,6 kWh/m<sup>2</sup> (12%), за под 9,8 kWh/m<sup>2</sup> (6%), за прозоре 30,2 kWh/m<sup>2</sup> (18,4%) и инфилтрација за 7,5 kWh/m<sup>2</sup> (4,6%). Само енергетска анализа је указала да споменуте мјере енергетске ефикасности у односу на површине истих највише се енергетске уштеде остваре на спољашњем зиду и прозорима (однос површина и уштеда ових мјера је 2,03), затим на крову (однос површина спољашњег зида и крова је 2,41, а уштеда 3,13 у корист спољашњег зида), па на поду (однос површина крова и пода је 1, а уштеда 2). (Сл.5.)



Сл.5. Упоредни приказ енергетских уштеда водећи се граничним/дозвољеним вриједностима коефицијената пролаза топлоте карактеристичним за Узорак 1 према Правилнику о енергетској ефикасности Србије и Техничком пропису о рационалној упораби енергије Хрватске

Мјере према највећим допуштеним вриједностима коефицијената пролаза топлоте  $U$  [W/(m<sup>2</sup>K)] грађевинских дијелова након захвата на постојећим објектима Технички пропис о рационалној упораби енергије и топлинској заштити у зградама на подручју

Хрватске (идентичан са Правилником о техничким захтјевима за топлотну заштиту објеката и рационалну употребу енергије Федерације Босне и Херцеговине), Узорак 1 ће свести пројектну специфичну потрошњу енергије за гријање узорка од 164,4 kWh/m<sup>2</sup> на 42,9 kWh/m<sup>2</sup> (за око 74% нижа потрошња енергије за гријање).

Свођењем мјера енергетске ефикасности само на параметре највеће дозвољене вриједности коефицијента пролаза топлоте према овим Правилницима за спољашњи зид 0,45 W/m<sup>2</sup>K, таваница изнад негријаног простора (кров) 0,30 W/m<sup>2</sup>K, међуспратна конструкција изнад негријаног простора (под) од 0,50 W/m<sup>2</sup>K и за прозоре од 1,80 W/m<sup>2</sup>K, што директно побољшава и инфилтрацију са 0,6, на 0,5 1/h (хигијенски захтјеви за бројем измјена ваздуха у стамбеним просторијама), за Узорак 1 ће из енергетског разреда E, прећи у високи енергетски разред B, за три разреда више, и у Правилнику о енергетским прегледима и енергетском сертификарању зграда Хрватске није наведено при обнови који се разред мора достићи, него да примјењене енергетски ефикасне мјере требају бити економски оправдане и оне су наведене у истоименом Правилнику. Према Правилнику о енергетском сертификавању објеката Федерације Босне и Херцеговине Узорак 1 ће из енергетског разреда D, прећи у енергетски разред A. (Сл. 6.)

Енергетски разред	$Q_{изл,гр}$ – специфична годишња потребна топлинска енергија за гријање за референтне климатске податке у kWh/(m <sup>2</sup> a)	Енергетски разред	Специфична годишња потребна топлинска енергија за гријање у kWh/(m <sup>2</sup> a)
A+	≤ 15	A+	≤ 15
A	≤ 25	A	≤ 45
B	≤ 50	B	≤ 95
C	≤ 100	C	≤ 135
D	≤ 150	D	≤ 180
E	≤ 200	E	≤ 225
F	≤ 250	F	≤ 270
G	> 250	G	> 270

Сл. 6. Приказ енергетских разреда за стамбене зграде, слика лијево према Правилнику Хрватске, слика десно Правилник Федерације Босне и Херцеговине

Мјере према највећим дозвољеним вриједности коефицијента пролаза топлоте за спољашњи зид створио би енергетску штеду од 59,7 kWh/m<sup>2</sup>, што умањује пројектну специфичну потрошњу енергије за гријање за 36,3%, за кров 21,2 kWh/m<sup>2</sup> (12,9%), за под 8,25 kWh/m<sup>2</sup> (5%), за прозоре 24,74 kWh/m<sup>2</sup> (15%) и инфилтрација за 7,55 kWh/m<sup>2</sup> (4,6%). (Сл. 5.)

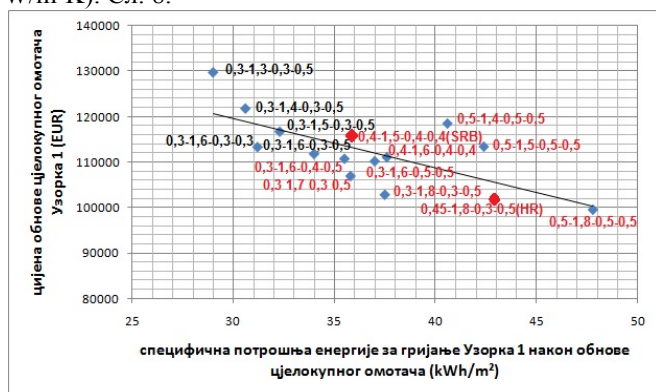
Мјере енергетске ефикасности према дозвољеним коефицијентима пролаза топлоте за омотач зграде у односу на површине истих указују да се највећа енергетска уштеда само у једном случају оствари на спољашњем зиду (код хрватских прописа, ако се уштеде на побољшању инфилтрације расподијеле једнако на спољашње зидове и прозоре), ако би инфилтрацију додали само прозорима, највећа енергетска уштеда била би на прозорима. Дозвољени коефицијенти пролаза топлоте за омотач зграде у односу на површине истих према правилнику Србије указују да се највеће енергетске уштеде остваре на прозорима.

Примјењеном анализи према доступним, најадекватнијим материјалима и мјерама (цијенама мјера са ПДВ-ом), према захтјевима дозвољених вриједности коефицијената пролаза топлоте у Хрватској би при обнови Узорка 1 у односу на Србију уштедили за 13,8%

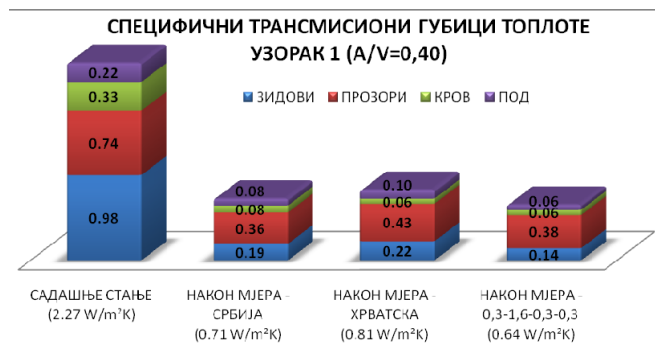


уложених инвестиционих средстава (14.050 EUR), иако би примјењујући наведене захтјеве у Србији уштеда специфичне потрошње енергије за гријање била за 7,1 kWh/m<sup>2</sup> већа него у Хрватској, односно већа за ~20%. (Сл. 7.)

Према хрватском пропису увођењем захтјева код већих обнова (више од 75% омотача) да се мора достићи и да је годишња потребна топлотна енергија за гријање по m<sup>2</sup> у зависности од фактора облика зграде (за овај постојећи узорак  $Q'_{H,nd}=61,6$  kWh/m<sup>2</sup>) и трансмисиони губици топлоте у зависности од фактора облика зграде ( $H'_T=0,675$  W/m<sup>2</sup>K), Узорак 1 такође не може само са граничним (дозвољеним/максималним) вриједностима коефицијената пролаза топлоте достићи захтјеване трансмисионе губитке топлоте (са  $U_{max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)]) достиже  $H'_T=0,80$  W/m<sup>2</sup>K, док према ригорознијим  $U_{max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] у Правилнику Србије достиже  $H'_T=0,70$  W/m<sup>2</sup>K). Сл. 8.



Сл. 7. Приказ односа специфичне потрошње енергије за гријање Узорка 1 и цијене радова и материјала при обнови (са ПДВ-ом) на тржишту Босне и Херцеговине (цијене из марта 2013. године)



Сл. 8. Упоредни приказ садашњег стања специфичних трансмисионих губитака и стања какво би било након примјењених мјера обнове на омотачу Узорка 1

## 5. ЗАКЉУЧАК

Енергетска и економска анализа према најдоступнијим мјерама (анализа 15 поставки коефицијента пролаза топлоте кроз омотач), издефинисала је да је најповољнија поставка дозвољених вриједности коефицијената пролаза топлоте, која би задовољила и захтјев за трансмисионим губицима топлоте у односу на фактор облика зграде Узорка 1, требала бити 0,3 W/(m<sup>2</sup>K) за спољашњи зид, 1,6 W/(m<sup>2</sup>K)

за отворе на омотачу (прозоре и балконска врата), 0,3 W/(m<sup>2</sup>K) за међуспратну конструкцију испод негријаног простора, 0,3 W/(m<sup>2</sup>K) за међуспратну конструкцију изнад негријаног простора.

Анализа је указала да ако примјенимо све мјере на енергетској оптимизацији омотача (према достизању  $U_{max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)]) Узорка 1, иако ригорозније мјере у Србији и свођење финалне специфичне потрошње енергије за гријање на 35,8 kWh/m<sup>2</sup>, за разлику од Хрватске и Федерације БиХ гдје износи 42,9 kWh/m<sup>2</sup>, у Србији енергетски оптимизована зграда, преко мјера достизања највећих дозвољених вриједности коефицијената пролаза топлоте за омотач зграде, припадала би енергетском разреду C, да би у Хрватској достигла енергетски разред B, а да би у Федерацији БиХ припадала енергетском разреду A.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Hegger, M. Fuchs, T. Stark and M. Zeumer, „Energy manual: sustainable architecture“, Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 2008.
  - [2] А. Фурунџић-Крстић, Д. Гајић, Д. Тодоровић и С. Чворо, „Унапређење енергетских перформанси постојећег грађевинског фонда Града Бањалуке – формирање базе података“, у: Симоновић, Дијана и Невена Новаковић, ур. *Урбана и градитељска обнова Града Бањалуке у духу одрживог развоја - уводна разматрања*, Бањалука: Архитектонско-грађевински факултет Универзитета у Бањој Луци, 2008., стр. 182-197
  - [3] M. Hegger, V. Auch-Schwelk, M. Fuchs and T. Rosenkranz, „Construction Materials Manual“, Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 2006.
  - [4] G. Giebeler, R. Fisch, H. Krause, F. Musso, K.-H. Petzinka and A. Rudolphi, „Refurbishment Manual“, Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 2009.
  - [5] Правилник о техничким захтјевима за топлотну заштиту и рационалну употребу енергије, доступно 10.06.2013. године на страници [http://www.fmpu.gov.ba/pravilnici/pravilnik\\_energetsko\\_certificiranje\\_objekata.PDF](http://www.fmpu.gov.ba/pravilnici/pravilnik_energetsko_certificiranje_objekata.PDF)
  - [6] Технички пропис о рационалној упораби енергије и топлинској заштити у зградама, доступно 10.06.2013. на страници [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_07\\_81\\_1906.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_07_81_1906.html)
  - [7] Правилник о енергетској ефикасности зграда и Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, доступно 10.06.2013. године на страници <http://www.ingkomora.org.rs/strucniispiti/?stranica=materijalEE>
  - [8] В. Виљемс, К. Шилд и С. Динтер, „Грађевинска физика – приручник, Део 1“, Београд: Грађевинска књига, 2006., стр. 2.80-2.84
- Abstract** – The present work presents the analysis of energy savings and cost of measures applied to the energy

optimization of the entire layer of the specified example (a representative sample of the existing residential building in Banja Luka), and in the absence of the aforesaid regulations in the Republic of Srpska, at the same time provide adequate measures proposed for the climatic conditions of Banja Luka (maximum / limit of U - value  $[W/(m^2K)]$  - thermal transmittance for the elements of the building envelope).

**APPLYING OF THE SERBIAN AND CROATIAN  
REGULATIONS ON THE ENERGY OPTIMISATION  
OF ENVELOPE ON THE EXISTING RESIDENTIAL  
BUILDINGS IN THE CITY OF BANJA LUKA**

Darija Gajić, Darko Todorović, Zoran Janković