

ТОПЛОТНЕ ПЕРФОРМАНСЕ ОМОТАЧА ЗГРАДА ПРЕДШКОЛСКОГ ВАСПИТАЊА И ОБРАЗОВАЊА

Биљана Антуновић¹
Александар Јанковић²
Љубиша Прерадовић³

УДК: 699.86(497.6)

DOI: 10.14415/konferencijaGFS2014.074

Резиме: *Топлотне перформансе омотача зграде имају велики удио у енергетским перформансама цијеле зграде, економичности зграде, и наравно, очувању животне средине, што их чини све актуелнијом темом данашњице нарочито када су у питању јавне зграде. Пратећи свјетске трендове из области енергетске ефикасности и дајући значајан допринос њеном развоју на подручју Републике Српске, Архитектонско-грађевински факултет у Бањој Луци тренутно спроводи научно-истраживачки пројекат на тему: „Експериментално одређивање топлотних карактеристика омотача објеката предшколског васпитања и образовања у Бањој Луци у циљу унапређења њихове енергетске ефикасности, топлотног комфора и смањења емисије штетних гасова“. У овом раду приказан је само дио резултата, тачније анализа топлотних перформанси омотача зграде на примјеру једне од предметних предшколских установа базирана на вриједностима коефицијента пролаза топлоте елемената конструкције и термовизијских снимака омотача.*

Кључне речи: *Топлотне перформансе омотача, коефицијент пролаза топлоте*

1. УВОД

Омотач зграде представља границу између унутрашњег и спољашњег простора са намјеном да штити кориснике зграде од различитих атмосферских утицаја, а својим хигротермичким карактеристикама које су одређене структуром, правилним избором и редосљедом кориштених материјала има функцију да обезбиди комфортно и здраво окружење корисницима зграде. Топлотне перформансе омотача зграде су првенствено одређене коефицијентом пролаза топлоте U -вриједност (W/m^2) који представља полазну основу за прорачун

¹ Биљана Антуновић, дипл.физ., Универзитет у Бањалуци, Архитектонско-грађевински факултет, Степе Степановића 77/3, Бањалука, Босна и Херцеговина, тел: 0038751 462 543, е – mail: bantunovic@agfbl.org

² Александар Јанковић, дипл.физ., Универзитет у Бањалуци, Архитектонско-грађевински факултет, Степе Степановића 77/3, Бањалука, Босна и Херцеговина, тел: 0038751 462 543, е – mail: ajankovic@agfbl.org

³ Љубиша Прерадовић, дипл. инг.ел., Универзитет у Бањалуци, Архитектонско-грађевински факултет, Степе Степановића 77/3, Бањалука, Босна и Херцеговина, тел: 0038751 462 543, е – mail: ljpreradovic@agfbl.org

потрошње енергије за гријање и хлађење објекта, цијене његовог одржавања и емисије CO₂. Стога се последњих година све више инсистира на минималним пројектним U-вриједностима за нове зграде, али и на смањењу U-вриједности при реконструкцији и санацији постојећих зграда. Да би се постигла оптимална вриједност која је у складу са важећим прописима потребно је зграду изоловати чиме се истовремено смањују енергетске потребе и повећава унутрашњи комфор корисника зграде.

Када је ријеч о енергетској ефикасности и комфорном окружењу изузетан значај представља анализа јавних зграда [1], са посебним акцентом на зграде намијењене образовању и васпитању дјеце с обзиром на чињеницу да дјеца која су на почетку развојног периода проводе већи дио дана, па чак и до 10 сати дневно у затвореном простору. У прилог наведеном иде и чињеница да су зграде предшколског васпитања у Бањој Луци углавном грађене током 70их година, ограниченим финансијским средствима, без топлотне изолације и посебних захтјева везаних за комфор дјеце што има за посљедицу повећану потребу за количином енергије за гријање лети и хлађење зими како би се остварили оптимални услови боравка. Поред тога, према нашем досадашњем искуству многе зграде посједују непотпуну техничку документацију јер не садрже најважније параметре који директно утичу на коефицијент пролаза топлоте. Због свега наведеног од изузетно великог значаја је мјерење карактеристичних физичких величина које одређују топлотне перформансе омотача зграде како би се извршила правилна процјена топлотних перформанси омотача те биле предложене одговарајуће мјере санације и реконструкције објеката.

2. ТОПЛОТНЕ ПЕРФОРМАНСЕ ОМОТАЧА ЗГРАДЕ

Пратећи свјетске трендове из области енергетске ефикасности и дајући значајан допринос њеном развоју на подручју Републике Српске Архитектонско-грађевински факултет у Бањој Луци тренутно спроводи научно-истраживачки пројекат на тему: „Експериментално одређивање топлотних карактеристика омотача објеката предшколског васпитања и образовања у Бањој Луци у циљу унапређења њихове енергетске ефикасности, топлотног комфора и смањења емисије штетних гасова“. У овом раду је приказан само дио прелиминарних резултата, тачније анализа топлотних перформанси омотача зграде на примјеру једне од предметних предшколских установа у Бањалуци базирана на вриједностима коефицијената пролаза топлоте елемената конструкције и термовизијских снимака омотача. Предметни вртић је приземна зграда, изграђена 1977. године, а званично се налази у употреби од 1978. године. Капацитет вртића је 246 дјеце и 23 особе који су запосленици вртића. Вртић ради приближно 50 недјеља годишње, 5 дана у недјељи, минимално 10 сати/дан. У конструктивном погледу објекат је пројектован као скелетна армирано бетонска конструкција. Спољашњи зидови су углавном од опеке, омалтерисани са обе стране, кров је раван и садржи слојеве хидроизолације, а обрада плафона је од гипскартонских плоча. Столарија је углавном од јеловог смрчевог дрвета, а само неки прозори су од алуминијума са спојеним крилима (крило на крило).

2.1. ПРОРАЧУН ТРАНСМИСИОНИХ ГУБИТАКА КРОЗ ОМОТАЧ

За прорачун коефицијената пролаза топлоте U (W/m^2K) кориштене су упрошћене методе као што је дефинисано у одговарајућим стандардима: ЕН ИСО 6946 - за зидове, ИСО 13370 - за подове и ИСО 10077-1- за врата и прозоре итд. Међутим, све наведене методе су увелико базиране на претпоставци идеалне конструкције, мада су неке мање корекције ове вриједности предвиђене за одређене случајеве. Ипак, оне не узимају узимају у обзир различите неправилности у смислу неуредности квалитета примјењеног материјала, евентуалне неадекватне уградње, изостанка контроле или различитих могућих ефеката деградације топлотних карактеристика уграђених материјала насталих током експлоатационог периода, што доводи до значајних разлика између прорачунатих и стварних топлотних губитака зграда или дијелова зграда [1,2]. У конкретном случају зграде вртића за све елементе омотача прорачунат је удио у укупној површини омотача, удио у трансмисионим губицима омотача и коефицијент трансмисионог губитка топлоте као што је приказано у Табели 1. Највећи дио омотача зграде чини раван кров кроз који су и топлотни губици највећи и износе 38.5%. Међутим, највећи проблем представљају транспарентне површине јер са удјелом у површини омотача од свега 7.3% имају значајан удио у укупном губитку топлоте кроз омотач од чак 26.7% што је последица лошег квалитета оквира и уграђеног једноструког стакла. Фактор облика зграде износи $0.81 m^{-1}$, а удио транспарентних површина у термичком омотачу зграде је 7.04%. Укупни специфични трансмисиони губитак зграде је око 3 пута већи од дозвољеног ($H_{tmax}'=0.47 W/m^2K$) и износи $H_t'=1.25 W/m^2K$.

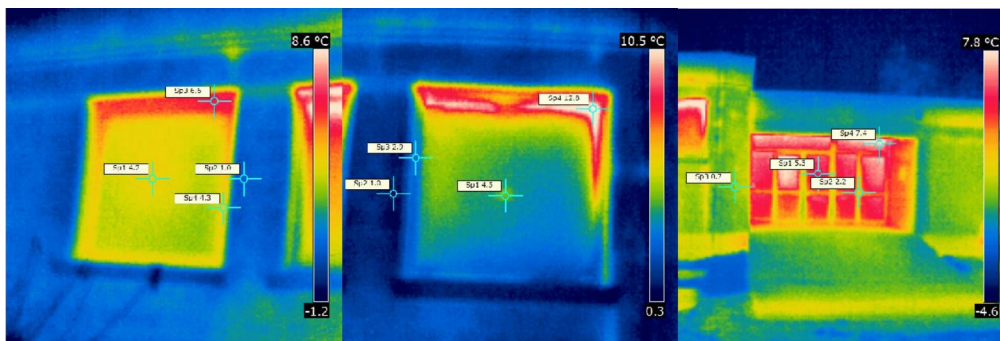
Табела 1. Удио појединачних елемената у укупној површини омотача и удио у укупним трансмисионим губицима изражени у процентима

Елемент конструкције	S (m^2)	H_T (W/K)	Удио у укупној површини омотача (%)	Удио у укупним трансмисионим губицима (%)
Спољни зид	608,68	837,16	20,3	22,3
Транспарентне површине	217,9	999,67	7,3	26,7
Раван кров	1154,63	1442,13	38,5	38,5
Под на тлу	1014,71	169,99	33,9	4,5
Топлотни мостови		299,59		8,0
Укупно	2995,92	3748,54	100,0	100,0

2.2. ТЕРМОВИЗИЈСКО СНИМАЊЕ ОМОТАЧА

За квалитативну оцјену топлотних перформанси омотача зграде извршено је снимање термовизијском камером FLIR B60. Како би се избјегло директно сунчево

зрачење na снимљеној површини снимање је извршено у јутарњим часовима, током зимског дана при емисивности површине од 0.93. Термовизијски снимци два сусједна прозора (са алуминијумским и дрвеним оквиром) и улазна врата на источној страни фасаде вртића приказани су на Слици 1. На сл.1 (лијево) може се видјети да температура површине зида (карактеритични зид омотача) близу прозора износи 1.0 °C, на средини прозора (стакло) 4.2 °C, док је на саставу стакла и рама 4.3 °C односно 6.6 °C у зависности од положаја мјерне тачке. На слици у средини приказан је дрвени прозор при чему је видљиво постојање топлотног мошта са великим губицима - температура на површини стакла износи 4.5 °C, на површини зида 1.0 °C, а на саставу рама и стакла варира од 2.9 °C до чак 12.8 °C. Примјетни су значајно мањи и равномјернији топлотни губици код двоструко остакљеног прозора са алуминијумским оквиром (слика лијево) у односу на једноструко остакљен прозор са дрвеним оквиром (слика у средини). На сл. 1 (десно) приказана су улазна балконска врата на источној страни фасаде вртића са повећаним топлотним губицима кроз транспарентне површине.

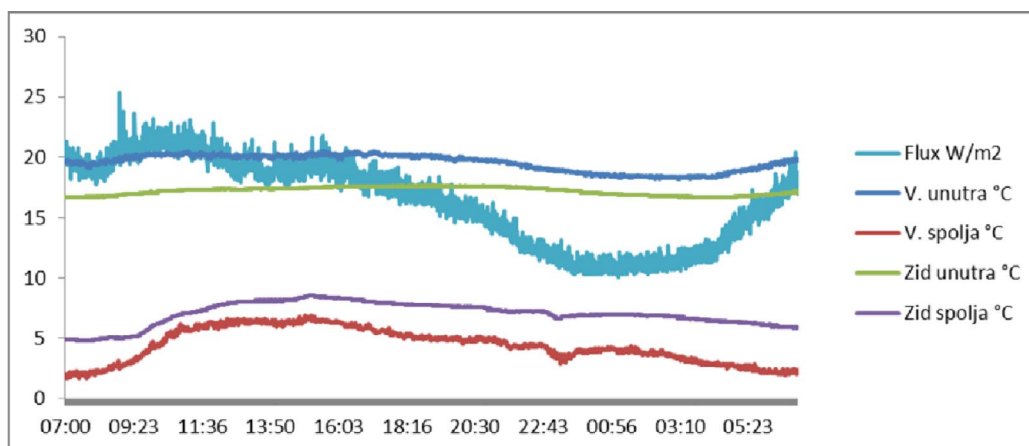


Слика 1. Прозор са алуминијумским оквиром (лијево), прозор са дрвеним оквиром (у средини), улазна врата (десно) снимљени термовизијском камером

2.3. МЈЕРЕЊЕ КОЕФИЦИЈЕНТА ПРОЛАЗА ТОПЛОТЕ – ПРЕЛИМИНАРНИ РЕЗУЛТАТИ

Мјерење коефицијента пролаза топлоте на омотачу вртића извршено је помоћу дата логера ALMEMO ALBHORN 2690-8 на карактеристичном зиду спољашње конструкције у периоду 05.02.2014. - 07.02.2014. За експериментално одређивање U-вриједности зида истовремено су мјерене густина топлотног флукса (W/m^2), температуре ваздуха унутар и изван просторије као и температуре зида са унутрашње и спољашње стране зида. Током мјерења температуре ваздуха унутар и изван просторије разликовале су се за ≥ 15 K, а резултати су приказани на слици 2. Као што се види са слике, нема великих осцилација температуре, при чему су унутрашње вриједности нешто стабилније од спољашњих, што је и очекивано. Плочница за мјерење флукса има тачност од 5% при номиналној температури од 23 °C, док температурни сензори имају тачности ± 1.5 °C (термопарови) и ± 0.03 K (Pt сензори). Међутим, при прорачуну коефицијента пролаза топлоте одузимају се

температуре истих сензора, тако да се грешке мјерења температуре међусобно поништавају, те једино преостаје вриједност грешке мјерења флукса. Кориштењем температура на унутрашњој и спољашњој површини зида и отпора прелазу топлоте са ваздуха на унутрашњу страну зида и са спољашње стране зида на ваздух $0.125 \text{ m}^2\text{K/W}$ и $0.040 \text{ m}^2\text{K/W}$ [3,4], редом добија се да коефицијент пролаза топлоте карактеристичног зида износи $U=(1.255\pm 0.169) \text{ W/m}^2\text{K}$. Из пројектне документације добијен је податак да је зид изграђен од опеке и омалтерисан са обе стране слојем продужног малтера, али не постоје подаци о топлотним карактеристикама материјала. За остале вртиће, разматране у оквиру НИП-а и изграђене током 70их година, кориштена је шупља опека, а у вријеме грађења зграде на снази су били ЈУС стандарди и у складу са тим у употреби су биле двије врсте шупље опеке⁴ топлотних проводљивости $\lambda=0.52 \text{ W/mK}$ и $\lambda=0.61 \text{ W/mK}$. Како продужни малтер у зависности густине има различите топлотне проводљивости ($\lambda=0.85\text{-}0.99 \text{ W/mK}$) у складу са горе наведеним добијен је и опсег могућих пројектних вриједности коефицијента пролаза топлоте од $U=1.249 \text{ W/m}^2\text{K}$ до $U=1.414 \text{ W/m}^2\text{K}$. Очигледно је да се измјерена и прорачуната вриједност слажу у оквиру грешке мјерења, али да су обе U -вриједности значајно веће од прописане вриједности⁵ за спољни зид постојећег објекта ($U_{\text{max}}=0.400 \text{ W/m}^2\text{K}$). Приказани резултати су прелиминарни те да би се дала коначна процјена топлотних перформанси омотача зграде потребно је проширити истраживање уграђених материјала и извршити мјерења на свим карактеристичним компонентама омотача и у дужем временском периоду, а у складу са ИСО 9869.



Слика 3. Расподјела температуре ваздуха и зида са спољашње и унутрашње стране зида и густине топлотног флукса

⁴ Захваљујемо се члановима НИП-а Проф.др Властимиру Радоњанину, Проф.др Мирјани Малешев, Мр. Гордани Броћети, Сузани Кљецанин, Тодору Гелићу, Горану Видовићу на корисним информацијама и свесрдној помоћи.

⁵ Закон о енергетској ефикасности Републике Српске је ступио на снагу у јуну 2013. год., али одговарајући Правилници још нису прописани те се за потребе НИП-а користи Правилник о енергетској ефикасности зграда Републике Србије.

3. ЗАКЉУЧАК

Анализа омотача зграде разматраног вртића у Бањалуци заснована на прорачуну топлотних губитака трансмисијом ($H_t' = 1.25 \text{ W/m}^2\text{K}$) као и на прелиминарним експерименталним мјерењима указује на лоше топлотне перформансе омотача. Међутим, имајући у виду чињеницу да је зграда грађена 70их година, те да су пројектована својства омотача упитна неопходно је извршити детаљнија истраживања као и мјерења на различитим позицијама и током дужег временског периода на бази којих би биле дате смјернице у циљу повећања укупне енергетске ефикасности објекта и постизања потребног квалитета, водећи рачуна о томе да су у питању установе за дјецу предшколског узраста те да комфортно и здраво окружење доприноси свеобухватном и здравом развоју дјецe најосјетљивије старосне доби.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Антуновић Б, Станковић М, Јанковић А, Гајић Д, Тодоровић Д, "Мјерење коефицијента пролаза топлоте зида у згради Ректората универзитета у Бањој Луци", Међународни научно-стручни скуп "Савремена теорија и пракса у градитељству", Завод за изградњу а.д., стр. 37-46, (Бања Лука, 2012.)
- [2] Adhikari S. R, Lucchi E, Pracchi V, "Experimental Measurements on Thermal Transmittance of the Opaque Vertical Walls in the Historical Buildings", PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, 2012
- [3] Каи Шилд, Волфганг М. Вилемс, Грађевинска физика - приручник - Део 1, (Грађевинска књига, 2008)
- [4] Baker Paul, U-values and traditional buildings, Historic Scotland Technical Paper 10, (Glasgow, 2011)

THE THERMAL PERFORMANCE OF THE PRESCHOOL EDUCATION BUILDING ENVELOPES

Summary: *Thermal performance of the building envelope has a significant contribution to the energy performance of entire building, its economy and, of course, environmental protection which makes it all the actual topic today, especially when it comes to public buildings. Following global trends in energy efficiency and making a significant contribution to its development in the Republic of Srpska, The Faculty of Architecture and Civil Engineering, University of Banja Luka is currently conducting scientific research project entitled " Experimental determination of the thermal characteristics of the envelope of preschool education buildings in Banja Luka in order to improve their energy efficiency, thermal comfort and reduce greenhouse gas emissions. " Only a part of the results, namely the analysis of the thermal performance of the building envelope based on the example of one of the underlying pre-school buildings using thermal transmittance values of structural elements and thermal images has been presented in this paper.*

Keywords: *Thermal performance envelope, thermal transmittance*