

## АНАЛИЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ПРЕДШКОЛСКЕ УСТАНОВЕ "КОЛИБРИ"

Свјетлана Влашки<sup>1</sup>

Драгана Штрбац<sup>2</sup>

Маринко Пећанин<sup>3</sup>

УДК: 502.171

DOI: 10.14415/konferencijaGFS 2016.093

**Резиме:** Рад приказује анализу резултата енергетског прегледаведеног у склопу пројекта "Енергетска ефикасност и комфор предшколских установа". Пројекат проводи стручни тим испред Архитектонко-грађевинско-геодетског факултета, Универзитета у Бањој Луци. Студија обухвата техничко вредновање енергетске ефикасности постојећих енергетских компоненти објекта, као што су омотач зграде, системи гријања, вентилације и климатизације. У оквиру студије проводи се вредновање потрошње енергије зграде у стварним условима рада, дефинисање описа мјера за повећање енергетске ефикасности (ЕЕ мјере). Одабрани објекат анализиран је у циљу процјене тренутног стања и одређивања енергетског разреда зграде, те дефинисања најчинковитијих мјера за повећање енергетске ефикасности.

**Кључне ријечи:** енергетска ефикасност, енергетски преглед, енергетски разред

### 1. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ

Постојеће зграде представљају велики енергетски проблем јер троше велике количине енергије и загађивач су окружења, али уједно представљају и највећи потенцијал енергетских и економских уштеда. Повећање енергетске ефикасности доноси побољшању комфора и стандарда живота и боравка у зградама као и продужавање животног вијека зграда.

1980. године је дефинисан и „синдром нездравих кућа“ (*sick building syndrome – SBS*) од стране експерата Свјетске здравствене организације. Око 10-30% модерних грађевина могу узроковати овај синдром. Основни узроци, који код људи доводе до појаве овог синдрома (инфекције, отежано дисање, анемија, лоше навике, загађење ваздуха и воде), су неадекватна изградња и употреба неадекватних материјала, а могу се дефинисати и као биолошки, хемијски и физички фактори средине, односно простор који није изолован, провјетрен, неадекватно се грије и сл. [1]

<sup>1</sup>Свјетлана Влашки, мастер инж.ен.ф., тел: +387 66 271 394, e-mail: svjetlanavlaski@gmail.com

<sup>2</sup>Драгана Штрбац, мастер арх., тел: +387 66 247 650, e-mail: draganastella@gmail.com

<sup>3</sup>Маринко Пећанин, дипл.инж.маш, e-mail: mpecanin@yahoo.com.com

Због тога се покреће питање енергетске ефикасности, која подразумева испланиране и проведене мјере, чији је циљ кориштење минимално могуће количине енергије, али тако да комфор не буде угрожен. [2]

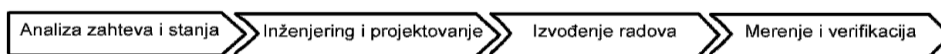
Појам **енергетска ефикасност**, у смислу побољшавања енергетских карактеристика зграде, се може односити на уређаје, техничке, грађевинске мјере, техничке и организационе системе, доношење правних и административних регулатива за спровођење енергетских мјера и сл. Под енергетски ефикасним уређајем сматра се онај уређај, који има велики степен корисног дејства, тј. мале губитке приликом трансформације једног вида енергије у други. На примјер, „обична“ сијалица велики дио електричне енергије претвара у топлотну енергију, а само мали у корисну свјетлосну енергију, и у том смислу она представља енергетски неефикасан уређај [3].

Енергетски ефикасне мјере се примјењују у циљу смањења потрошње енергије, а то су најчешће:

- замјена необновљивих енергената обновљивим,
- замјена енергетски неефикасних портошача ефикасним,
- изолација простора који се грије,
- замјена дотрајале столарије у просторима који се грију,
- уградња мјерних и регулационих уређаја за потрошаче енергије,
- увођење тарифних система од стране дистрибутера који ће подстицати штедњу енергије и сл.



Слика 1. Стратегије смањења трошкова за енергију



Слика 2. Фазе пројекта за уштеду енергије

## 2. ЕНЕРГЕТСКИ ПРЕГЛЕД (АУДИТ)

Прије сваког захвата који се односи на повећавање енергетске ефикасности треба провести енергетски преглед или аудит зграде с циљем утврђивања стварног енергетског стање зграде и приједлога потенцијалних мјера. Енергетски преглед или аудит је документовани поступак који подразумева анализу техничких и енергетских својстава грађевине и анализу свих техничких система у грађевини који троше енергију и воду с циљем утврђивања ефикасности потрошње енергије и

воде те доношења закључака и препорука за побољшање енергетске ефикасности. На основу анализе прикупљених података бирају се конкретне енергетски, економски и еколошки оптималне мјере енергетске ефикасности за проматрану зграду.

Енергетски преглед подразумева испитивање [4]:

- грађевинских карактеристика у смислу топлотне изолације и потрошње енергије,
- енергетских својстава система за гријање, хлађење, вентилацију и климатизацију,
- енергетских својстава система за припрему потрошне топле воде,
- енергетских својстава система потрошње електричне енергије,
- енергетских својстава система потрошње питке и санитарне воде,
- енергетских својстава појединих група потрошача и осталих техничких система у грађевини.

Сврха енергетског прегледа је:

- анализа стања и могућности примјене мјера побољшања енергетских својстава грађевине и побољшања енергетске ефикасности у складу с реалним условима експлоатације и употребе грађевине,
- прикупљање свих потребних података и информација о зградама за провођење поступка енергетског сертификавања зграде и одређивања енергетског разреда зграде у прописаним референтним климатским подацима.

Основни provedбени кораци енергетског прегледа грађевине су [4]:

- припрема енергетског прегледа,
- преглед постојећег стања грађевине,
- одређивање енергетских функционалних цјелина,
- провођење контролних мјерења,
- анализа техничких и енергетских својстава грађевине и анализа техничких система у грађевини,
- анализа потрошње и трошкова свих облика енергије и воде – енергетска и трошковна биланца,
- анализа и приједлог мјера побољшања енергетске ефикасности грађевине,
- енергетско, економско и еколошко вредновање предложених мјера,
- припрема извјештаја о енергетском прегледу до нивоа пројектног задатка за провођење идентификованих мјера побољшања енергетске ефикасности.

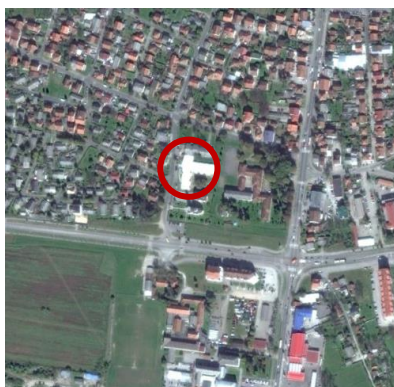
### 3. АНАЛИЗА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ПРЕДШКОЛСКЕ УСТАНОВЕ „КОЛИБРИ“

#### 3.1 Основни подаци о згради

Зграда вртића се налази у Бањој Луци, у приградској зони, гдје су изграђени углавном објекти за индивидуално становање. Капацитет вртића је 200 дјете у оквиру 8 група. Предмет рада је нови јужни дио вртића, који представља доградњу и реконструкцију постојећег вртића. Јужни дио вртића састоји се од два крила (тракт А и тракт Б, који су спојени централним холем), а у функцији је од 2013. године. Спратност вртића је приземље са галеријама. Примарна форма вртића је полуатријумска „L” зграда са закривљеним призматичним тупичним јединицама. Конструкција објекта је класична са системом носивих зидова  $d=20$  и  $25$  cm од опеке са серклажима у једном правцу и гредама 20/50 и 20/30 које носе кров у другом правцу. Преко њих су постављене АБ плоче  $d=15$  cm. Објект је темељен на АБ темељним тракама МБ30 дебљине 50/60 cm. Кровиште је дрвено сложено са једноводним сегментима, са падом од 9-13 степени, са роговима 5/22 ослоњеним на рожњаче 12/10 на АБ гредама 20/30 cm. Кровни покривач је алуминијски пластифицирани лим, а спољни зидови су обложени темоизолационим плочама (демит фасада) дебљине 12 cm. Вањска браварија је алуминијуска пластифицирана .

Подови су у зависности од намјене простора:

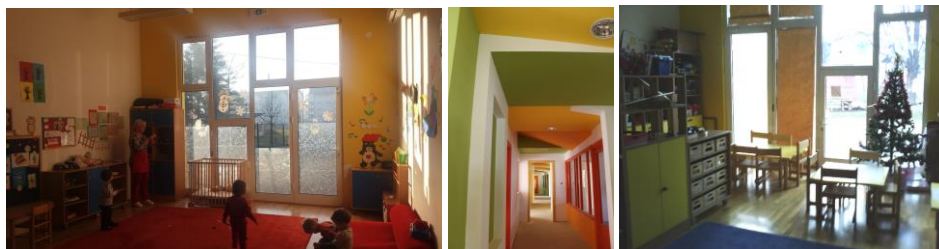
- фери бетон у техничкој просторији,
- гранитна керамика положена у љепило на цементној глазури у економској зони и зони централне кухиње,
- противклизна гранитна керамика на цементној глазури у на тријемовима постављена преко слоја за пад,
- паркет у дијелу соба за игри и борвак дјете, и дијелу за спавање,
- високо еластични полиуретанској систем тип Мастертоп 1325 РЕГ,  $d=6$  mm, у свим улазним зонама, холловима, трпезаријама, гардеробама и мокрим чворовима
- високо еластични полиуретанској систем тип Мастертоп 1325 у гардеробама и мокрим чворовима.



Слика 3. Приказ локације



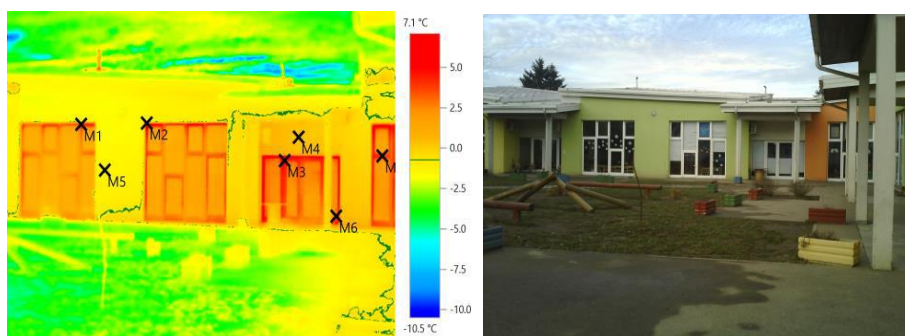
Слика 4. Основа приземља са изгледима



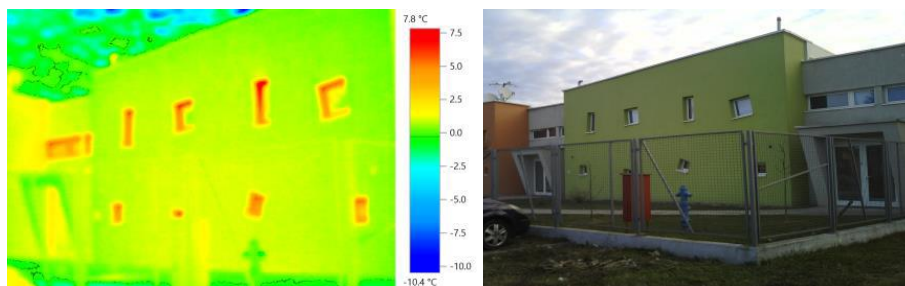
Слике 5, 6, 7. Ентеријер вртића

## 3.2 Анализа омотача грађевине термовизијском камером

Најбоља техника којом се утврђује колико је зграда енергетски (не)ефикасна је снимање термовизијском камером, које показује који су дијелови зграде најлошије изоловани и које указује на површинске, линијске и тачкасте губитке и одливе топлоте на критичним местима [5]. Термовизијска камера претвара инфрацрвено зрачење које људско око не може детектовати у видљиву слику – термограм.



Слика 8. Термовизијски снимак фасаде Слика 9. Реалан изглед фасаде



Слика 10. Термовизијски снимак фасаде

Слика 11. Реалан изглед фасаде

Термовизијски снимци вртића показују да на појединим тачкама конструкције температура прелази дозвољену границу, као и на стакленим дијеловима фасаде

као и на унутрашњим дијеловима зида. Такође, види се постојање топлотних мостова на прелазу између конструкције и прозора и ту су највећи губици, на спојевима прозор – конструкција, плоча – зид и на угловима. Генерално гледано, губици топлоте у правцима прозорских стакала и нису велики због дуплих стакала на растојању, као и на дијелу фасаде, с обзиром да је овај објекат новије градње и да су кориштени савремени материјали у погледу термоизолације.

На сликама 8 и 10 црвене површине представљају мјеста гдје постоје губици топлоте, а плавом бојом су означене хладне зоне на унутрашњој страни омотача зграде. Зоне влажења су приказане зеленом бојом.

### 3.3 Енергетски преглед вртића

Енергетски преглед зграде вртића обухватио је:

- снимање и анализу грађевинских карактеристика објекта, у смислу утврђивања нивоа топлотне заштите,
- снимање и анализу енергетских карактеристика објекта: система гријања, хлађења и вентилације...

Енергетским прегледом зграде утврђено је да је објекат новије градње, а избор материјала одговара нискоенергетским објектима:

- подови зграде имају слојеви термичке заштите,
- на вањским зидовима постоје слојеви термичке заштите,
- прозори и врата на згради су изведени као једноструки са алуминијским оквирима и дуплим термоизолационим стаклом,
- кров и кровни покривач имају слојеве термичке заштите.
- у згради постоји систем климатизације и вентилације.

Због обимности прорачуна у табели 1, приказан је само преглед слојева термичког омотача грађевине са добијеним вриједностима коефицијента пролаза топлоте ( $U$ ), као и максималне вриједности коефицијента пролаза топлоте ( $U_{max}$ ) према Правилнику о минималним захтјевима за енергетске карактеристике зграда (Службени гласник Републике Српске, бр.30/15), при чему се уочава да слојеви пода и један дио зидова као термичког омотача грађевине не испуњавају услове.

Табела 1. Прегледна табела добијених вриједности коефицијента пролаза топлоте ( $U$ ) са максималним вриједностима ( $U_{max}$ )

Површина	Ознака	$U$ [ $W/m^2K$ ]	$U_{max}$ [ $W/m^2K$ ]	Испуњено ДА/НЕ
Зид	З1	0.27	0.30	ДА
	З2	0.29	0.30	ДА
	З3	0.27	0.30	ДА
	З4	1.94	0.30	НЕ
	З5	2.21	0.30	НЕ
Под	П1	0.33	0.30	НЕ
	П2	0.34	0.30	НЕ
	П3	0.33	0.30	НЕ
Строп	С1	0.61	0.30	НЕ
	С2	0.19	0.30	ДА

Врата и прозори	Тип 1	1.44	1.60	ДА
	Тип 2	1.71	1.60	НЕ
	Тип 3	1.64	1.60	НЕ
	Тип 4	1.48	1.60	ДА
	Тип 5	1.48	1.60	ДА
	Тип 6	1.47	1.60	ДА
	Тип 7	1.50	1.60	ДА
	Тип 8	1.45	1.60	ДА
	Тип 9	1.44	1.60	ДА
	Тип 10	1.46	1.60	ДА
	Тип 11	1.47	1.60	ДА
	Тип 12	1.45	1.60	ДА
	Тип 13	1.48	1.60	ДА
	Тип 14	1.44	1.60	ДА
	Тип 15	1.54	1.60	ДА
	Тип 16	1.54	1.60	ДА
	Тип 17	1.60	1.60	ДА
	Тип 18	1.58	1.60	ДА
	Тип 19	1.57	1.60	ДА
	Тип 20	1.52	1.60	ДА
	Тип 21	1.53	1.60	ДА
	Тип 22	1.52	1.60	ДА
	Тип 23	1.46	1.60	ДА
	Тип 24	1.50	1.60	ДА
	Тип 25	1.52	1.60	ДА
	Тип 26	2,20	2,20	ДА

Годишња потребна топлотна енергија за гријање  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] израчунава се у складу са стандардом BAS EN ISO 13790:2005, метода прорачуна по мјесецима и се рачуна према обрасцу:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \text{ [kWh / a]}$$

$Q_{H,ht}$  - годишња потребна топлота за надокнаду губитака топлоте [kWh]

$\eta_{H,gn}$  - фактор искориштења добитака топлоте за период гријања

$Q_{H,gn}$  - годишња количина топлоте која потиче од добитака топлоте [kWh]

Табела 2. Годишња потребна топлотна енергија за гријање

Мјесец	октобар	новембар	децембар	јануар	фебруар	март	април	
$Q_{tr}$ [kWh]	6212.25	10287.71	14695.54	15755.95	12555.05	10188.79	5840.82	
$Q_{ve}$ [kWh]	1981.00	3280.61	4686.21	5024.36	4003.63	3249.06	1862.56	
$Q_{H,ht}$ [kWh]	8193.25	13568.31	19381.75	20780.31	16558.68	13437.86	7703.37	
$Q_{in}$ [kWh]	1905.69	1844.21	1905.69	1905.69	1721.27	1905.69	1844.21	
$Q_{sol}$ [kWh]	6481.69	3622.82	2772.56	3452.00	4991.69	6834.15	7465.56	
$Q_{H,gn}$ [kWh]	8387.38	5467.03	4678.25	5357.69	6712.95	8739.84	9309.78	
$\eta_{H,gn}$	0.75	0.97	0.99	0.99	0.97	0.89	0.68	Укупно
$Q_{H,nd}$ [MWh]	1.89	8.29	14.74	15.48	10.08	5.63	1.33	57,45

Енергетска класа за зграде изражена је преко годишње потребне топлотне енергије за гријање за референтне климатске податке сведене на јединицу корисне површине зграде, а изражава се преко релативне вриједности годишње потребне топлотне енергије за гријање.

Табела 3. Енергетске класе нестамбених објеката према Правилнику о вршењу енергетског прегледа зграда и издавању енергетског сертификата (Службени гласник Републике Српске, бр.30/15)

Зграде намијењене образовању и култури		
Енергетска класа	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
A+	≤ 15	≤ 10
A	≤ 25	≤ 17
B	≤ 50	≤ 33
<b>C</b>	<b>≤ 100</b>	<b>≤ 65</b>
D	≤ 150	≤ 98
E	≤ 200	≤ 130
F	≤ 250	≤ 163
G	> 250	> 163

Укупно за сезону гријања  $q_{H,nd}$  kWh/m<sup>2</sup>a је **51,767**, при чему се може закључити да предметни објекат одговара енергетском разреду „Ц“.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

С обзиром да је сектор зградарства најраспрострањенији, самим тим и највећи потрошач енергије, управо ту лежи највећи потенцијал енергетских уштеда. Градњом енергетски ефикасних објеката смањују се трошкови рачуна за гријање, климатизацију и вентилацију, остварује се већи животни вијек зграда и доприноси се заштити животне средине.

Иако су у Републици Српској 2015. године донешени подзаконски акти Закона о енергетској ефикасности, а издавање енергетских сертификата очекивано је почетком 2016. године, још увијек се чека њихова примјена.

Такође, у Републици Српској постоје позитивни примјери изградње енергетске ефикасности објеката као што је предшколска установа „Колибри“ у Бањој Луци, гдје је остварен спој функционалности, обликовања и енергетске ефикасности.

Према проведеном енергетском прегледу и термовизијском снимању може се закључити да је предметни објекат нискоенергетски и да нису потребне интервенције у погледу повећавања енергетске ефикасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bokalders V., Block M.: *The Whole Building Handbook - How to Design Healthy, Efficient and Sustainable Buildings*, UK and USA: Earthscan, 2010.
- [2] Синановић, А.: *Приручник, Основе енергетске ефикасности*, Тузла: Удружење Веста, 2009.
- [3] Радосављевић, Д., Николић Р., Шотра Д., Шотра, В.: *Енергетска ефикасност и зелена енергија*, Прегледни рад, Библид: 0354-9496(2012) 17: 4, п. 15-28, УДК: 631.372, 2012.



- [4] Министарство заштите околиша, просторног уређења и градитељства: *Методологија провођења енергетског прегледа зграда*, Загреб, 2012.
- [5] Презентација: Николић, В.: *Енергетски ефикасни и еколошки материјали*, Нови Пазар: Државни Универзитет у Новом Пазару, 2014.

### ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY PRESCHOOLS "KOLIBRI"

*Summary: The paper presents an analysis of the energy audit results conducted within the project "Energy efficiency and comfort of preschool institutions". The project is carried out by professional team of Faculty of Architecture and Civil Engineering and Geodesy, University of Banja Luka. The study includes a technical evaluation of the energy efficiency existing energy components of the facility, such as building envelope, heating system, ventilation and air condition system. Within the study is carried out an evaluation of consumption building, defining measures to increase energy efficiency (EE measures). The selected object is analyzed in order to assess the current situation and determining the energy class of the building, and defining the most effective measures for improving energy efficiency.*

**Keywords:** *energy efficiency, energy audit, energy class.*