

Енергетска ефикасност у зградарству

Ивана Рендулић 357/2012

Факултет техничких наука, Чачак
Техника и информатика, 2012/2013
ivanarendulic1007@gmail.com

Ментор рада: проф. др Снежана Драгићевић

Апстракт — У овом раду је извршена анализа омотача стамбеног објекта који се налази у Чачку, у насељу Обреж, у циљу побољшања енергетске ефикасности. Резултати рада показују енергетске, еколошке и финансијске параметре на конкретној локацији применом RETScreen програма, који служи као подршка при доношењу одлука у области чисте енергије у случајевима када се жели постићи што већа уштеда енергије у овом случају уградњом полистирен изолације и заменом старих прозора са новом PVC столаријом.

Кључне речи – енергетска ефикасност, уградња изолације, замена прозора

1 Увод

Под појмом енергетска ефикасност подразумевамо ефикасну употребу енергије у свим секторима крајње потрошње, са циљем смањења потрошње енергије.

У овом раду је применом RETScreen програма приказан пример побољшања енергетске ефикасности стамбеног објекта уградњом изолације и PVC столарије и његова енергетска и финансијска исплативост. Предмет прорачуна енергетске ефикасности је слободно стојећи једнопородични стамбени објекат, површине 71,48 m² од којих грејна површина обухвата 56,88 m² (слика 1.). Објекат је правилног правоугаоног облика са по две паралелне стране једнаких дужина. Објекат се својом дужином пружа правцем Север-Југ, док је источна фасада окренута ка улици. Налази се у насељу Обреж у Чачку.

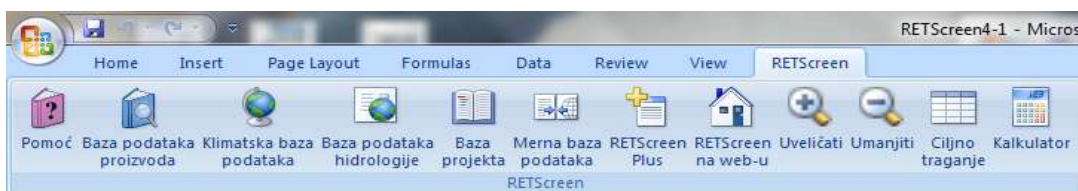
За прорачун и анализе енергетске ефикасности овог објекта користи се RETScreen програм. Прорачуни и анализе врше се у случају када се као постојећи енергент за загревање стамбеног објекта користи природни гас, док се за хлађење користи електрична енергија. На постојећи омотач објекта уградићемо изолацију и заменити постојећу столарију са PVC столаријом ради побољшања енергетске ефикасности и уштеде у потрошњи енергента и новца.



Слика 1.- Стамбени објекат у Чачку

2 ПРИМЕНА RETSCREEN ПРОГРАМА У АНАЛИЗИ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

За прорачун и анализу модела енергетске ефикасности објекта користи се RETScreen програм. То је програм за анализу пројекта чисте енергије и у његовој линији менија постоји неколико ставки које су приказане на следећој слици:



Слика 2. - Линија менија у RETScreen програму

2.1 Почетак

Почетак пројекта је радни лист који представља основне податке о пројекту. Из базе готових пројеката изабран је тип пројеката, у овом случају „Мере енергетске ефикасности“ и уносе се следећи подаци:

- Назив пројекта
- Аутор пројекта
- Локација пројекта
- Тип пројекта
- Технологија
- Језик
- Валута

2.2 Климатски подаци за локацију

Прорачин и анализа пројекта спроведени су за стамбени објекат који се налази на локацији Чачка, па су самим тим и климатски подаци подешени за ту локацију.

У бази RETScreen програма налазе се климатолошки подаци из постојеће базе NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) климатолошке базе података. Ови подаци су приближно исти подацима који се налазе у Метеоролошком годишњаку Републике Србије за 2011 годину.

На слици 3. приказани су климатски подаци за изабрану локацију Чачак који су коришћени у анализи.

Jedinica	Lokacija klimatskih podataka		Lokacija projekta
	°N	°E	m
Geografska širina	43,9	20,4	240
Geografska dužina	20,4	20,4	
Elevacija	240		
Projektovana temperatura grejanja	°C	-7,9	
Projektovana temperatura hlađenja	°C	31,0	
Amplituda temperature zemlje	°C	20,6	

Mesec	Temperatura vazduha	Relativna vlažnost	Dnevno solarno radijacija	Atmosferski pritisak	Brzina vetra	Temperatura zemlje	Grejni stepen-dani	Hlađenje stepen-dani
	°C	%	kWh/m ² d	hPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Januar	0,3	81,6%	1,64	94,4	1,3	-2,0	549	0
Februar	1,9	74,6%	2,39	94,2	1,6	-0,4	451	0
Mart	6,2	68,4%	3,36	94,1	2,0	4,7	366	0
April	11,6	66,7%	4,11	93,9	1,9	10,0	192	48
Maj	16,5	69,1%	4,96	94,1	1,5	15,7	47	202
Jun	19,4	70,5%	5,63	94,1	1,3	19,5	0	282
Jul	21,6	68,5%	5,92	94,1	1,2	22,2	0	360
Avgust	21,4	68,1%	5,26	94,2	1,2	22,2	0	353
Septembar	16,8	73,8%	3,85	94,3	1,3	17,0	36	204
Oktoбар	11,8	77,6%	2,64	94,5	1,5	11,1	192	56
Novembar	5,7	79,7%	1,60	94,3	1,7	4,3	369	0
Decembar	1,4	82,9%	1,32	94,4	1,5	-0,9	515	0
Godišnje	11,3	73,5%	3,56	94,2	1,5	10,3	2716	1504
Mereni na	m				10,0	0,0		

Слика 3. Климатски подаци за град Чачак

Географски подаци локације су :

- Географска ширина (43,9° северне географске ширине);
- Географска дужина (20,7° источне географске дужине);
- Надморска висина (240 m).

2.3 Енергетски модел

Енергетски модел представља и најважнији део пројекта. Састоји се из три дела:

- Пројекта грејања
- Анализе емисије штетних гасова
- Анализе финансија

За енергетски модел пројекта енергетске ефикасности објекта уносимо следеће податке:

- Тип горива (природни гас m^3)
- Проток горива за природни гас ($0,400 \text{ €/}m^3$)
- Проток горива за електричну енергију ($0,053 \text{ €/kWh}$)
- Температура грејања простора (23 °C)
- Температура хлађења простора (21 °C)
- Број грејаних сати дневно (18h)
- Температура преласка грејање-хлађење (16h)

Након усвајања основних података о гориву и распореду грејања дефинишу се основне карактеристике постројења. За анализу овог пројекта уносимо податке о омотачу грађевине. На слици 4. можемо видети да се у делу омотач грађевине уносе основни подаци о зидовима, прозорима, соларном сенчењу, вратима, крову и поду

		Osnovni slučaj				Predloženi slučaj					
Građevina sever	0					0	<input checked="" type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj				
Raspored	Raspored 1				Raspored 2						
Opis	24/7				Zauzeto						
		Osnovni slučaj				Predloženi slučaj				Dodatni inicijalni troškovi	
Oмотач грађевине		Sever	Istok	Jug	Zapad	Sever	Istok	Jug	Zapad		
Zidovi		<input type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2	17,86	17,15	18,1	15,14	17,86	17,15	18,1	15,14		
R-vrednost	$m^2 - \text{°C/W}$	0,935	0,935	0,935	0,935	2,884	2,884	2,884	2,884	€	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> Prozor		<input type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2	0,2	2,9		4,3	0,2	2,9		4,3		
U-vrednost	$(W/m^2)/\text{°C}$	2,99	2,84		2,85	1,8	1,8		1,8	€	1.500
Koeficijent dobittka solarnog grejanja		0,5	0,5		0,5	0,5	0,5		0,5		
<input checked="" type="checkbox"/> Solarno senčenje - sezona korišćenja		<input checked="" type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Solarno senčenje - zima	%					0	0	0	0		
Solarno senčenje - leto	%	5	10		15	5	10	0	15		
<input checked="" type="checkbox"/> Vrata		<input checked="" type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2				2,61	0	0	0	2,61		
U-vrednost	$(W/m^2)/\text{°C}$				2,8	0	0	0	2,8	€	
<input checked="" type="checkbox"/> Krov		<input checked="" type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2	56				56					
R-vrednost	$m^2 - \text{°C/W}$	0,9				0,9				€	
<input checked="" type="checkbox"/> Pod		<input checked="" type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2	56				56					
R-vrednost	$m^2 - \text{°C/W}$	0,7				0,7				€	
<input type="checkbox"/> Zid - ispod-klase											
<input type="checkbox"/> Pod - ispod-klase											

Слика 4. Основне карактеристике омотача објекта

У предложеном случају на стамбени објекат уграђујемо полистирен – тип 1 изолацију, ради побољшања енергетске ефикасности објекта. На овај начин се повећава топлотна отпорност зида, чиме се трајно смањује потрошња енергије. Такође, заменом дрвене столарије са PVC столаријом у предложеном случају, значајно се смањује губитак топлоте кроз прозоре и остварује се уштеда енергије.

		Osnovni slučaj				Predloženi slučaj				Dodatni inicijalni troškovi	
Oмотач грађевине		Sever	Istok	Jug	Zapad	Sever	Istok	Jug	Zapad		
Zidovi		<input type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2	17,86	17,15	18,1	15,14	17,86	17,15	18,1	15,14		
R-vrednost	$m^2 - \text{°C/W}$	0,935	0,935	0,935	0,935	2,884	2,884	2,884	2,884	€	1.000
<input checked="" type="checkbox"/> Prozor		<input type="checkbox"/> Osnovni slučaj = predloženi slučaj									
Površina	m^2	0,2	2,9		4,3	0,2	2,9		4,3		
U-vrednost	$(W/m^2)/\text{°C}$	2,99	2,84		2,85	1,8	1,8		1,8	€	1.500
Koeficijent dobittka solarnog grejanja		0,5	0,5		0,5	0,5	0,5		0,5		

Слика 5. Особине зигова и прозора у основном и предложеном случају

На слици 5. можемо уочити да се уградњом полистирен изолације у предложеном случају добија топлотна отпорност 2,884 што је за 1,949 више него у основном случају. Такође можемо приметити да је топлотни пренос у предложеном случају 1,8 што је за 1,1 мање него у основном случају.

Додатни иницијални трошкови за уградњу изолације на дати објекат чија је укупна површина спољних зидова 68,6 m² износе 1000€. Трошкови уградње PVC столарије за прозоре чија је укупна површина 7,4 m² износе 1500 €. Укупни иницијални трошкови за побољшање енергетске ефикасности, уградњом изолације и заменом прозора на објекту, износе 2500 €.

Анализом унетих података добијамо потрошњу и уштеду горива на годишњем нивоу као што је приказано на слици 6.

Potrošnja goriva	Grejanje GJ	Hlađenje GJ	Električna energija GJ	Ukupno GJ
Potrošnja goriva - osnovni slučaj	285	17		302
Potrošnja goriva - predloženi slučaj	127	7		134
Goriva sačuvano	158	9		167
Goriva sačuvano - %	55,3%	56,8%		55,4%

Слика 6. Преглед потрошње и уштеде горива

Можемо уочити да је у основном случају потрошња горива за грејање и хлађење 302 GJ, док у предложеном случају потрошња износи 134 GJ. Уштеда горива је 167 GJ или процентуално 55,4%, што значи да у предложеном случају, уградњом топлотне изолације и уградњом нових прозора на дати објекат, можемо смањити потрошњу горива за 55,4%.

Након избора свих података и приказа резултата следи анализа емисије штетних гасова на нивоу региона као и утицај на емисију стаклене баште. Може се приметити да у основном случају емисија гасова стаклене баште износи 14,2 tCO₂ док у предложеном случају износи 6,3 tCO₂. Долази се до закључка да је нето годишње смањење емисије гасова стаклене баште 7,8 tCO₂.

Analiza Emisije				
Osnovni slučaj elektro energetskog sistema (polazna linija)	Tip goriva	staklene bašte faktor (bez Prenosa i distribucija)	Prenos i distribucija gubici %	Emisija gasova staklene bašte faktor
Zemlja - region		tCO ₂ /MWh		tCO ₂ /MWh
Serbia	Priradni gas		5,0%	0,000
Emisija gasova staklene bašte				
Osnovni slučaj	tCO ₂	14,2		
Predloženi slučaj	tCO ₂	6,3		
Bruto godišnje smanjenje emisije gasova staklene bašte (GHG)	tCO ₂	7,8		
GHG krediti transakciona naknada	%			
Neto godišnje smanjenje emisije gasova staklene bašte	tCO ₂	7,8	jednak je	1,4
Приход од смањења гасова стаклене баште				
Износ кредита емисије гасова стаклене баште	€tCO ₂			

Automobili i laki kamioni nisu korišćeni

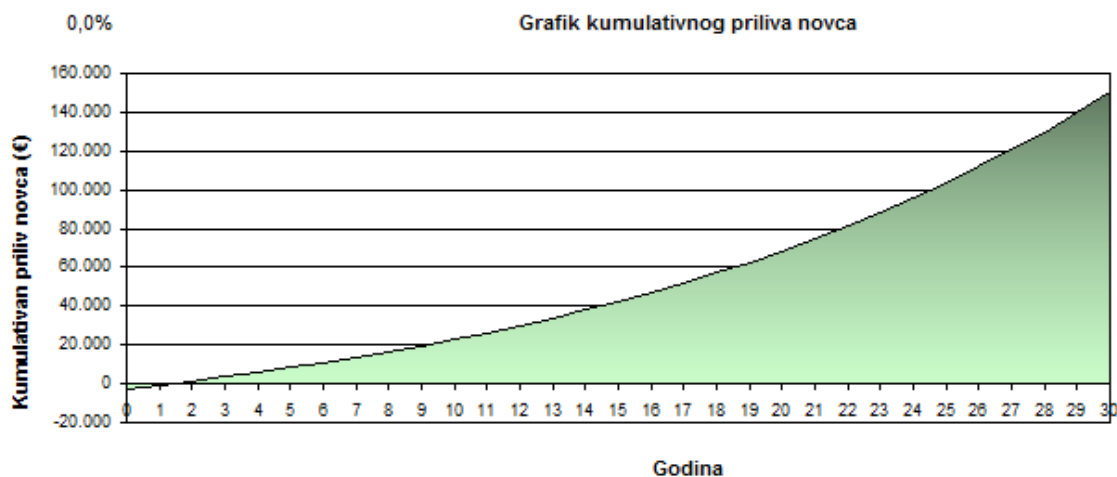
Слика 7. Анализа емисије гасова

На крају програма добијамо и финансијску анализу која обухвата почетне и укупне годишње трошкове и повраћај капитала за анализирани објекат.

Analiza Finansija			
Finansijski parametri			
Stepen inflacije	%		8,0%
Vek trajanja projekta	god.		30
Vrednost duga	%		
Početni troškovi			
Mere energetske efikasnosti	€		2.500
Drugi	€		
Ukupni početni troškovi	€		2.500
Podsticaji i donacije			
€			
Godišnji troškovi i otplata duga			
Pogon i održavanje (ušteta) troškovi	€		0
Troškovi goriva - preloženi slučaj	€		1.464
Drugi	€		
Ukupni godišnji troškovi	€		1.464
Godišnja ušteta i prihodi			
Troškovi goriva - osnovni slučaj	€		3.285
Drugi	€		
Ukupni godišnji prihodi i ušteta	€		3.285
Finansijska održivost			
IRR pre oporezivanja - imovina	%		83,2%
Jednostavna otplata	god.		1,4
Povraćaj kapitala	god.		1,3

Слика 8. Економска анализа пројекта

Након анализе свих трошкова и одржавања система програм прорачунава период за који се очекује повраћај капитала. У конкретном случају исплативост и повраћај капитала очекује се већ за 2 године. Укупни годишњи приходи и уштеда се након периода отплате повећавају.



Слика 7. График кумулативног прилива новца за период од 30 година

Са графика се може видети да је на самом почетку добит корисника у минусу због уложених средстава за уградњу изолације и нове PVC столарије. Повраћај уложеног капитала очекује се након 2 године. У разматрање је узет период трајања пројекта од 30 година и процењено је да за тај период добит износи око 150000 €.

3 ЗАКЉУЧАК

У овом пројекту је извршена анализа енергетске ефикасности стамбеног објекта у постојећем и предложеном случају. У предложеном случају смо на објекат уградили изолацију и заменили дрвену столарију са PVC столаријом. Топлотна отпорност зидова у основном случају износи 0,935. Док у предложеном случају износи 2,884 што је за 1,949 више него у основном случају. Топлотни пренос код прозора у основном случају износи 2,9. У предложеном случају износи 1,8 што је за 1,1 мање него у основном случају. Анализом су добијени следећи резултати: почетни трошкови који се односе на уградњу изолације и PVC прозора износе 25000 €, док је очекивана уштеда постојећег енергента 167 GJ. Са еколошког аспекта битно је напоменути да је нето годишње смањење емисије гасова стаклене баште 7,8 tCO₂. Повраћај уложеног капитала се очекује након периода од 2 године.

На основу анализе и добијених резултата може се закључити да је оправдано улагати у пројекат побољшања енергетске ефикасности објекта уградњом изолације и PVC прозора, јер је показано да се може у великој мери уштедети енергија и смањити негативни утицај штетних гасова. На основу финансијске анализе, долази се до закључка да корисник није у добити на почетку, након уградње поменутих елемената, али да се исплативост очекује након одређеног периода, у нашем конкретном случају за период од 2 године.

4 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шумарац, Д. (2009) *Energetska efikasnost zgrada u Srbiji*, Конференција градитељство и одрживи развој, Грађевински факултет, Београд
- [2] Драгићевић, С., Крнета, Р., Бјекић, М.: *Analysis of the possibility of increasing the energy efficiency of school buildings in the municipality of Casak in terms of facade windows*, 36th Congress about air conditioning, heating and cooling, Belgrade, 30.11 – 2.12. 2005
- [3] Крњетин, С. (2004). *Грађевинство и заштитна животне средине*, Прометеј, Нови Сад
- [4] Ока, С., Седмал, А., Ђуровић-Петровић, М. (2010) *Energy efficiency in Serbia - Research and development activity*, Thermal science, No. 2, Vol. 10, pp. 5-32
- [5] Бутала, В., Новак, П. (1999) Energy consumption and potential energy savings in old school buildings, *Energy and Building*, No. 29, pp. 241–246
- [6] Драгићевић, С., Стојковић, С., Радојковић, Н. : *Energy consumption and potential energy savings in school buildings*, Proceedings/ International Conference – РТЕР 2011, Зрењанин, ISBN 978-86-7672-152-8, pp. 352-358
- [7] Smjernice za provođenje energijskog pregleda za nove i postojeće objekte sa jednostavnim i složenim tehničkim sistemom: <http://www.ceteor.ba> (2013.)
- [8] *DIRECTIVE 2002/91/EC*: <http://www.eur-lex.europa.eu> (септембар 2013.)