

Процена стања и енергетска санација стамбеног објекта у Лозници

Assessment and Energy Retrofit of a Residential Building in Loznica

Марина Лазаревић, Слободан Шупић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Студијски програм – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај: Рад се састоји из два дела. Први део обухвата визуелни преглед и процену стања армиранобетонских елемената конструкције стамбеног приземног објекта, док се други део односи на прорачун енергетских својстава објекта и оцену класе енергетске ефикасности. На основу анализе регистрованих дефеката и оштећења, дат је предлог санационих мера у циљу обезбеђења трајности конструкције. На основу резултата прорачуна енергетских карактеристика, предложене су мере за унапређење енергетских перформанси објекта, пре свега применом одговарајуће термоизолације елемената термичког омотача.

Кључне речи: Процена стања, санација, АБ, стамбени објекат, енергетска ефикасност.

Abstract: The study consists of two parts. The first part includes a visual inspection and assessment of the reinforced concrete elements of the structure of a ground-floor residential building, while the second part refers to the calculation of energy efficiency characteristics of the building. Based on the analysis of the identified defects and damages, a proposal for repair measures is given aiming to ensure the durability of the structure. Also, based on the results of calculations presented in the energy efficiency report, measures for improving the energy performance of the building are defined, primarily through the application of appropriate thermal insulation of the building envelope.

Keywords: Assessment, repair, RC, residential building, energy efficiency.

НАПОМЕНА: Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор др Слободан Шупић, ванредни професор.

1. УВОД

Стање постојећих стамбених објеката условљено је како степеном очуваности конструктивних елемената, тако и нивоом енергетских перформанси термичког омотача зграде.

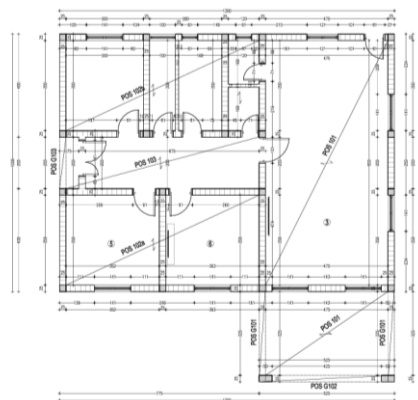
Услед дејства спољашњих утицаја и експлоатације долази до појаве различитих дефеката и оштећења бетона и армиранобетонске (АБ) конструкције, док недовољна термичка заштита узрокује повећане топлотне губитке и већу потрошњу енергије.

У циљу обезбеђивања сигурности, трајности и енергетске ефикасности објекта, неопходно је спровести детаљну процену стања постојеће конструкције, као и израдити елаборат енергетске ефикасности. На основу добијених резултата могу се дефинисати одговарајуће мере санације учених оштећења и мере унапређења енергетских карактеристика објекта, чиме се продужава његов век употребе и побољшава квалитет боравка корисника.

Предмет овог рада је приземни стамбени објекат у Лозници. Рад обухвата: детаљан визуелни преглед носећих АБ елемената са регистрованим оштећењима и дефектима и оцену енергетских својстава објекта (укључујући оцену класе), у складу са Правилником о енергетској ефикасности зграда.

2. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ОБЈЕКТУ

Предметни приземни стамбени објекат у основи је оквирних димензија 13,00×10,00m, са терасом на западној страни (5,25×3,50m). Изградња објекта завршена је у мају, 2023. године. Карактеристична основа приказана је на наредној слици 1.



Слика 1. Основа приземља

Објекат је фундиран на армиранобетонским тракастим темељима. Зидови приземља озидани су клима керамичким блоковима ($d=25\text{cm}$) са вертикалним и хоризонталним АБ серклажима и гредама. Међуспратна конструкција изнад приземља изведена је као полумонтажна ФЕРТ таваница ($16+4\text{ cm}$). Кровна конструкција је дрвена, сложеног облика, покривена фалцованим црепом.

Према пројектно-техничкој документацији предвиђена је израда термоизолације спољашњих зидова објекта применом плоча од експандираног полистирена (EPS), међутим наведени радови до тренутка извршеног прегледа нису реализовани. Тренутно стање стамбеног објекта приказано је на наредној слици (Слика 2).



Слика 2. Тренутни изглед стамбеног објекта

3. ПРОЦЕНА СТАЊА АБ КОНСТРУКЦИЈЕ

Изласком на терен, најпре је извршена провера геометрије објекта и усклађеност са пројектним димензијама. Мерењем доступних димензија по висини и у основи, утврђено је да одговарају оним датим у пројекту. Након тога, извршен је детаљан визуелни преглед и снимање свих дефеката и оштећења, бележење њихових локација и карактеристичних детаља.

Уочена оштећења на спољашњим елементима објекта:

- Плитка бетонска гнезда,
- Рупичаста површина бетона,
- Флеке од влаге,
- Механичка оштећења,
- Пукотине и прслине у подној плочи.

Уочена оштећења у унутрашњости објекта:

- Флеке од влаге,
- Љускање завршног слоја са зидова и плафона,
- Прслине и пукотине.

Сва регистрована оштећења не нарушавају носивост, стабилност и употребљивост објекта, али делимично утичу на трајност. Већина оштећења је естетске природе.

На наредним сликама приказана су карактеристична оштећења и дефекти конструкције.



Слика 3. Бетонско гнездо и рупичаста површина на стубу



Слика 5. Одломљена ивица стуба, репрофилисана обичним цементним малтером



Слика 4. Површинско (плитко) бетонско гнездо и мрље од влаге



Слика 6. Појава влаге и љускање завршног слоја на плафону у купатилу

4. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Након процене стања објекта приступило се оцени енергетских својстава постојећег стања објекта у складу са актуелним Правилником о енергетској ефикасности [3].

Основни подаци о објекту дати су у табели 1.

Табела 1. Основни подаци о објекту

Зграда:	☐ нова	☒ постојећа
Врста зграде:	стамбена зграда са једним станом	
Место (локација):	кп. 13692 К.О. Лозница	
Година изградње:	мај, 2023.	
Година реконструкције / енергетске санације:	/	
Нето корисна површина грејаног дела зграде:	116,87 m ²	

Зграда је смештена у урбаној градској средини, тако да није под директним утицајем доминантних ветрова.

У објекту су обезбеђени одговарајући услови термичког, ваздушног и светлосног комфора захваљујући масивним зидовима, систему грејања и хлађења, природној вентилацији и довољном природном и вештачком осветљењу.

Прорачун је рађен на нетранспарентним позицијама (спољашњи зидови, подна плоча, међуспратна

конструкција) и транспарентним позицијама (прозори, врата).

У табели 2 приказане су вредности коефицијената пролаза топлоте кроз нетранспарентне и транспарентне површине.

Табела 2. Коефицијенти пролаза топлоте – постојеће стање

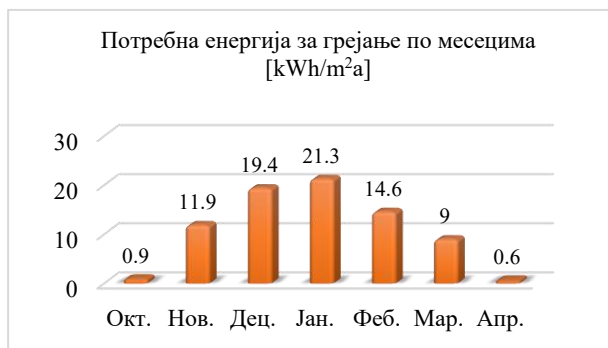
Положај	Ознака	U [W/(m²K)]	U _{max} [W/(m²K)]	Испуњено (ДА/НЕ)
Спољашњи зидови	СЗ	0,674	0,40	НЕ
МК испод негрејаног простора	МК испод НП	0,205	0,40	ДА
Под на тлу	ПОД	0,319	0,40	ДА
Прозори тип 1	ПР1	1,21	1,50	ДА
Прозори тип 2	ПР2	1,26	1,50	ДА
Прозори тип 3	ПР3	1,30	1,50	ДА
Прозори тип 4	ПР4	1,29	1,50	ДА
Врата тип 1	ВР1	1,184	1,50	ДА
Врата тип 2	ВР2	1,40	1,60	ДА
Врата тип 3	ВР3	1,20	1,60	ДА

Из приказаних резултата може се закључити да већина елемената термичког омотача објекта задовољава прописане максималне вредности коефицијента пролаза топлоте. Изузетак представљају спољашњи зидови, код којих је израчуната вредност коефицијента пролаза топлоте већа од дозвољене вредности. То указује на недовољна термоизолациона својства спољашњих зидова и представља један од главних узрока повећаних топлотних губитака објекта.

У даљем прорачуну извршена је анализа дифузије водене паре кроз конструктивне склопове, као и провера појаве међуслојне кондензације на основу притисака засићења и парцијалних притисака водене паре. Након тога су одређени укупни топлотни губици и добици објекта, на основу којих је израчуната потребна енергија за грејање.

На графику 1 приказане су годишње количине енергије потребне за грејање по месецима. Предвиђено је централно грејање објекта путем топлотне пумпе воздух-вода.

График 1. Графички приказ потребне енергије за грејање по месецима за постојеће стање



Након даље анализе и имплементирања ових података у основни прорачун, а у складу са Правилником о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда [4], утврђено је да објекат припада енергетском разреду Д (табела 3).

Табела 3. Табела енергетских разреда и разред који одговара предметном објекту у постојећем стању [4]

Зграде са једним станом		Постојеће
Енергетски разред	Q _{H,nd,rel} [%]	Q _{H,nd} [kWh/(m²a)]
A+	≤ 15	≤ 12
A	≤ 25	≤ 20
B	≤ 50	≤ 38
C	≤ 100	≤ 75
D	≤ 150	≤ 113
E	≤ 200	≤ 150
F	≤ 250	≤ 188
G	> 250	> 188
Грејање са прекидом	Q _{H,nd,interm} =	9069 kWh/a
	q _{H,nd,interm} =	77,6 kWh/m²a
	Q _{H,nd,rel} =	103,5%

5. МЕРЕ САНАЦИЈЕ У ЦИЉУ ПОБОЉШАЊА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ОБЈЕКТА

Након извршеног прегледа објекта, израде елабората енергетске ефикасности за постојеће стање и утврђивања енергетског разреда, предложене су мере за унапређење енергетске ефикасности објекта и побољшање његових енергетских перформанси.

Као мера енергетске санације предвиђена је израда термоизолације спољашњих зидова, с обзиром на то да је анализом постојећег стања утврђено да они не задовољавају прописане захтеве у погледу коефицијента пролаза топлоте.

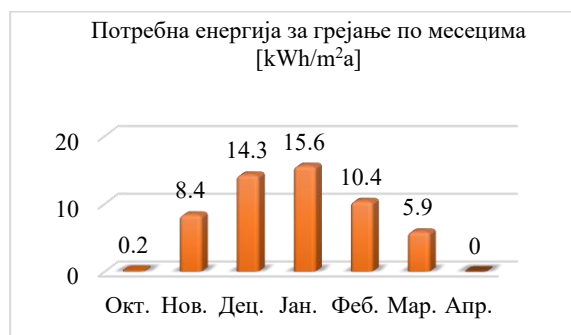
У циљу сагледавања ефеката различитих термоизолационих материјала, разматране су следеће варијанте санације:

1. Примена експандираног полистирена (EPS) као термоизолационог материјала;
2. Примена плоча од камене минералне вуне као термоизолационог материјала.

За обе варијанте санације поновљен је поступак прорачуна. Добијени резултати показали су да су у оба случаја вредности коефицијента пролаза топлоте спољашњих зидова усклађене са захтевима важећих прописа.

Након тога извршен је прорачун енергетских карактеристика објекта у стању након санације, а потребне количине енергије за грејање приказане су на графику 2.

График 2. Графички приказ потребне енергије за грејање по месецима за санирано стање



Даљим прорачуном, долази се до закључка да објекат након санације припада енергетском разреду Ц, што је приказано у табели 4.

Табела 4. Табела енергетских разреда и разред који одговара предметном објекту у санираном стању [4]

Зграде са једним станом		Постојеће
Е. разред	$Q_{H,nd,rel} [\%]$	$Q_{H,nd} [kWh/(m^2a)]$
A+	≤ 15	≤ 12
A	≤ 25	≤ 20
B	≤ 50	≤ 38
C	≤ 100	≤ 75
D	≤ 150	≤ 113
E	≤ 200	≤ 150
F	≤ 250	≤ 188
G	> 250	> 188
Грејање са прекидом	$Q_{H,nd,interm} =$	6410 kWh/a
	$q_{H,nd,interm} =$	54,90 kWh/m²a
	$Q_{H,nd,rel} =$	73,20 %

Економском анализом утврђено је да инвестициони трошкови извођења термоизолације применом експандираног полистирена (стиропора) износе 3.934€, при чему је процењени период повраћаја инвестиције око 8,6 година. Са друге стране, примена термоизолације од камене вуне захтева улагање од 5.058€, а период повраћаја инвестиције износи приближно 10,3 године.

На основу добијених резултата може се закључити да је варијанта са стиропором економски повољнија, с обзиром на ниже почетне трошкове и краћи период повраћаја инвестиције. С друге стране, примена камене вуне је оправдана са аспекта паропропусности зидова (здравија микро-клима унутар објекта) и отпорности на дејство високих температура.

6. МЕРЕ НЕКОНСТРУКЦИЈСКЕ САНАЦИЈЕ РЕГИСТРОВАНИХ ОШТЕЋЕЊА И ДЕФЕКТА

С обзиром да су сва регистрована оштећења естетске природе и да не утичу на носивост и стабилност конструкције, предлажу се мере неконструкцијске санације које обухватају локалну ретрофилацију површинских оштећења и бетонских гнезда

репаратурним малтером, уклањање неправилности насталих на спојевима оплате, као и чишћење и уједначавање површине бетона. Такође, неопходно је отклонити узроке појаве влаге и извршити заштиту површина применом одговарајућих хидрофобних премаза (и/или пароисушивих малтера) ради спречавања поновног настанка оштећења.

7. ЗАКЉУЧАК

У раду су приказани резултати процене стања породичног стамбеног објекта, на коме је извршен детаљан визуелни преглед, те спроведен прорачун енергетских својстава објекта. Прорачуном је установљено да објекат припада енергетском разреду Д, те не испуњава захтеве дате у Правилнику о енергетској ефикасности. Енергетском санацијом објекта предвиђено је побољшање термичких карактеристика омотача објекта (додавањем слоја термоизолације), чиме је разред подигнут за један степен. Додатно, у раду су предложене и неконструкцијске мере санације објекта, у циљу обезбеђења пројектоване трајности.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Проф. др Данијел Кукарас, Проф. др Слободан Шупић, предавања са предмета “Трајност и процења стања бетонских конструкција”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2026.
- [2] Проф. др Данијел Кукарас, Проф. др Иван Лукић, Проф. др Слободан Шупић, предавања са предмета “Санација бетонских конструкција”, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2026.
- [3] “Правилник о енергетској ефикасности зграда”, Сл. гласник РС, бр. 61/2011
- [4] “Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда”, (Сл. гласник РС, бр. 69/2012, бр. 44/2018, 111/2022 и 102/2025)



Кратка биографија:

Марина Лазаревић рођена је 13.8.2001. године у Лозници. Основне академске студије грађевинарства завршила је 2024. године на Департману за грађевинарство и геодезију Факултета техничких наука у Новом Саду, а мастер рад из области Процена стања и енергетска ефикасност конструкције брани 2026. године.
Контакт: majalazarevic01@gmail.com



Слободан Шупић рођен је 1989. године у Требињу у БиХ. Од 2013. године запослен је на Факултету техничких наука, а од 2025. ради као ванредни професор на Департману за грађевинарство и геодезију, ужа научна област: Грађевински материјали, процена стања и санација конструкција.