



ПРОЦЕНА СТАЊА И ЕНЕРГЕТСКА САНАЦИЈА КОНСТРУКЦИЈЕ ОБЈЕКТА „ЦЕНТАР ЗА РЕХАБИЛИТАЦИЈУ” ОПШТЕ БОЛНИЦЕ У ВАЉЕВУ

ASSESSMENT OF THE CONDITION AND ENERGY RENOVATION OF THE STRUCTURE OF THE "REHABILITATION CENTER" OF THE GENERAL HOSPITAL IN VALJEVO

Душан Деспотовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Мастер рад обухвата теоријски и практични део. У теоријском делу описан је систем зелених кровова. Практични део састоји се из процене стања објекта, одређивање енергетског разреда објекта у постојећем стању, предлог за енергетску санацију и поновно одређивање енергетског разреда санираниог објекта.

Кључне речи (три до пет): енергетска ефикасност, процена стања, енергетска санација, зелени кровови

Abstract – This master's thesis includes a theoretical and practical part. The green roof system is described in the theoretical part. The practical part consists of an assessment of the building's condition, determination of the energy class of the building in its current state, a proposal for energy rehabilitation and redetermination of the energy class of the renovated building.

Keywords: (three to five): energy efficiency, condition assessment, energy rehabilitation, green roofs

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Иван Лукић, ред. проф.

1. УВОД

Зелени кровови су нова технологија зелене градње која представља вегетациони слој на крову. Састоји се из неколико слојева и то: заштитног филц слоја, дренажно-акумулационе фолије, филтрационог филц слоја, супстрата за зелене кровове и завршног вегетационог слоја.

1.1. Подела зелених кровова

Постоји више подела зелених кровова, у односу на дебелину супстрата, интензитет коришћења, намену. Према ФФЛ стандардима основне врсте зелених кровова су:

- Екстензивни зелени кровови
- Полуинтензивни зелени кровови
- Интензивни зелени кровови

1.2. Предности и недостаци зелених кровова

Најзначајније предности зелених кровова су:

- Повећање естетске вредности објекта;
- Економске уштеде;
- Повећавање енергетске ефикасности објекта;
- Управљање атмосферским водама;
- Ублажавање ефекта топлотних острва;
- Побољшавање квалитета ваздуха;
- Повећавање вредности некретнине;
- Повећавање биодиверзитета;
- Звучна изолација;
- Заштита од пожара;
- Нови урбани простори.

Најзначајнији недостаци зелених кровова су:

- Високи трошкови инсталације;
- Одржавање;
- Оптерећење конструкције;
- Изазови приликом инсталације;
- Проблеми са дренажом;
- Клима и еколошка ограничења;
- Микробиолошки проблеми;
- Ограничена употреба;
- Захтевају стручност.

2. ПРЕДМЕТ РАДА

Предмет анализе овог рада јесте зграда Центра за Рехабилитацију у оквиру Здравственог Центра Ваљево. Комплекс чини шест објеката који су намењени пружању здравствене неге и заштите. Комплекс је грађен фазно у периоду од 1938. године до 2007. године. Објекат Центра за Рехабилитацију грађен је из две фазе, прва фаза изграђена је 1958. године и како тадашњи капацитети нису могли да задовоље потребе, 70-их година приступило се другој фази изградње и повећању капацитета.



Слика 1. Објекат Центра за Рехабилитацију

2.1. Техничка својства објекта

Центар за Рехабилитацију је објекат спратности По+Пр+1Сп, укупне нето површине 2260,24м² и укупне БРГП 2712м².

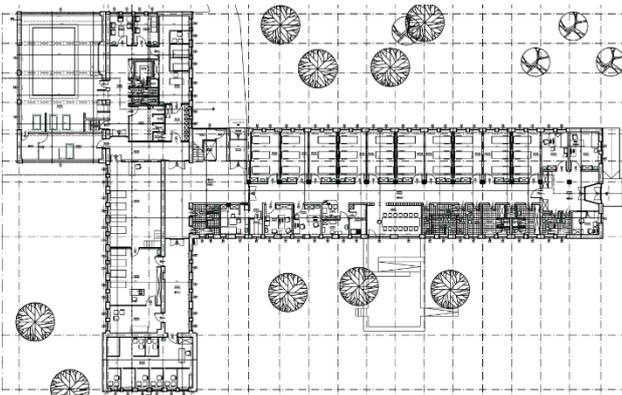
Конструкција

Приземни део објекта зидан је у комбинованој конструкцији, од подужних конструктивних фасадних зидова (укупне дебљине зида 45цм) и низом армирано-бетонских стубова по средини објекта. Међуспратна конструкција првог спрата је армирано-бетонска монтажна типа “Авраменко”. Чиста висина приземља варира, али у највећем броју случајева је 3,40м. Накнадном доградњом спрата тежило се да се примени исти систем конструкције и на спрату, тако је и на првом спрату носећа конструкција иста као и у приземљу (носећи фасадни зидови и средишњи армирано-бетонски стубови). Кровна плоча (плоча изнад првог спрата – непроходан раван кров) је изведена као полумонтажна ситноробраста “ТМ” таваница, са завршном битуменском облогом. Вертикална комуникација се одвија преко трокраког АБ степеништа са подестима.

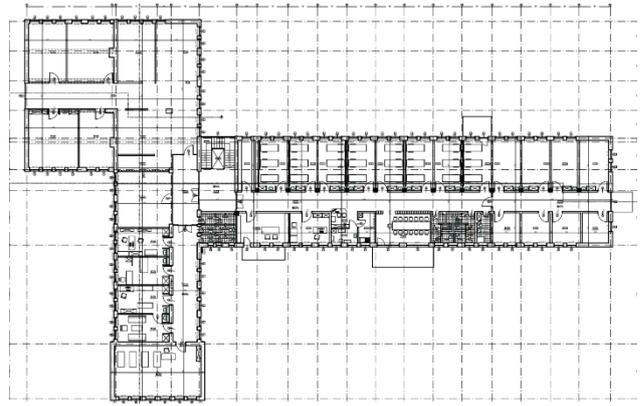
Карактеристичне основе (приземља и првог спрата) и подужног пресека дате су на сликама 2-4.

3. ПРОЦЕНА СТАЊА ОБЈЕКТА

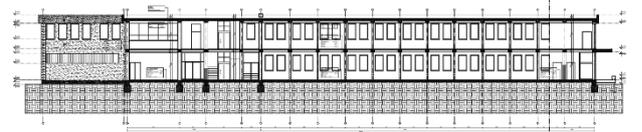
Изласком на терен, најпре се врши провера геометрије објекта и усклађеност са пројектним димензијама. Мерењем доступних димензија по висини и у основи, утврђено је да одговарају оним датим у пројекту. Након тога према принципу опште методологије, извршен је детаљан визуелни преглед и снимање свих дефеката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



Слика 2. Основа приземља



Слика 3. Основа првог спрата



Слика 4. Подужни пресек

На овај начин обрађене су све доступне површине зидова, армирано-бетонских стубова, греда, степеништа и конзолних плоча балкона.

Уочена оштећења на зиданим деловима са спољне стране објекта:

- Површинско оштећење делова зидова – отпадање завршног слоја;
- Оштећење фасадног малтера на месту дилатације;
- Оштећење и отпадање фасадних листела (фасадних плочица);
- Биолошка корозија;
- Љускање завршног премаза фасаде;
- Прелине у зиду.

Уочена оштећења на армирано бетонским деловима са спољне стране објекта:

- Прелине у бетону;
- Оштећење дела бетона проузрокована дејством мрза;
- Огољење шипки арматуре;
- Оштећење бетона на местима дилатације;
- Пукотине у бетону;
- Испуцала површина бетона услед скупљања при сушењу;
- Биолошка корозија.

3.1. Анализа регистрованог стања конструкције

Поштујући постулате опште прихваћене методологије прегледа, прикупљањем, бележењем података на терену, обрадом и анализом истих, утврђено је следеће:

- Анализом забележених података и на основу фотографија, може се доћи до закључка да се на свим фасадама јављају слична оштећења.
- Оштећења која су регистрована највећи број пута јесу оштећења дела зида (отпадање завршног слоја) и оштећења и отпадање фасадних листела (фасадних плочица).

3.2. Закључак о регистрованом стању конструкције

Носивост, стабилност и употребљивост нису угрожени будући да нису забележене неправилности које би до тога могле довести. Велики број оштећења је естетске природе. Трајност спољашњих зидова није угрожена, али би требало оштећена места санирати како не би дошло до даљег ширења оштећења.

4. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Након процене стања објекта приступило се изради елабората енергетске ефикасности постојећег стања објекта. Прорачун енергетске ефикасности рађен је према правилнику о енергетској ефикасности зграда “Службени гласник РС”, број 61/2021.

Прорачун је рађен на нетранспарентним позицијама (2 типа спољашњих зидова, 2 типа подне плоче, кровну плочу), транспарентним позицијама (прозоре, врата и стаклене призме).

У табели 1 приказане су вредности коефицијената пролаза топлоте.

Табела 1. Коефицијенти пролаза топлоте – постојеће стање

Елемент	Позиција	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Задовољено
Спољашњи зидови	С31	1.062	0.4	НЕ
	С32	1.049	0.4	НЕ
Међуспратне конструкције	ПП1	0.427	0.4	НЕ
	КП	1.073	0.2	НЕ
Прозори	ПР1	3.270	1.5	НЕ
	ПР2	3.290	1.5	НЕ
	ПР3	3.320	1.5	НЕ
	ПР4	3.300	1.5	НЕ
	ПР5	3.280	1.5	НЕ
	ПР6	3.280	1.5	НЕ
	ПР7	3.300	1.5	НЕ
	ПР8	3.270	1.5	НЕ
	ПР9	3.310	1.5	НЕ
	ПР10	3.340	1.5	НЕ
	ПР11	3.310	1.5	НЕ
	ПР12	3.340	1.5	НЕ
	ПР13	3.320	1.5	НЕ
	ПР14	3.310	1.5	НЕ
	ПР15	3.310	1.5	НЕ
	ПР16	3.370	1.5	НЕ
Врата	В1	3.270	1.5	НЕ
	В2	3.370	1.6	НЕ
	В3	3.270	1.5	НЕ
	В4	3.280	1.5	НЕ
	В5	3.330	1.6	НЕ
Стаклене призме	СП1	2.770	1.6	НЕ
	СП2	2.760	1.6	НЕ
	СП3	2.830	1.6	НЕ
	СП4	2.730	1.6	НЕ
	СП5	2.800	1.6	НЕ
	СП6	2.790	1.6	НЕ

На графику 1 приказане су годишње количине енергије потребне за грејање по месецима – постојеће стање.

Након даље анализе и имплементирања ових података у основни прорачун, утврђено је да објекат припада енергетском разреду Д (табела 2).

Потребна енергија за грејање по месецима

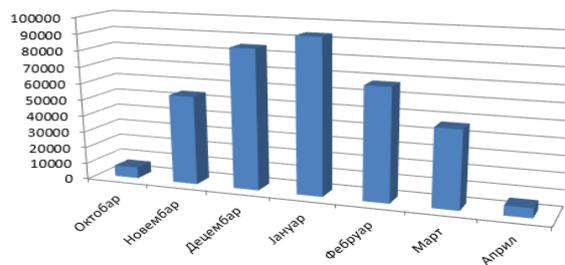


График 1. Графички приказ потребне енергије за грејање по месецима– постојеће стање

Табела 2. Табела енергетских разреда и разред који одговара овом објекту у постојећем стању

Energetski razred	Zgrade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti		novе	postojeće
	$Q_{H,nd}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 15	≤ 18	
A	≤ 25	≤ 25	≤ 30	
B	≤ 50	≤ 50	≤ 60	
C	≤ 100	≤ 100	≤ 120	
D	≤ 150	≤ 150	≤ 180	
E	≤ 200	≤ 200	≤ 240	
F	≤ 250	≤ 250	≤ 300	
G	> 250	> 250	> 300	

$$Q_{H,nd} = 361069.63kWh/a$$

$$q_{H,nd} = 169.05kWh/m^2a$$

$$Q_{H,nd,rel} = 140.87\%$$

5. МЕРЕ САНАЦИЈЕ У ЦИЉУ ПОБОЉШАЊА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ОБЈЕКТА

Након извршеног прегледа објекта, израде елабората енергетске ефикасности у постојећем стању објекта и одређивање енергетског разреда. Предлажу се мера које треба одрадити како би дошло до боље енергетске ефикасности објекта и повећања енергетског разреда. Санационе мере за побољшање енергетске ефикасности објекта су:

- Изоловати спољашње зидове објекта са каменом вуном (термоизолација која ће се уграђивати је камена вуна дебљине 10цм);
- Изоловати кровну плочу (изнад постојеће конструкције кровне плоче уградиће се следећи слојеви: парна брана, термоизолација 16цм, ПВЦ фолија, слој за пад, геотекстил, ПВЦ мембрана;
- Заменили постојећу столарију на објекту столаријом са алуминијумским профилима и нискоемисионим стаклима.

6. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ САНИРАНОГ ОБЈЕКТА

Након извршене санације објекта приступило се изради елабората енергетске ефикасности санираниог стања објекта. Прорачун енергетске ефикасности рађен је према правилнику о енергетској ефикасности зграда “Службени гласник РС”, број 61/2021.

Прорачун је рађен на нетранспарентним позицијама (2 типа спољашњих зидова, кровну плочу), транспарентним позицијама (прозоре и врата).

У табели 3 приказане су вредности коефицијената пролаза топлоте.

У табели 4 приказана је годишња количина енергије потребне за грејање за систем који ради без прекида.

На графику 2 приказане су годишње количине енергије потребне за грејање по месецима – санирано стање. Након даље анализе и имплементирања ових података у основни прорачун, утврђено је да објекат припада енергетском разреду Б (табела 5).

Табела 3. Коefицијенти пролаза топлоте – санирано стање

Елемент	Позиција	U (W/m2K)	Umax (W/m2K)	Задовољено
Спољашњи зидови	S31-C	0.256	0.4	ДА
	S32-C	0.256	0.4	ДА
Међуспратна конструкција	КП-С	0.200	0.2	ДА
Прозори	ПР1-С	0.930	1.5	ДА
	ПР2-С	1.110	1.5	ДА
	ПР3-С	0.940	1.5	ДА
	ПР4-С	0.880	1.5	ДА
	ПР5-С	1.060	1.5	ДА
	ПР6-С	1.000	1.5	ДА
	ПР7-С	1.160	1.5	ДА
	ПР8-С	0.920	1.5	ДА
	ПР9-С	1.170	1.5	ДА
	ПР10-С	1.190	1.5	ДА
	ПР11-С	1.000	1.5	ДА
	ПР12-С	1.120	1.5	ДА
	ПР13-С	0.940	1.5	ДА
	ПР14-С	0.950	1.5	ДА
	ПР15-С	0.890	1.5	ДА
	ПР16-С	0.960	1.5	ДА
Врата	В1-С	1.280	1.5	ДА
	В2-С	1.210	1.6	ДА
	В3-С	1.300	1.5	ДА
	В4-С	1.270	1.5	ДА
	В5-С	1.210	1.6	ДА

Табела 4. Годишња количина енергије потребне за грејање – санирано стање

Месеци	HDD	Qh,ht	Qsol,gl	Qsol,c	Qsol
Октобар	111	8016.975	4094.47	166.20	4260.67
Новембар	412	29756.7	4549.54	185.47	4735.01
Децембар	587	42396.08	3472.93	141.86	3614.80
Јануар	646	46657.35	4332.80	176.77	4509.57
Фебруар	506	36545.85	6398.88	259.03	6657.91
Март	409	29540.03	9028.48	365.53	9394.00
Април	113	8161.425	5127.30	207.13	5334.44
Укупно:	2784				

Месеци	Qij	Qel	Qint	Qh,gn	Qh,nd
Октобар	2050.18	3900.652	5950.84	10211.51	-2194.53
Новембар	2929.08	5572.836	8501.92	13236.93	16519.77
Децембар	3026.97	5759.073	8786.04	12400.84	29995.24
Јануар	3026.97	5759.072	8786.04	13295.61	33361.74
Фебруар	2734.08	5201.832	7935.92	14593.83	21952.02
Март	3026.97	5759.067	8786.03	18180.04	11359.99
Април	1952.80	3715.38	5668.18	11002.62	-2841.2
Укупно:				Укупно:	113188.8

Потребна енергија за грејање по месецима

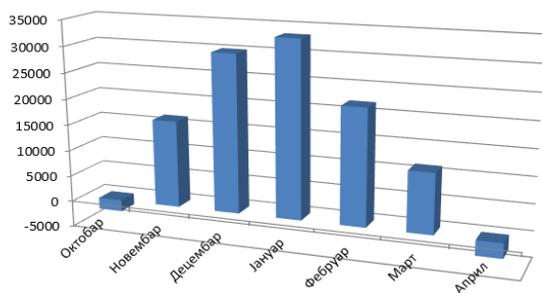


График 2. Графички приказ потребне енергије за грејање по месецима – санирано стање

Табела 5. Табела енергетских разреда и разред који одговара овом објекту у санираном стању

Energetski razred	Zgrade namenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti		
	Q _{H,nd} [%]	Q _{H,nd} [kWh/(m ² a)]	Q _{H,nd} [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 15	≤ 18
A	≤ 25	≤ 25	≤ 30
B	≤ 50	≤ 50	≤ 60
C	≤ 100	≤ 100	≤ 120
D	≤ 150	≤ 150	≤ 180
E	≤ 200	≤ 200	≤ 240
F	≤ 250	≤ 250	≤ 300
G	> 250	> 250	> 300

$$Q_{H,nd} = 113188.8 kWh/a$$

$$q_{H,nd} = 52,99 kWh/m^2 a$$

$$Q_{H,nd,rel} = 44,16\%$$

7. ЗАКЉУЧАК

Изложен је детаљан технички опис објекта Центра за Рехабилитацију у оквиру Здравственог Центра Ваљево, на коме је извршен макроскопски преглед, у циљу утврђивања постојећег стања. Спроведен је и прорачун енергетске ефикасности за постојеће стање, при чему је утврђено да објекат припада енергетском разреду “Д”. На основу анализираних, предложене су санационе мере и поновљен прорачун енергетске ефикасности за санирано стање објекта. При чему је утврђено да је дошло до повећања енергетског разреда објекта на енергетски разред “Б”.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://zelenikrovovi.rs/> [приступљено у августу 2024.]
- [2] <http://knauf.com/sr-RS/knauf-insulation/kompetencije/primena/zeleni-krovovi> [приступљено у августу 2024.]
- [3] <https://www.greenroofs.org/about-green-roofs> [приступљено у августу 2024.]
- [4] <https://balkangreenenergynews.com/rs/zeleni-krovovi-ka0-savremeni-koncept-zelene-gradnje-njihovi-benefiti-na-okolinu/> [приступљено у августу 2024.]
- [5] <https://alstral.com/alu-profilu/> [приступљено у јуну 2024.]
- [6] Правилник о енергетској ефикасности зграда, СИ. гласник РС, бр. 61/2011

Кратка биографија:



Душан Деспотовић рођен је у Ваљевоу 1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Санација бетонских конструкција одбранио је 2025. год.

контакт:

dusan.despotovic98@gmail.com