

ИЗВЕШТАЈ О СПРОВЕДЕНОМ ДЕТАЉНОМ ЕНЕРГЕТСКОМ ПРЕГЛЕДУ ЗГРАДЕ

на адреси ФАБРИСОВА бр. 10, БЕОГРАД



Финални извештај

Београд, мај 2025. године

Инвеститор: **United Nations Development Programme (UNDP)**
Bulevar Zorana Đinđića 64, 11070 Belgrade
Serbia

Извршилац (конзорцијум): **Универзитет у Београду, Машински факултет**
Краљице Марије 16, 11120 Београд

Уговор бр.:

Наслов: **Извештај о спроведеном
детаљном енергетском прегледу зграде**

Фабрисова бр. 10, Београд
Финални извештај

15. март 2025. године

Аутори:

Универзитет у Београду, Машински факултет

проф. др. Милош Бањац, дипл. инж. маш.

Предраг Јошић, дипл. инж. арх.

проф. др. Филип Кулић, дипл. инж. електр.

Бранислав Петровић, маст. инж. маш.

Марија Василев, маст. инж. маш.

Сандра Ковачевић, маст. инж. маш.

Верзије документа

Ознака	Датум	Опис
R0	15.05.2025.	Прелиминарни извештај
R1		Финални извештај, QA ревизија
R2		Финални извештај, ревизија

Основни подаци о згради

	Адреса и место	Фабрисова 10, Београд
	Катастарска парцела и општина	2948/44, Савски венац
	Власник / инвеститор / правни заступник	Државна својина, Република Србија
	Година изградње	1963.
	Година реконструкције / енергетске санације	2012.
	Нето корисна грејана површина A_f [m ²]	1 559,15
	Број енергетског пасоша	УБМФ 3-04/2025

Зграда

Нова
Постојећа
Реконструкција

Категорија зграде

1	Стамбене зграде са једним станом
2	Стамбене зграде са два или више станова
3	Управне и пословне зграде
4	Зграде намењене образовању
5	Зграде намењене здравству и социјалној заштити
6	Зграде намењене туризму и угоститељству
7	Зграде намењене спорту и рекреацији
8	Зграде намењене трговини и услужним делатностима
9	Зграде за друге намене које користе енергију укључујући и мешовите намене

Сложеност техничких система

Сложена
Сложена

Референтна клима

Место	Београд	HDD	2 520
HD	175	$\theta_{H,mn}$	5,6

Енергетска својства зграде

$Q''_{H,nd}$, [kWh/(m ² ·a)]	66	E_{del} , kWh/(m ² ·a)]	82	E_{prim} , [kWh/(m ² ·a)]	148
--	----	--------------------------------------	----	--	-----

Енергетски разред зграде ($Q''_{H,nd}$)

A+	A	B	C	D	E	F	G
----	---	---	---	---	---	---	---

Садржај

СПИСАК СЛИКА.....	I
СПИСАК ТАБЕЛА	III
1. САЖЕТАК	1
2. СПИСАК КОРИШЋЕНЕ ПРОЈЕКТНО-ТЕХНИЧКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ДРУГИХ ПОДЛОГА	5
3. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА ЗГРАДЕ	6
3.1. Општи подаци.....	6
3.2. Подаци о кориснику, власнику и одржаватељу зграде.....	7
3.3. Подаци о згради	8
3.3.1. Општи опис зграде и техничких система у згради	8
3.3.2. Начин коришћења зграде и њених техничких система	9
3.3.3. Графички прикази	10
3.3.4. Енергетске функционалне и трошковне целине (ЕТЦ), обрачунска и контролна мерила	10
3.3.5. Коришћени енергенти, снабдевачи енергијом и водом, начин обрачуна и наплате енергије и воде, ставке рачуна	10
3.3.6. Статус зграде по прописима о заштити културне баштине	11
3.4. Грађевински и архитектонски елементи зграде	12
3.4.1. Опис	12
3.4.2. Грејани део зграде.....	19
3.4.3. Коефицијенти пролажења топлоте	20
3.4.4. Коефицијенти губитака топлоте	25
3.5. Термотехнички системи	30
3.5.1. Опис система за грејање	30
3.5.2. Опис система за припрему санитарне топле воде	34
3.5.3. Опис система за хлађење.....	35
3.5.4. Сумарни приказ потрошача електричне енергије у термотехничким системима.....	38
3.6. Системи потрошње електричне енергије.....	39
3.6.1. Електрична расвета	39
3.6.2. Остали потрошачи електричне енергије	41
3.6.3. Сумарни приказ	45
3.7. Системи потрошње воде.....	47
4. АНАЛИЗА ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ	48
4.1. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ТОПЛОТЕ.....	48
4.1.1. Анализа рачуна за топлотну енергију	48
4.1.2. Моделирање потрошње топлотне енергије	58

4.2. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ	59
4.2.1. Анализа рачуна за електричну енергију	59
4.2.2. Моделирање потрошње електричне енергије	71
4.3. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ВОДЕ	72
4.3.1. Анализа рачуна за воду	72
4.3.2. Моделирање потрошње воде	77
4.4. РЕФЕРЕНТНА ГОДИШЊА ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ И ВОДЕ, ПРИПАДАЈУЋИ ТРОШКОВИ И ЕМИСИЈЕ CO₂.....	78
5. ПРОРАЧУН ПОТРОШЊЕ ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ – ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ 	80
5.1. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за грејање и енергије за хлађење 	80
5.1.1. Основни прорачунски параметри	80
5.1.2. Климатски подаци	81
5.1.3. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за грејање и енергије за хлађење ..	82
5.2. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за припрему санитарне топле воде 	91
5.3. Прорачун испоручене (финалне) енергије за рад термотехничких система	92
5.3.1. Систем грејања	93
5.3.2. Систем хлађења	96
5.3.3. Систем припреме санитарне топле воде (СТВ).....	100
5.4. Прорачун годишње потребне енергије за осветљење	102
5.5. Прорачун годишње финалне енергије, примарне енергије и емисија CO₂	103
5.5.1. Фактори конверзије и специфичне емисије CO ₂	103
5.5.2. Годишња финална енергија, примарна енергија и емисија CO ₂	103
5.6. Прорачун специфичне годишње потрошње примарне енергије и поређење са највећом дозвољеном вредности након енергетске санације зграда централне власти.....	106
6. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА И ЗАКЉУЧАК	110
7. ПРЕГЛЕД МЕРА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ СПРОВЕДЕНИХ У ПОСЛЕДЊИХ 10 ГОДИНА	113
8. ОЦЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ ЕНЕРГЕТСКОГ МЕНАЏМЕНТА У ЗГРАДИ, УКЉУЧУЈУЋИ ОБАВЕЗЕ КОЈЕ ПРОИЗЛАЗЕ ИЗ ЗАКОНСКИХ И ПОДЗАКОНСКИХ АКТА	114
9. ПРЕДЛОГ ПАКЕТА (КОМБИНАЦИЈЕ) МЕРА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ И КОРИШЋЕЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДИ	117
9.1. Минимални технички услови за енергетску санацију зграда централне власти	117
9.1.1. Законски и подзаконски прописи	117

9.1.2.	Одлука Владе Републике Србије бр. 312- 01-393 / 2021 од 26.8.2021.	120
9.2.	Осврт на факторе конверзије финалне енергије у примарну и факторе емисије угљендиоксида по јединци финалне енергије и јединици енергије/енергента	121
9.3.	Методологија и критеријуми оцене, списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије унутар сваког пакета мера	123
9.3.1.	Методологија и критеријуми рангирања мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије	123
9.3.2.	Списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије	125
9.3.3.	Опис предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије	126
9.3.4.	Ефекат примене појединих мера на потрошњу финалне енергије, примарне енергије и емисију CO ₂	127
9.4.	Опис предложених пакета мера	129
9.4.1.	Пакет мера 1	129
9.4.2.	Пакет мера 2	130
10.	АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНИХ ПАКЕТА МЕРА	131
10.1.	ПРОРАЧУН ГОДИШЊЕ ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ И ЕМИСИЈА CO₂ НАКОН ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СВАКОГ ОД ПРЕДЛОЖЕНИХ ПАКЕТА МЕРА, ПРОРАЧУН УШТЕДА ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ И СМАЊЕЊА ЕМИСИЈА CO₂	131
10.2.	Финансијска и економска анализа за сваки предложени пакета мера	133
10.2.1.	Опис методологије и основни Полазни подаци за анализу	133
10.2.2.	Инвестициона улагања, стопа амортизације и специфични трошкови одржавања	136
10.2.3.	Оперативни трошкови	137
10.2.4.	Прорачун периода поврата инвестиције	137
10.2.5.	Резултати финансијске анализе	139
	Резултати финансијске анализе (укупни и специфични укупни трошак) дати су у наставку (табела 10-8, слика 10-3).	139
10.3.	Поједностављени акциони план имплементације сваког пакета мера, услови и дозволе које је инвеститор (УЗЗПРО) обавезан да исходи и потребна пројектна документација	140
10.3.1.	Потребне дозволе за спровођење енергетске санације зграда	140
10.3.2.	Поступак издавања решења о одобрењу за извођење радова (опште одредбе)	141
10.3.3.	Претходни радови	142
10.3.4.	Техничка документација за енергетску санацију зграда	143
10.3.5.	Акциони план	146
10.4.	Једноставни вишегодишњи план одржавања, контролне листе и процене годишњих трошкова одржавања за сваку предложену меру унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије током животног века пакета мера	148
11.	ЗАКЉУЧАК	154
	ПРИЛОЗИ	155

Прилог 1: Енергетски пасош зграде	156
Прилог 2: Решење о испуњености услова за издавање сертификата о енергетским својствима зграда	163
Прилог 3: Фактори конверзије финалне енергије у примарну и фактори емисије угљендиоксида по јединци финалне енергије и јединици енергије/енергента	166
СПИСАК КОРИШЋЕНЕ ЛИТЕРАТУРЕ	1

1. САЖЕТАК

Предмет овог детаљног енергетског прегледа је зграда у улици Фабрисова 10 у Београду, са корисном површином од 1.664,54 m² и корисном грејном површином од 1.559,15 m² (слика 3-1). У овом објекту смештени су Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, који је организован у оквиру сутерена и приземља, и Завод за унапређивање образовања и васпитања, који се налази на првом и другом спрату. Оба Завода припадају органу управе у оквиру Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Објекат је пројектован у стилу класичне „модерне“ 60-их година прошлог века, са релативно симетричним фасадама и благо накошеним кровним равнима. Зграда је лоцирана у ширем центру Београда, на углу Фабрисове и Добропољске улице. Налази се на катастарској парцели 2948/44, катастарска општина Савски венац.

Зграда је по намени управно–пословна.

Објекат је организован кроз четири етаже (Сут+Пр+2). Укупна висина зграде износи око 15,5 m. Наспрамни објекти не умањују инсолацију, па за спољашње зидове није срачунат фактор осенчености услед постојања околних објекта. Део прозора који припадају сутерену објекта су изузети у прорачуну за добитке топлоте инсолацијом јер до њих не допире Сунчево зрачење. Терен на којем се налази је нагнут, што доводи до тога да су поједини зидови сутерена са северозападне и југоисточне стране у додиру са спољним ваздухом. Спољашњи зид сутерена на југоисточној страни објекта у потпуности је укопан, док је цео спољашњи зид сутерена на северозападној страни изложен спољашњем ваздуху. У сутерену зграде (ниво -1) налази се топлотна подстанница, у наставку котларнице, преко које је објекат прикључен на систем даљинског грејања ЈКП „Београдске електране“. Осим тога у овом простору се налазе котлови на мазут, који више нису у употреби. Спратна висина (растојање од пода до пода) сутерена, приземља и првог спрата износи 3,7 m, док се средња спратна висина другог спрата износи 3,9 m. Плафони су спуштени у свим просторијама. Корисна висина (растојање од пода до плафона) просторија у сутерену, приземљу и првом спрату износи 3 m, док корисна висина просторија у другом спрату износи 3,2 m. Вертикална комуникација је решена трокраким степеништем.

У згради су уграђени системи грејања, хлађења, топле воде (ПТВ) и унутрашњег осветљења. Систем грејања је централни, топловодни, радијаторски, а снабдевање топлотном енергијом изведено је преко топлотне подстаннице, прикључком на систем даљинског грејања града Београда. Систем хлађења је у највећем делу просторија локални и врши се собним расхладним уређајима (моно сплит системима). Климатизација простора штампарије у сутерену врши се помоћу унутрашње каналске јединице и система каналског развода, при чему се као дистрибутивни елементи користе вртложни дифузори. Климатизација велике сале у приземљу објекта изводи се помоћу спољашње јединице мулти-сплит система и две касетне унутрашње јединице. Вентилација је природна (отварање прозора). Припрема санитарне топле воде (СТВ)

изведена је локално помоћу осам електричних бојлера. У систему електричне расвете инсталисане су неонске флуо цеви и компакт сијалице, LED квадратни, правоугаони и округли панели, као и инкадесцентна сијалица. Управљање системом расвете је ручно (укључи/искључи).

Референтна годишња потрошња енергије и воде у згради, са припадајућим трошковима и емисијом CO₂, приказана је у следећој табели (табела 1 1).

Укупна референтна годишња потрошња енергије у згради Завода за вредновање квалитета образовања и Завода за унапређивање образовања и васпитања износи 308 165 kWh, референтна потрошња воде износи 750 m³, а укупни годишњи трошак енергије и воде износи 4,2 милиона динара без ПДВ-а, односно 4,96 милиона динара са урачунатим ПДВ-ом.

Табела 1-1: Референтна годишња потрошња енергије и воде у згради са припадајућим трошковима и емисијама CO₂

ЕНЕРГЕНТИ И ВОДА	РЕФЕРЕНТНЕ ВРЕДНОСТИ					
	Годишња потрошња		Годишња потрошња енергије	Годишњи трошкови без ПДВ-а	Годишњи трошкови с ПДВ-ом	Годишња емисија CO ₂
	Мерна јединица	Износ	kWh	RSD	RSD	t
Електрична енергија	kWh	92 522	92 522	1 639 731	2 115 253	101,68
Топлотна енергија	kWh	215 643	215 643	2 467 790	2 714 569	54,09
Вода	m ³	750		117 162	128 878	
УКУПНО			308 165	4 224 684	4 958 700	156

Од укупне потрошње енергије, 69,98% отпада на потрошњу топлотне енергије, а преосталих 30,02% на потрошњу електричне енергије.

Према Правилнику о енергетској ефикасности зграда ("Службени гласник РС", бр. 61/2011), максимално допуштена вредност годишње потребне топлоте за грејање за постојеће управне и послове зграде износи 65 kWh/m²a. На основу спроведене енергетске сертификације, зграда је према односу израчунате и максимално допуштене вредности годишње потребне топлоте за грејање (101%) сврстана у енергетски разред D.

За потребе прорачуна, годишња потребна енергија за грејање и хлађење зграде, $Q_{H,nd}$ (kWh/a) и $Q_{C,nd}$ (kWh/a), одређене су у складу са стандардом SRPS EN ISO 13790, методом прорачуна по месецима (квазистационарна метода израчунавања енергије потребне за грејање и енергије потребне за хлађење зграде). Овај прорачун укључује укупне годишње потребе за примарном енергијом техничких система зграде укључујући грејање, хлађење, вентилацију, санитарну топлу воду (СТВ), расвету, помоћну енергију за техничке системе, електричну енергију произведену на лицу места и др., за стварне климатске податке и стварни начин коришћења и начин рада техничких система зграде.

Табела 1-2: Годишња финална енергија, примарна енергија и емисија CO₂

Енергент	Сврха / потрошач	Годишња финална енергија, E_{del} [kWh]	Фактор f_p	Годишња примарна енергија, E_{prim} [kWh]	Фактор CO ₂ [kg/kWh]	Годишња емисија CO ₂ [kg]
Топлотна енергија	Енергија за грејање	106 292	1,563	166 134	0,287	30 506
Електрична енергија	Енергија за хлађење	8 517	3,015	25 679	1,099	9 360
Електрична енергија	Енергија за СТВ	7 724	3,015	23 288	1,099	8 489
Електрична енергија	Енергија за осветљење	18 337	3,015	55 286	1,099	20 152
Електрична енергија	Помоћна енергија	1 228	3,015	3 703	1,099	1 350
Укупно		142 098		274 090		69 857

Овим прорачуном одређена је годишња (прорачунска) потрошња финалне, примарне енергије и емисије CO₂ зграде у улици Фабрисова 10 у Београду и дата је у табели 1-2.

Укупна годишња финална енергија износи 142 098 kWh/a. Укупна годишња примарна енергија износи 274 090 kWh/a. Укупна годишња емисија CO₂ износи 69 857 kg/a.

У потрошњи енергије и емисији CO₂ грејање зграде има највеће учешће (74,8% у финалној енергији, 60,6% у примарној енергији и 43,7% у емисији CO₂). Следећи системи према учешћу јесу систем унутрашње расвете (20,2% у финалној енергији, 16,3% у примарној енергији и 23,7% у емисији CO₂), затим систем хлађења (6,0% у финалној енергији, 9,4% у примарној енергији и 13,4% у емисији CO₂). Најмање учешће у потрошњи енергије и емисији CO₂ имају помоћни уређаји у термотехничким системима зграде.

На основу спроведеног детаљног енергетског прегледа зграде и анализе постојећег стања и потенцијала за побољшање, предлаже се укупно 4 појединачне мере унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије, које су наведене у Табела 1-3.

Табела 1-3: Списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије

Ред. бр.	Ознака	Опис
1	АГ-1	Замена спољашње столарије
2	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
3	М-2	Замена ручних радијаторских вентила терморегулационим вентилима
4	Е-1	Замена свих неонских, инкадесцентних и др. лед сијалицама

Напомена:

АГ – мера у архитектонско-грађевинском делу, М – мера у делу машинских инсталација и система мерења и регулације, Е – мера у делу електротехничких инсталација и система мерења и регулације

Имајући у виду резултате анализе појединачних мера, предложена су два пакета мера (Табела 1-4, 1-5).

Табела 1-4: Списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности у склопу предложеног пакета мера 1 (П-1)

Ред. бр.	Ознака	Опис
1	АГ-1	Замена спољне столарије
2	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
3	М-2	Замена ручних радијаторских вентила терморегулационим вентилима
4	Е-1	Замена свих неонских, инкандесцентних и др. лед сијалицама

Табела 1-5: Списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности у склопу предложеног пакета мера 2 (П-2)

Ред. бр.	Ознака	Опис
1	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
2	М-2	Замена ручних радијаторских вентила терморегулационим вентилима
3	Е-1	Замена свих неонских, инкандесцентних и др. лед сијалицама

Мера М-1, тј. мера замене локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење, иако са енергетско-финансијског аспекта није нарочито исплатива, предвиђена је у сваком пакету мера, јер су према члану 83 [с9], став 2, Закона о планирању и изградњи, власници зграда јавне намене у границама непокретних културних добара и заштићеној околини културних добара, дужни су да у року од две године од дана ступања на снагу овог закона (27. јула 2023. године), са уличних фасада уклоне све спољне јединице уређаја за грејање и хлађење, односно да их изместе на начин да нису видљиве, као и да не врше утицај на непосредно окружење.

Смањење укупне потрошње финалне енергије за пакет П-1 износи 21,9%, а за пакет мера П-2 износи 12,2%. Овим се може закључити да једино предложени пакет мера П-1 може да постигне уштеду у потрошњи финалне енергије већу од 20%.

Методологија прорачуна, коришћена у финансијској анализи, у складу је са стандардом SRPS EN 15459-1:2017 Енергетске карактеристике зграда — Процедура за економску процену енергетских система у зградама — Део 1: Прорачунске процедуре. Према Директиви 2010/31/ЕУ Европског парламента и Савета од 19. маја 2010. године о енергетским карактеристикама зграда потребно је поставити минималне услове о енергетским својствима зграде на начин да се достиже трошковно оптималан ниво.

Из резултата спроведене трошковне анализе добијени су годишњи оперативни трошкови који обухватају енергију, воду, CO₂ и одржавање након реализације сваког пакета посебно. Најмањи годишњи оперативни трошак има пакет мера П-1, а највећи оперативни трошак има пакет мера П-2. Дисконтни период поврата инвестиције је најмањи за пакет мера П-2 (9 година), а за пакет мера П-1 24 године. С друге стране, резултати финансијске анализе за период од 25 година показују да најмањи укупни трошак има пакет мера П-2.