

ИЗВЕШТАЈ О СПРОВЕДЕНОМ ДЕТАЉНОМ ЕНЕРГЕТСКОМ ПРЕГЛЕДУ ЗГРАДЕ

на адреси СТЕВАНА БРАКУСА бр. 2, БЕОГРАД



Финални извештај

Београд, фебруар 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**

Стевана Бракуса бр. 2, Београд
Финални извештај

16. фебруар 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.

Сандра Ковачевић, маст. инж. маш.

Бранислав Петровић, маст. инж. маш.

Марија Василев, маст. инж. маш.

Верзије документа

Ознака	Датум	Опис
R0	18.02.2025.	Прелиминарни извештај
R1		Финални извештај, QA ревизија
R2		Финални извештај, ревизија

Основни подаци о згради



Адреса и место	Стевана Бракуса 2, Београд
Катастарска парцела и општина	13054/9, Чукарица
Власник / инвеститор / правни заступник	Државна својина, Република Србија
Година изградње	1991.
Година реконструкције / енергетске санације	-
Нето корисна грејана површина A_f [m ²]	1 717,17
Број енергетског пасоша	УБМФ 1-06/2022

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

Једноставна

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)]	73	E_{del} , kWh/(m ² ·a)]	91	E_{prim} , [kWh/(m ² ·a)]	165
--	----	--------------------------------------	----	--	-----

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	9
3.3.4. Енергетске функционалне и трошковне целине (ЕТЦ), обрачунска и контролна мерила	9
3.3.5. Коришћени енергенти, снабдевачи енергијом и водом, начин обрачуна и наплате енергије и воде, ставке рачуна	9
3.3.6. Статус зграде по прописима о заштити културне баштине	10
3.4. Грађевински и архитектонски елементи зграде	11
3.4.1. Опис	11
3.4.2. Грејани део зграде.....	15
3.4.3. Коефицијенти пролажења топлоте	16
3.4.4. Коефицијенти губитака топлоте	22
3.5. Термотехнички системи	26
3.5.1. Опис система за грејање	26
3.5.2. Опис система за припрему санитарне топле воде	31
3.5.3. Опис система за хлађење.....	33
3.5.4. Сумарни приказ потрошача електричне енергије у термотехничким системима.....	35
3.6. Системи потрошње електричне енергије.....	36
3.6.1. Електрична расвета	36
3.6.2. Остали потрошачи електричне енергије	38
3.6.3. Сумарни приказ	41
3.7. Системи потрошње воде.....	42
4. АНАЛИЗА ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ	43
4.1. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ТОПЛОТЕ.....	43
4.1.1. Анализа рачуна за топлотну енергију	43
4.1.2. Моделирање потрошње топлотне енергије	52

4.2. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ	53
4.2.1. Анализа рачуна за електричну енергију	53
4.2.2. Моделирање потрошње електричне енергије	65
4.3. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ВОДЕ	66
4.3.1. Анализа рачуна за воду	66
4.3.2. Моделирање потрошње воде	70
4.4. РЕФЕРЕНТНА ГОДИШЊА ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ И ВОДЕ, ПРИПАДАЈУЋИ ТРОШКОВИ И ЕМИСИЈЕ CO₂.....	71
5. ПРОРАЧУН ПОТРОШЊЕ ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ – ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ 	73
5.1. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за грејање и енергије за хлађење 	73
5.1.1. Основни прорачунски параметри	73
5.1.2. Климатски подаци	74
5.1.3. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за грејање и енергије за хлађење ..	75
5.2. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за припрему санитарне топле воде 	85
5.3. Прорачун испоручене (финалне) енергије за рад термотехничких система	86
5.3.1. Систем грејања	87
5.3.2. Систем хлађења	90
5.3.3. Систем припреме санитарне топле воде (СТВ).....	94
5.4. Прорачун годишње потребне енергије за осветљење	96
5.5. Прорачун годишње финалне енергије, примарне енергије и емисија CO₂	97
5.5.1. Фактори конверзије и специфичне емисије CO ₂	97
5.5.2. Годишња финална енергија, примарна енергија и емисија CO ₂	97
5.6. Прорачун специфичне годишње потрошње примарне енергије и поређење са највећом дозвољеном вредности након енергетске санације зграда централне власти.....	101
6. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА И ЗАКЉУЧАК	104
7. ПРЕГЛЕД МЕРА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ СПРОВЕДЕНИХ У ПОСЛЕДЊИХ 10 ГОДИНА	106
8. ОЦЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ ЕНЕРГЕТСКОГ МЕНАџМЕНТА У ЗГРАДИ, УКЉУЧУЈУЋИ ОБАВЕЗЕ КОЈЕ ПРОИЗЛАЗЕ ИЗ ЗАКОНСКИХ И ПОДЗАКОНСКИХ АКТА	107
9. ПРЕДЛОГ ПАКЕТА (КОМБИНАЦИЈЕ) МЕРА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ И КОРИШЋЕЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДИ	110
9.1. Минимални технички услови за енергетску санацију зграда централне власти	110
9.1.1. Законски и подзаконски прописи	110

9.1.2.	Одлука Владе Републике Србије бр. 312- 01-393 / 2021 од 26.8.2021.....	113
9.2.	Осврт на факторе конверзије финалне енергије у примарну и факторе емисије угљендиоксида по јединци финалне енергије и јединици енергије/енергента	114
9.3.	Методологија и критеријуми оцене, списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије унутар сваког пакета мера	116
9.3.1.	Методологија и критеријуми рангирања мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије	116
9.3.2.	Списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије.....	117
9.3.3.	Опис предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије.....	119
9.3.4.	Ефекат примене појединих мера на потрошњу финалне енергије, примарне енергије и емисију CO ₂	120
9.4.	Опис предложених пакета мера.....	124
9.4.1.	Пакет мера 1	124
9.4.2.	Пакет мера 2	124
10.	АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНИХ ПАКЕТА МЕРА	125
10.1.	ПРОРАЧУН ГОДИШЊЕ ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ И ЕМИСИЈА CO₂ НАКОН ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СВАКОГ ОД ПРЕДЛОЖЕНИХ ПАКЕТА МЕРА, ПРОРАЧУН УШТЕДА ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ И СМАЊЕЊА ЕМИСИЈА CO₂	125
10.2.	Финансијска и економска анализа за сваки предложени пакета мера	127
10.2.1.	Опис методологије и основни Полазни подаци за анализу	127
10.2.2.	Инвестициона улагања, стопа амортизације и специфични трошкови одржавања ..	130
10.2.3.	Оперативни трошкови	131
10.2.4.	Прорачун периода поврата инвестиције	131
10.2.5.	Резултати финансијске анализе	133
	Резултати финансијске анализе (укупни и специфични укупни трошак) дати су у наставку (табела 10-8, слика 10-2).	133
10.3.	Поједностављени акциони план имплементације сваког пакета мера, услови и дозволе које је инвеститор (УЗЗПРО) обавезан да исходи и потребна пројектна документација	134
10.3.1.	Потребне дозволе за спровођење енергетске санације зграда.....	134
10.3.2.	Поступак издавања решења о одобрењу за извођење радова (опште одредбе).....	135
10.3.3.	Претходни радови	136
10.3.4.	Техничка документација за енергетску санацију зграда	137
10.3.5.	Акциони план	140
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	142
11.	ЗАКЉУЧАК	150
	ПРИЛОЗИ.....	1

Прилог 1:	Енергетски пасош зграде.....	2
Прилог 2:	Решење о испуњености услова за издавање сертификата о енергетским својствима зграда	9
Прилог 3:	Фактори конверзије финалне енергије у примарну и фактори емисије угљендиоксида по јединци финалне енергије и јединици енергије/енергента	12
СПИСАК КОРИШЋЕНЕ ЛИТЕРАТУРЕ		1

1. САЖЕТАК

Предмет овог детаљног енергетског прегледа је зграда на адреси Стевана Бракуса, број 2 у Београду, нето корисне грејане површине 1 717,17 m² у којој се тренутно налази Институт за стандардизацију Републике Србије.

Зграда је смештена између улице Стевана Бракуса и Тоше Јовановића, на Бановом брду. Све фасаде су слободне, тј. не ослањају се на суседне објекте. Југо-источна фасада је окренута ка тржном центру „Станком”.

Укупна висина зграде износи око 21 m. Спратност зграде је Су+Пр+4. У таванском делу смештена је лифт кућица и просторија за експанзиони суд. Наспрамни објект са југо-источне стране умањује инсолацију, па је за спољашње зидове са наведене стране израчунат фактор осенчености услед постојања околног објекта. Денивелација улица Стевана Бракуса и Тоше Јовановића на месту на ком се налази зграда је 4,50–6,00 m, тако да је објект из улице Стевана Бракуса, са које се налази улаз, спратности Пр+4. Из улице Тоше Јовановића привидно има још једну етажу (сутерен), где се налази улаз за возила, топлотна подстаница и остале техничке просторије. Сутерен је са три стране потпуно укопан у земљу, док је са четврте стране у додиру са спољним ваздухом. У подруму зграде (ниво 1) налазе се топлотна подстаница, преко које је зграда прикључена на систем даљинског грејања ЈКП „Београдске електране”, гаража, претпростор степеништа, којим се степениште одваја од простора гараже. Поред ових просторија, подрум се састоји од магацина, хидростанице, просторије за АКУ батерије, санитарног чвора и оставе. Део подрумског простора се греје у склопу радијаторског система грејања целе зграде. Спратна висина (растојање од пода до пода) износи 3,5 m, осим четвртог спрату где је 3,00 m. Корисна висина (растојање од пода до плафона) подрумских просторија, приземља, првог, другог и трећег спрата износи 3,3 m, четвртог спрата 2,8 m. Вертикална комуникација решена је трокраким степеништем и лифтовским постројењем.

У згради су уграђени системи грејања, хлађења, припреме санитарне топле воде (СТВ) и унутрашње расвете. Систем грејања је централни, топоводи, грејна тела су радијатори, а снабдевање топлотном енергијом изведено је преко топлотне подстанице, прикључком на систем даљинског грејања ЈКП „Београдске електране”. Систем хлађења је локални, собним расхладним уређајима (сплит системима). Спољне јединице постављене су на спољној фасади зграде, док су унутрашње јединице постављене на зидове. Кондензат од унутрашњих јединица изводи се пластичним цевима до спољних олука. Управљање унутрашњим јединицама врши се локално. Вентилација је природна (отварање прозора). Припрема санитарне топле воде (СТВ) изведена је локално, електричним бојлерима. Систем унутрашње расвете састоји се углавном од LED цеви и инкандесцентних 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 износи 226 252 kWh, референтна потрошња воде 596 m³, а укупни годишњи трошак енергије и воде износи 3,5 милиона динара без ПДВ-а, односно 4,2 милиона динара са 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	98 702	98 702	1 878 398	2 423 133	108,47
Топлотна енергија	kWh	127 550	127 550	1 555 310	1 710 841	36,37
Вода	m ³	596		83 429	91 772	
УКУПНО			226 252	3 517 137	4 225 746	145

Од укупне потрошње енергије, 55,1% отпада на потрошњу топлотне енергије, а преосталих 44,9% 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 (113%) 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	129 331	1,563	202 144	0,287	37 118
Електрична енергија	Енергија за хлађење	15 483	3,015	46 681	1,099	17 016
Електрична енергија	Енергија за СТВ	5 531	3,015	16 676	1,099	6 079
Електрична енергија	Енергија за осветљење	17 378	3,015	52 393	1,099	19 098
Електрична енергија	Помоћна енергија	1 047	3,015	3 157	1,099	1 151
Укупно		168 770		321 053		80 461

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

Укупна годишња финална енергија износи 168 770 kWh/a. Укупна годишња примарна енергија износи 321 053 kWh/a. Укупна годишња емисија CO₂ износи 80 461 kg/a.

У потрошњи енергије и емисији CO₂ грејање зграде има највеће учешће 76,6% у финалној енергији, 63,0% у примарној енергији и 46,1% у емисији CO₂). Следећи по учешћу је систем унутрашње расвете (10,3% у финалној енергији, 16,3% у примарној енергији и 23,7% у емисији CO₂), затим следи систем хлађења (9,2% у финалној енергији, 14,5% у примарној енергији и 21,1% у емисији CO₂). Најмање учешће 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 5 појединачних мера 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 спољне столарије
2	АГ-2	Постављање термоизолације на међуспратну конструкцију ка спољном ваздуху
3	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
4	М-2	Замена ручних радијаторских вентила терморегулационим вентилима
5	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	АГ-2	Постављање термоизолације на међуспратну конструкцију ка спољном ваздуху
3	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
4	М-2	Замена ручних радијаторских вентила терморегулационим вентилима
5	Е-1	Замена свих неонских, инкадесцентних 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	АГ-1	Замена спољне столарије
3	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
4	М-2	Замена ручних радијаторских вентила терморегулационим вентилима
5	Е-1	Замена свих неонских, инкадесцентних 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.

Смањења укупне потрошње финалне енергије за пакет П-1 износи 40%, а за пакет П-2 износи 32,6%. Овим се може закључити да сви предложени пакети мера моду да постигну уштеде у потрошњи финалне енергије веће 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 (41 година), а за пакет мера П-1 42 године. С друге стране, резултати финансијске анализе за период од 25 година показују да најмањи укупни трошак има пакет мера П-1.