

ИЗВЕШТАЈ О СПРОВЕДЕНОМ ДЕТАЉНОМ ЕНЕРГЕТСКОМ ПРЕГЛЕДУ ЗГРАДЕ

на адреси КНЕЗА ВИШЕСЛАВА 72, 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**

Кнеза Вишеслава бр. 72, Београд
Финални извештај

15. мај 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	15.05.2025.	Прелиминарни извештај
R1		Финални извештај, QA ревизија
R2		Финални извештај, ревизија

Основни подаци о згради

	Адреса и место	Кнеза Вишеслава 72, Београд
	Катастарска парцела и општина	13444/13, Чукарица
	Власник / инвеститор / правни заступник	Државна својина, Република Србија
	Година изградње	1962.
	Година реконструкције / енергетске санације	-
	Нето корисна грејана површина A_t [m ²]	1 168,25
	Број енергетског пасоша	УБМФ 1-04/2025

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

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)]	74	E_{del} , kWh/(m ² ·a)]	96	E_{prim} , [kWh/(m ² ·a)]	107
--	----	--------------------------------------	----	--	-----

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	8
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	16
3.4.3. Коефицијенти пролажења топлоте.....	17
3.4.4. Коефицијенти губитака топлоте	22
3.5. Термотехнички системи	27
3.5.1. Опис система за грејање.....	27
3.5.2. Опис система за припрему санитарне топле воде	32
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.....	43
3.7. Системи потрошње воде.....	44
4. АНАЛИЗА ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ	45
4.1. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ТОПЛОТЕ.....	45
4.1.1. Анализа рачуна за топлотну енергију	45
4.1.2. Моделирање потрошње топлотне енергије	55

4.2. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ.....	56
4.2.1. Анализа рачуна за електричну енергију	56
4.2.2. Моделирање потрошње електричне енергије	68
4.3. АНАЛИЗА И МОДЕЛИРАЊЕ ПОТРОШЊЕ ВОДЕ.....	69
4.3.1. Анализа рачуна за воду	69
4.3.2. Моделирање потрошње воде	73
4.4. РЕФЕРЕНТНА ГОДИШЊА ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ И ВОДЕ, ПРИПАДАЈУЋИ ТРОШКОВИ И ЕМИСИЈЕ CO₂.....	74
5. ПРОРАЧУН ПОТРОШЊЕ ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ – ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ 	77
5.1. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за грејање и енергије за хлађење 	77
5.1.1. Основни прорачунски параметри	77
5.1.2. Климатски подаци.....	78
5.1.3. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за грејање и енергије за хлађење... 79	
5.2. Прорачун годишње потребне топлотне енергије за припрему санитарне топле воде 	89
5.3. Прорачун испоручене (финалне) енергије за рад термотехничких система	90
5.3.1. Систем грејања.....	91
5.3.2. Систем хлађења.....	94
5.3.3. Систем припреме санитарне топле воде (СТВ)	98
5.4. Прорачун годишње потребне енергије за осветљење.....	100
5.5. Прорачун годишње финалне енергије, примарне енергије и емисија CO₂	101
5.5.1. Фактори конверзије и специфичне емисије CO ₂	101
5.5.2. Годишња финална енергија, примарна енергија и емисија CO ₂	101
5.6. Прорачун специфичне годишње потрошње примарне енергије и поређење са највећом дозвољеном вредности након енергетске санације зграда централне власти	105
6. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА И ЗАКЉУЧАК.....	108
7. ПРЕГЛЕД МЕРА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ СПРОВЕДЕНИХ У ПОСЛЕДЊИХ 10 ГОДИНА	110
8. ОЦЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ ЕНЕРГЕТСКОГ МЕНАџМЕНТА У ЗГРАДИ, УКЉУЧУЈУЋИ ОБАВЕЗЕ КОЈЕ ПРОИЗЛАЗЕ ИЗ ЗАКОНСКИХ И ПОДЗАКОНСКИХ АКТА	111
9. ПРЕДЛОГ ПАКЕТА (КОМБИНАЦИЈЕ) МЕРА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ И КОРИШЋЕЊА ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДИ	114
9.1. Минимални технички услови за енергетску санацију зграда централне власти	114
9.1.1. Законски и подзаконски прописи.....	114

9.1.2.	Одлука Владе Републике Србије бр. 312- 01-393 / 2021 од 26.8.2021.	117
9.1.3.	Пројектни задатак	Error! Bookmark not defined.
9.2.	Осврт на факторе конверзије финалне енергије у примарну и факторе емисије угљендиоксида по јединци финалне енергије и јединици енергије/енергента	118
9.3.	Методологија и критеријуми оцене, списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије унутар сваког пакета мера	120
9.3.1.	Методологија и критеријуми рангирања мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије.....	120
9.3.2.	Списак предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије.....	121
9.3.3.	Опис предложених мера унапређења енергетске ефикасности и коришћења обновљивих извора енергије.....	123
9.3.4.	Ефекат примене појединих мера на потрошњу финалне енергије, примарне енергије и емисију CO ₂	124
9.4.	Опис предложених пакета мера.....	127
9.4.1.	Пакет мера 1	127
9.4.2.	Пакет мера 2	128
10.	АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНИХ ПАКЕТА МЕРА	129
10.1.	ПРОРАЧУН ГОДИШЊЕ ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ И ЕМИСИЈА CO ₂ НАКОН ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ СВАКОГ ОД ПРЕДЛОЖЕНИХ ПАКЕТА МЕРА, ПРОРАЧУН УШТЕДА ПРИМАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ И СМАЊЕЊА ЕМИСИЈА CO ₂	129
10.2.	Финансијска и економска анализа за сваки предложени пакета мера.....	131
10.2.1.	Опис методологије и основни Полазни подаци за анализу	131
10.2.2.	Инвестициона улагања, стопа амортизације и специфични трошкови одржавања ..	134
10.2.3.	Оперативни трошкови	135
10.2.4.	Прорачун периода поврата инвестиције	135
10.2.5.	Резултати финансијске анализе.....	137
	Резултати финансијске анализе (укупни и специфични укупни трошак) дати су у наставку (табела 10-8, слика 10-2).....	137
10.3.	Поједностављени акциони план имплементације сваког пакета мера, услови и дозволе које је инвеститор (УЗЗПРО) обавезан да исходи и потребна пројектна документација	138
10.3.1.	Потребне дозволе за спровођење енергетске санације зграда	138
10.3.2.	Поступак издавања решења о одобрењу за извођење радова (опште одредбе)	139
10.3.3.	Претходни радови.....	140
10.3.4.	Техничка документација за енергетску санацију зграда	141
10.3.5.	Акциони план	144
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.....	146
11.	ЗАКЉУЧАК	152

ПРИЛОЗИ	1
Прилог 1: Енергетски пасош зграде	2
Прилог 2: Решење о испуњености услова за издавање сертификата о енергетским својствима зграда	4
Прилог 3: Фактори конверзије финалне енергије у примарну и фактори емисије угљендиоксида по јединци финалне енергије и јединици енергије/енергента	7
СПИСАК КОРИШЋЕНЕ ЛИТЕРАТУРЕ	1

1. САЖЕТАК

Предмет овог детаљног енергетског прегледа је зграда на адреси Кнеза Вишеслава бр.72 у Београду, нето корисне грејне површине 1 168,25 m² у којој је смештен Центар за медицину и психологију спорта који припада Заводу за спорт и медицину спорта Републике Србије.

Зграда је лоцирана у ширем центру Београда, у оквиру спортског центра у Кошутњаку, поред улице Кнеза Вишеслава. Све фасаде су слободне, тј. не ослањају се на суседне објекте.

Укупна висина зграде износи око 8,5 m. Спратност зграде је Сут+Пр+1.

Наспрамни објекти не умањују инсолацију, па за спољашње зидове није срачунат фактор осенчености услед постојања околних објекта. У сутерену зграде (ниво -1) налазе се магацини, трафо станица, сервер сала, библиотека, канцеларијски простори, санитарни чвор. Степеништем је сутерен повезан са приземљем.

Спратна висина (растојање од пода до пода) сутерена износи 3,09 m, док спратна висина приземља и спрата износи 3,3 m. Плафони у просторијама су задржани на пуној висини, осим у делу ходника сутерена, где су спуштени ради скривања цеви радијаторског система грејања. Корисна висина (растојање од пода до плафона) свих просторија у сутерену осим ходника износи 2,63 m, док корисна висина просторија у приземљу и спрату износи 2,83 m. Вертикална комуникација у објекту остварена је засебним степеништем између сутерена и приземља, као и између приземља и спрата. Степенишни простор који повезује приземље и спрат осветљен је ПВЦ светларником са двоструким термо стаклом 4-12-4 mm и представља део грејаног простора зграде.

У згради су уграђени системи грејања, хлађења, припреме санитарне топле воде (СТВ) и унутрашње расвете. Систем грејања обезбеђују гасни котлови смештени у котларници, која се налази у непосредној близини објекта, у оквиру Дома спорта. 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. Вентилација је природна (отварање прозора). Припрема санитарне топле воде (СТВ) изведена је локално, електричним бојлерима. Систем унутрашње расвете изведен је углавном од неонских флуо цеви, ЛЕД квадратних, правоугаоних и округлих панела, као и инкадесцентних и ЛЕД 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).

С обзиром на то да се потрошња природног гаса мери једном месечно за три објекта Завода за спорт и медицину спорта обједињено (зграда Центра за медицину и психологију спорта, зграда Центра за моторичка истраживања и аналитику у спорту и зграда Дома спортова), као и да се у Дому спортова природни гас не користи само у сврху грејања просторија, што је случај са преостала два објекта, већ се користи и за грејање воде у базену и припрему санитарне топле воде, то није могуће извршити релевантну расподелу потрошње гаса на ова три објекта појединачно. Стога, није могуће ни одредити референтну потрошњу енергије за грејање Центра за медицину и психологију спорта. Једина позната и релевантна потрошња топлотне енергије зграде Центра за медицину и психологију спорта јесте прорачунска која износи 95 592 kWh/год, стога је у анализи у табели 1-1 узета ова вредност. Годишњи трошкови су срачунати тако што је прорачунска вредност потрошње енергије за грејање помножена са просечном ценом топлотне енергије (без ПДВ-а) добијеном из ИСЕМ-а за 2024. годину.

Укупна референтна годишња потрошња енергије у згради Центра за медицину и психологију спорта износи 161 112 kWh, референтна потрошња воде износи 694 m³, а укупни годишњи трошак енергије и воде износи 1,75 милиона динара без ПДВ-а, односно 2,12 милиона динара са урачунатим ПДВ-ом.

Табела 1-1: Референтна годишња потрошња енергије и воде у згради Центра за медицину и психологију спорта 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	65 520	65 520	1 000 385	1 290 497	72,01
Топлотна енергија	kWh	95 592*	95 592*	658 686	724 555	17,21
Вода	m ³	694		96 560	106 216	
УКУПНО			161 112	1 755 631	2 121 268	89

*Прорачунска вредност годишње потрошње топлотне енергије за зграду Центра медицине и психологије спорта.

Од укупне потрошње енергије, 59,33% отпада на потрошњу топлотне енергије, а преосталих 40,67% 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/m²а. На основу спроведене енергетске сертификације, зграда је према односу израчунате и максимално допуштене вредности годишње потребне топлоте за грејање (114%) 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), осветлу, 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.

Овим прорачуном одређена је годишња (прорачунска) потрошња финалне, примарне енергије и емисије CO₂ зграде у улици Кнеза Вишеслава 72 у Београду и дата је у табели 1-2.

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	95 592	1,000	95 592	0,200	19 118
Електрична енергија	Енергија за хлађење	6 138	3,015	18 506	1,099	6 746
Електрична енергија	Енергија за СТВ	11 012	3,015	33 201	1,099	12 102
Електрична енергија	Енергија за осветљење	9 005	3,015	27 150	1,099	9 896
Електрична енергија	Помоћна енергија	884	3,015	2 665	1,099	972
Укупно		122 631		177 115		48 834

Укупна годишња финална енергија износи 122 631 kWh/a. Укупна годишња примарна енергија износи 177 115 kWh/a. Укупна годишња емисија CO₂ износи 48 834 kg/a.

У потрошњи енергије и емисији CO₂ грејање зграде има највеће учешће 78,0% у финалној енергији, 54,0% у примарној енергији и 39,1% у емисији CO₂). Следећи по учешћу је систем за припрему СТВ (9,0% у финалној енергији, 18,7% у примарној енергији и 24,8% у емисији CO₂), затим следе систем унутрашње расвете (7,3% у финалној енергији, 15,3% у примарној енергији и 20,3% у емисији CO₂) и систем хлађења (5,0% у финалној енергији, 10,4% у примарној енергији и 13,8% 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 спољне зидове приземља и спрата
3	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
4	М-2	Замена дотрајалих и уградња нових терморегулационих вентила
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 спољне зидове приземља и спрата
3	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
4	М-2	Замена дотрајалих и уградња нових терморегулационих вентила
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-2	Постављање термоизолације на спољне зидове приземља и спрата
2	М-1	Замена локалних сплит-система и прелазак на централни систем за хлађење
3	М-2	Замена дотрајалих и уградња нових терморегулационих вентила
4	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.

Смањење укупне потрошње финалне енергије за пакет П-1 износи 28,2%, а за пакет мера П-2 износи 22,5%. Овим се може закључити да сви предложени пакети мера могу 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 (17 година), а за пакет мера П-1 2а година. С друге стране, резултати финансијске анализе за период од 25 година показују да најмањи укупни трошак има пакет мера П-2.