



ОБУКА ЗА ПОЛАГАЊЕ СТРУЧНОГ ИСПИТА ЗА ОБЛАСТ
ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ЗГРАДА



ТЕМАТСКО ПОГЛАВЉЕ 14.4.

ПРИМЕРИ ПРОРАЧУНА ИНДИКАТОРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

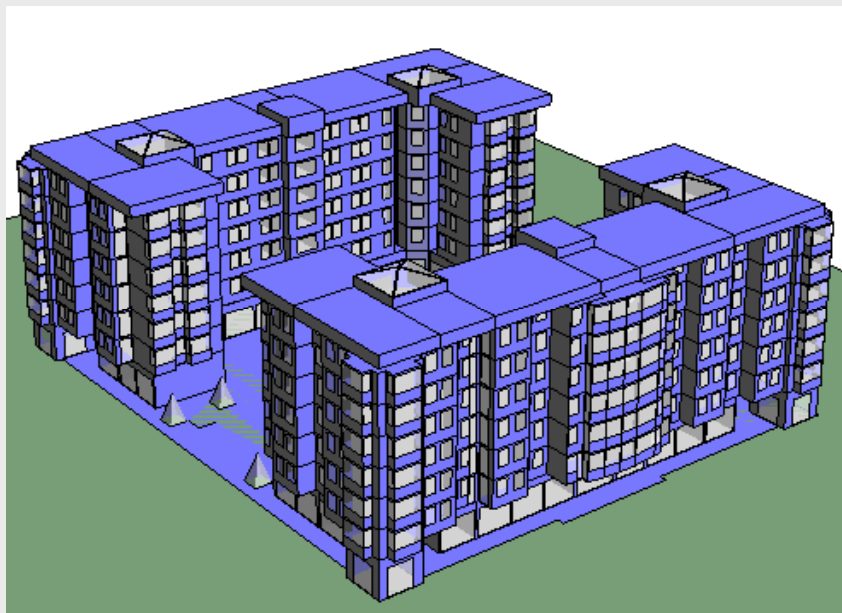
Љиљана Симић – EnPlus
www.enplustech.com

ПРИМЕРИ ПРОРАЧУНА ИНДИКАТОРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

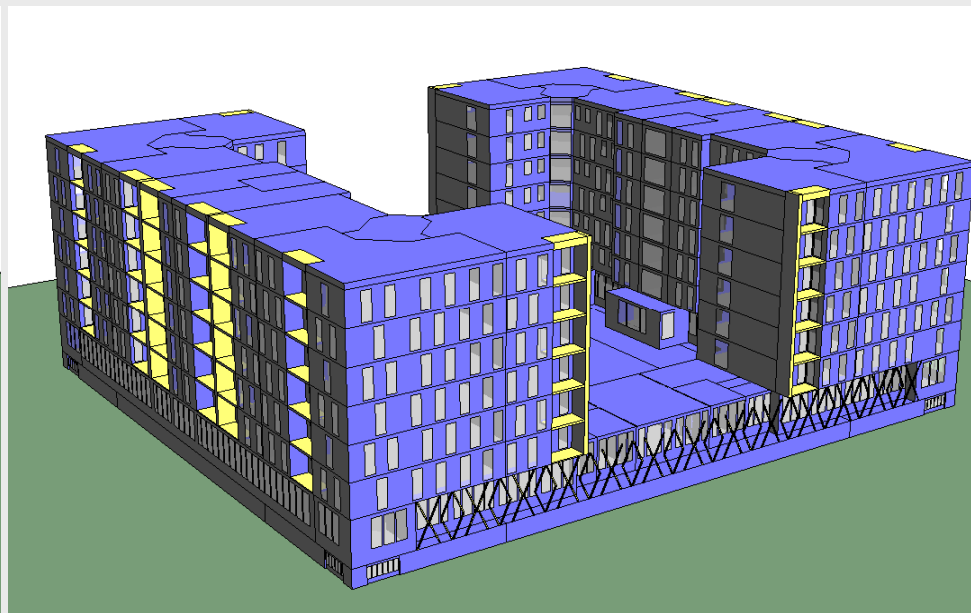
- **НОВА ЗГРАДА** - “СТАМБЕНО-ПОСЛОВНИ ОБЈЕКАТ - 29 БЛОК, Б5, НОВИ БЕОГРАД” – СТУДИЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ
- **ПОСТОЈЕЋА ЗГРАДА** - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР “РАДОЈЕ ДАКИЋ” - ПРОЈЕКАТ ЕНЕРГЕТСКЕ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ И ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОМФОРА ОБЈЕКТА
- **ПОСТОЈЕЋА ЗГРАДА** – “ИНФЕКТИВНА БОЛНИЦА КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ” - НИШ-ПРОЈЕКАТ ЕНЕРГЕТСКЕ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА

НОВА ЗГРАДА “СТАМБЕНО-ПОСЛОВНИ ОБЈЕКАТ - 29 БЛОК, НОВИ БЕОГРАД” – СТУДИЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ

3Д модел зграде



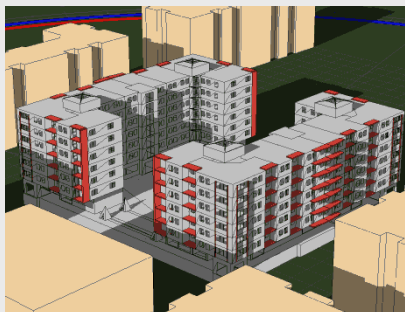
Оригинално архитектонско
решење - ОС



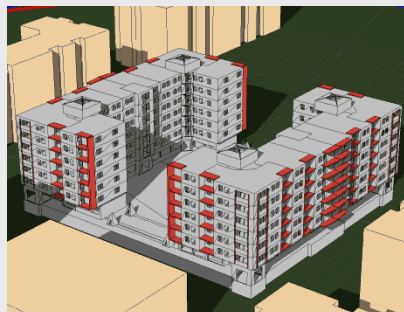
Новопроековано решење, после
примена предложених ЕЕ мера - РМ

ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋЕГ ПРОЈЕКТА ЗА АНАЛИЗИРАНИ ОБЈЕКТА

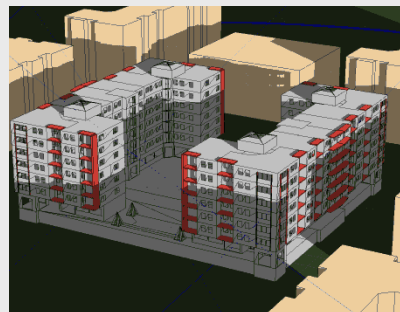
Зграда је лоцирана у 29-том блоку, Нови Београд, у непосредној близини Спортског центра – “Арена”. Околне зграде праве сенку у одређеним временским тренуцима, на анализираном објекту Б5, што се може видети на доле приложеним сликама.



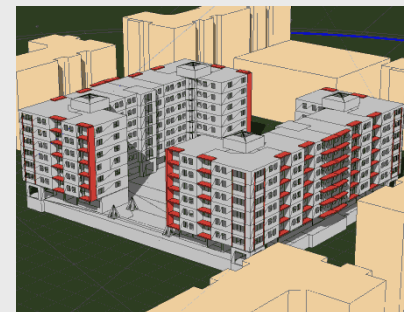
Септембар 08:00



Јун 08:00



Децембар 15:00



Јун 15:00

Сенка од околних објеката- СЕВЕРО-ИСТОЧНА ФАСАДА

Сенка од околних објеката- ЈУГО-ЗАПАДНА ФАСАДА

Објекат је стамбено пословне намене, формиран у две подцелине око централног унутарњег дворишта, са условљеним пасажом кроз блок.

Зграду сачињавају следеће главне целине:

Ниско приземље са гаражама - сутерен објекта садржи гаражни и паркинг простор (наткривени и отворени), техничке просторе, станарске оставе и локале

Високо приземље са канцеларијама и локалима

Шест спратова стамбеног простора. Број станова по етажи износи 16 (2x8 за две подцелине). Све спратне етаже су намењене искључиво становању.

Нето површина објекта је 12525 m².

У објекту су предвиђени следећи системи:

Радијаторско грејање

Систем даљинског грејања

Индивидуално хлађење са сплит јединицама

КЛИМАТСКИ ПОДАЦИ

Спољашњи пројектни услови за димензионисање инсталације

За потребе димензионисања постројења за КГХ коришћени су следећи пројектни услови:

Спољна пројектна температура:

Зимски режим:

$t = -18^{\circ}\text{C}$

Летњи режим:

$t = 35^{\circ}\text{C}$

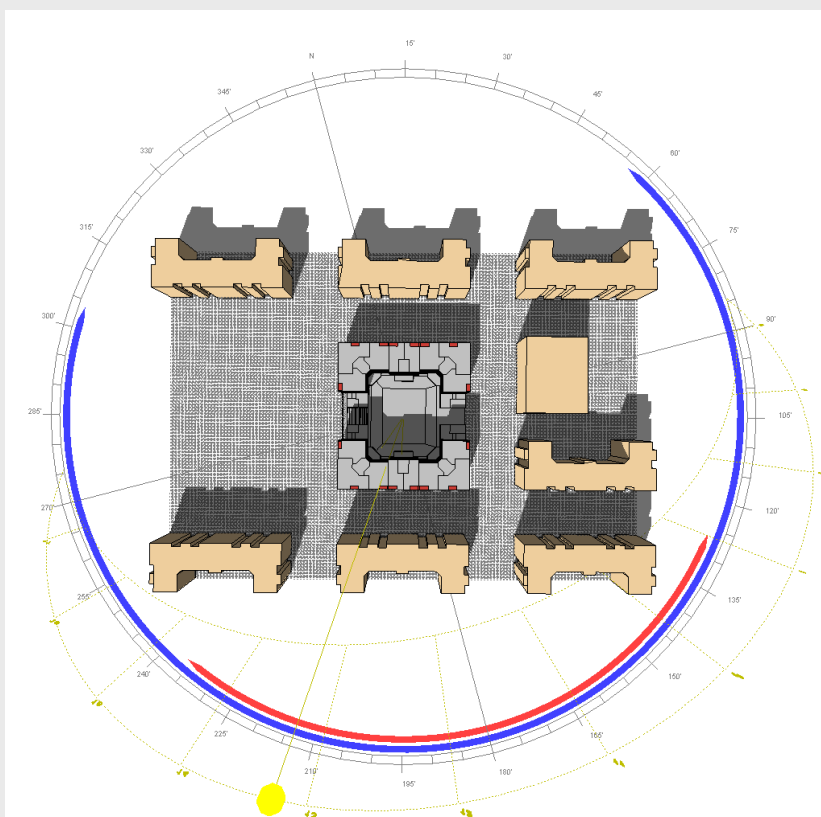
Спољна пројектна релативна влажност:

-

$\varphi = 33\%$

Климатски подаци за динамичке симулације објекта – ТМГ

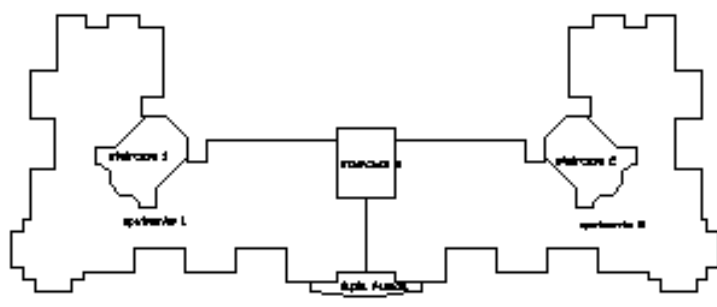
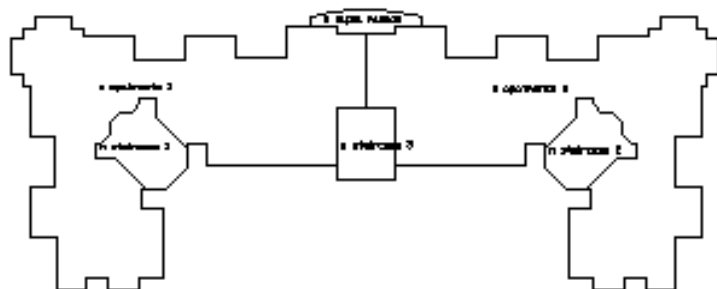
Типична метеоролошка година (ТМГ) је сет података часовних вредности метеоролошких параметара (температуре, влажности, сунчевог зрачења, ветра и притиска) за период од једне године, тј. 8760 сати. Она представља типичне услове за дужи период времена, па је стога идеална за симулацију потрошње енергије и типичних параметара услова комфора.



Диајграм позиције Сунца, током године за Београд
Утицај суседних објеката на пројектовану зграду

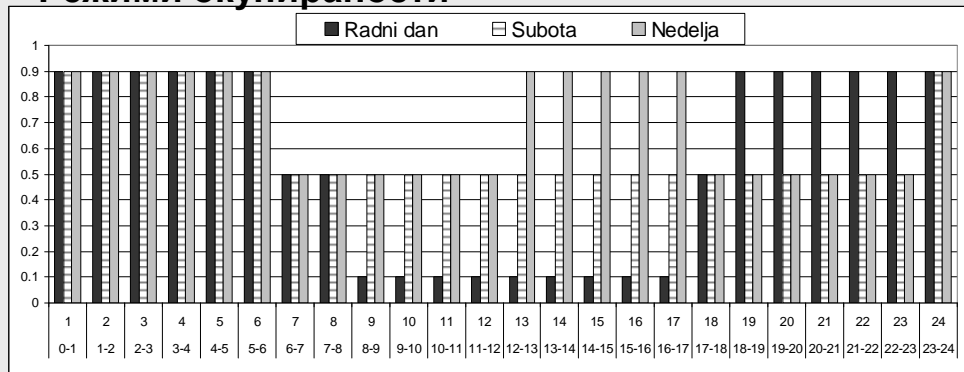
ОПИС МОДЕЛА

Зонирање објекта

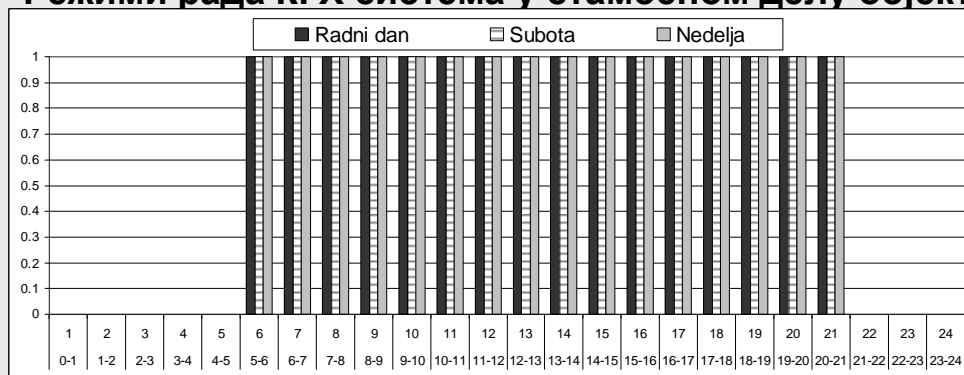


Скица зонирања – типичан спрат

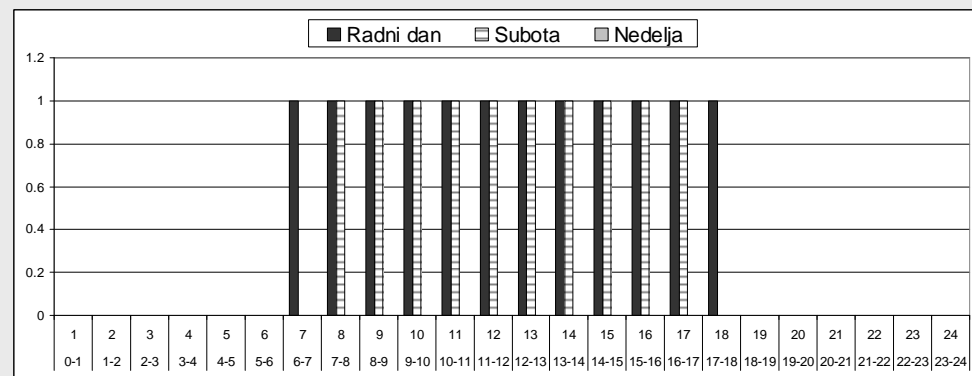
Режими окупационости



Режими рада КГХ система у стамбеном делу објекта



Режими рада КГХ система у пословном делу објекта





ОПИС МОДЕЛА

Карактеристике прозора и дебљина термичке изолације у моделу

Прозори		КСП*	КСТД	КЗ	К _{стакла} (W/m ² K)	К _{прозора} (W/m ² K)
		%	%	%		
ПДЗ	Стакло (4-16-4), са ваздухом	79	75	86	2.8	2.6**
	Рам – двокоморни ПВЦ				1.89	

* КСП- коефицијент светлосне пропустљивости (VT)

КСТД- коефицијент сунчаног топлотног добитка (SHGC=g)

КЗ- коефицијент засенчења (SC)

** У посматраном прозору 20% заузима рам а 80% стакло

Конструкција	Дебљина термоизолације	
	cm	
Спољни фасадни зид	8	
Кров	10	
Међуспратна конструкција изнад гараже	8	

Унутрашње топлотно оптерећење објекта по зонама

УНУТРАШЊЕ ОПТЕРЕЧЕЊЕ ОБЈЕКТА					
Назив зоне	Осветљење	Електрични апарати	Људи		
	W/m ²	W/m ²	m ² /o	Qs (W)	Ql (W)
ВИСОКО ПРИЗЕМЉЕ					
Канцеларије	14	14	10	75	45
Локали	14	14	10	75	45
Степениште, ходници	3	/	/	/	/
СТАНОВИ					
Станови	10	3	20	75	45
Степениште, ходници	3	/	/	/	/

Унутрашње препоручени параметри

Зона	Температура и релативна влажност (°C/ %)		Свеж ваздух (l/s/особи)	Ниво буке (dB)
	зимски режим	летњи режим		
Канцеларије	20	24/50	10	40
Локали	20	24/50	10	40
Станови	20	24/50	/	40
Степениште, ходници	18	/	/	/



ТЕРМИЧКА АНАЛИЗА ОБЈЕКТА И ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ – ОСНОВНИ СЛУЧАЈ*

Укупни ефекти постојећег решења када ради систем грејања и хлађења су:

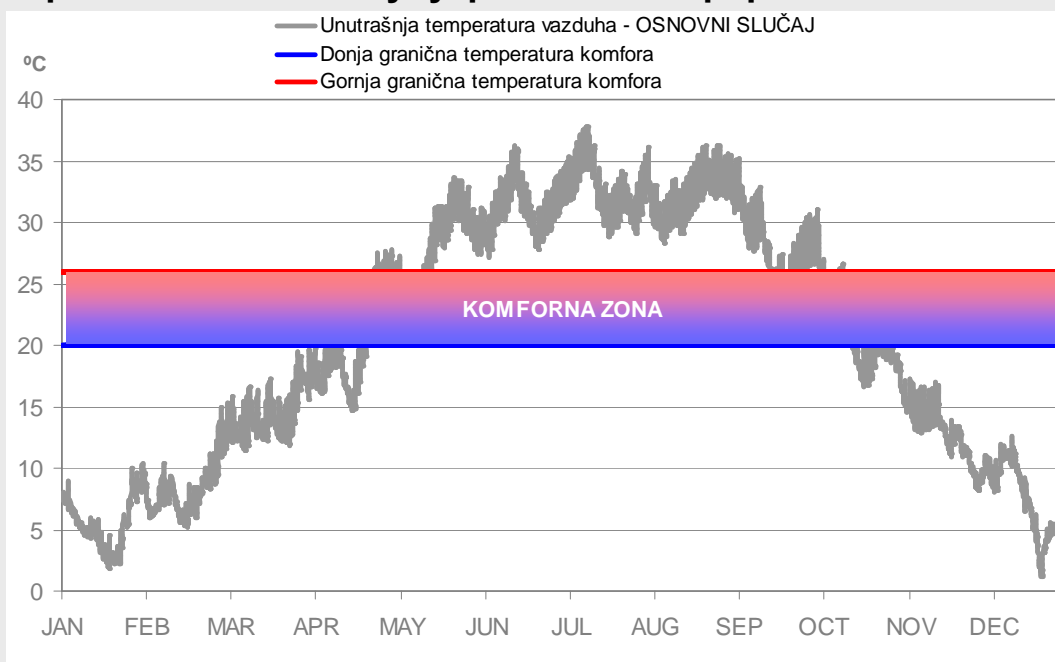
- Годишња потреба енергије за грејање објекта 724.77 MWh. Специфична потребна топлота за грејање је 57.87 kWh/m², што даје **енергетски разред**, за нестамбене нове зграде и зграде мешовите намене, **D****.

- Годишња потреба енергије за хлађење објекта 437.33 MWh.

Како је у објекту пројектом предвиђен систем даљинског грејања и појединачне сплит јединице за хлађење са усвојеним степеном корисности за даљински систем од $\eta = 95 \%$ и коефицијентом хлађења $\varepsilon = \text{COP} = 2.5$, потребна енергија објекта за грејање и хлађење са системом је:

- Годишња потреба енергије за грејање 762.9 MWh.
- Годишња потреба енергије за хлађење 174.9 MWh.

Ефекти на квалитет унутрашњег комфора



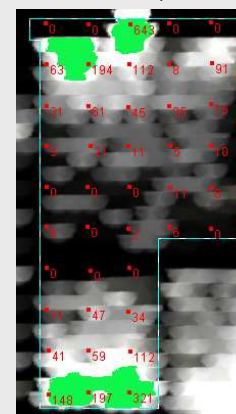
Годишња промена температуре ваздуха, за стан
– КГХ систем искључен

***Напомена:** Основни случај – ОС је зграда узета из пројектне документације оригиналног архитектонског решења.

****Напомена:** До усвајања националног софтвера за прорачун укупне потребне енергије која се користи у згради, прорачун и изражавање енергетског разреда зграде врши се на основу потребне топлоте за грејање Q [kWh/(m² год)].

Ефекти визуелног комфора

Облачно небо, 12:00



Сунчано небо, 12:00



Интензитет дневне осветљености –
3 спрат, оријентација север-југ

Инжењерска комора Србије

АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ПОБОЉШАЊА ЗГРАДЕ

Анализом пројектне документације оригиналног главног решења за стамбено-пословни објекат Б5 установило се да пројекат није у складу са циљевима енергетске ефикасности, коришћења обновљивих извора енергије, утицаја на спољашње окружење и одрживости пројекта. Сходно томе је урађена претходна студија оправданости интервенција на омотачу објекта ради идентификације и анализе могућности примене економски ефикасних мера за побољшање енергетске ефикасности анализираних објекта на начин који оптимизира утрошак енергије и свих осталих ресурса, повећава еколошку одрживост са становишта процеса изградње, а истовремено побољшава термички, хигијенски, визуелни и звучни комфор. Следи опис примењених енергетско ефикасних мера.

	Ознака мере	Опис мера пројектованих да смање утицај климе и термички стабилизују зграду
1	ОС	Основни случај - У постојећем пројекту предвиђена је термичка изолација омотача и то 8 cm на спољашњем зиду, 10 cm на крову и 5 cm у подној конструкцији са двоструким стаклом у двокоморном раму
2	M1	Изолација спољашњих зидова – повећање дебљине термоизолације спољашњег зида на 15 cm
3	M2	Изолација спољашњих зидова – повећање дебљине термоизолације спољашњег зида на 20 cm
4	M3	Изолација спољашњих зидова – повећање дебљине термоизолације спољашњег зида на 25 cm
5	M4	Изолација крова – повећање дебљине термоизолације међуспратне конструкције према негрејаном тавану на 15 cm
6	M5	Изолација крова – повећање дебљине термоизолације међуспратне конструкције (МК) према негрејаном тавану на 20 cm
7	M5a	Изолација крова – повећање дебљине термоизолације МК према негрејаном тавану на 25 cm
8	M5b	Изолација крова – повећање дебљине термоизолације МК према негрејаном тавану на 30 cm
9	M6	Изолација пода – повећање дебљине термоизолације МК према негрејаном ниском приземљу - 15cm



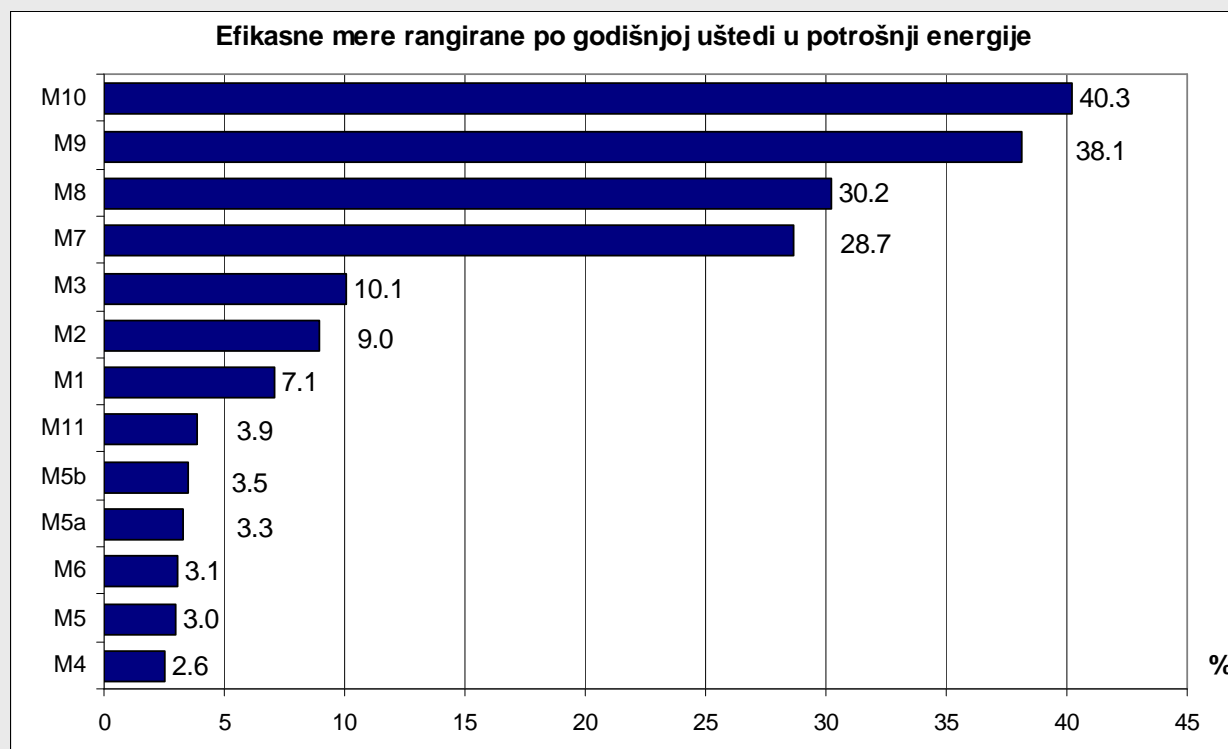
АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ПОБОЉШАЊА ЗГРАДЕ

	Ознака мере	Опис мера пројектованих да смање утицај климе и термички стабилизују зграду
10	M7	Прозори тип 1 – Уградња двоструког стакала следећих карактеристика: 4-12-4, Ar, VT=79%, SC=74%, $k=1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, рам трокоморни, PVC са $k=1.7 \text{ W/m}^2\text{K}$
11	M8	Прозори тип 2 – Уградња двоструког стакала следећих карактеристика: 4-12-4, Ar, VT=66%, SC=38%, $k=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Pilkington HP Brilliant 66/33 или слично), рам петокоморни, PVC са $k=1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
12	M9	Прозори тип 3 – Уградња троструког стакала следећих карактеристика: VT=57%, SC=34.5%, $k=0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Троструко са два low-e слоја, испуна аргон, Pilkington Suncool™ HP Brilliant 66/33 или слично), рам петокоморни са термичким прекидом, PVC са $k=0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
13	M10	Прозори тип 4 – Уградња троструког стакала следећих карактеристика: VT=66%, SC=53%, $k=0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Троструко са два low-e слоја, испуна аргон, Pilkington Optitherm™ S или слично), рам петокоморни са термичким прекидом, PVC са $k=0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
14	M11	Постављање зидног парапета уместо стакла у канцеларијама у приземљу Смањење површине омотача објекта исправљањем фасада
15	M12	Подно грејање и хлађење



АНАЛИЗА ЕФИКАСНИХ МЕРА

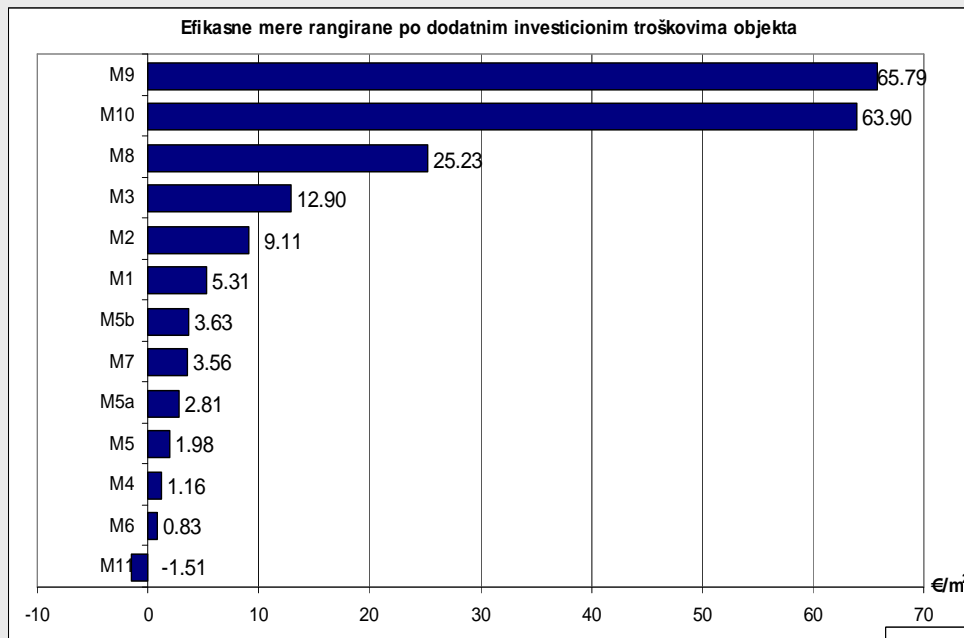
Свака предложена ефикасна мера је симулирана, одређена је потрошња енергије и резултати су упоређени са резултатима у основном случају. Коришћењем те процедуре могуће је квантификовати појединачни утицај предложених ефикасних мера. Следећи корак у анализи енергетски ефикасних мера је процес рангирања да би се одредиле мере са највећим потенцијалом уштеде. Поред рангирања према годишњој уштеди енергије за грејање и хлађење, процедура рангирања је изведена и са аспекта инвестиционих трошкова и периода отплате. На основу ових анализа предложен је сценарио за уштеду енергије.



**ЕФИКАСНЕ мере рангиране по
годишњој уштеди у потрошњи енергије**

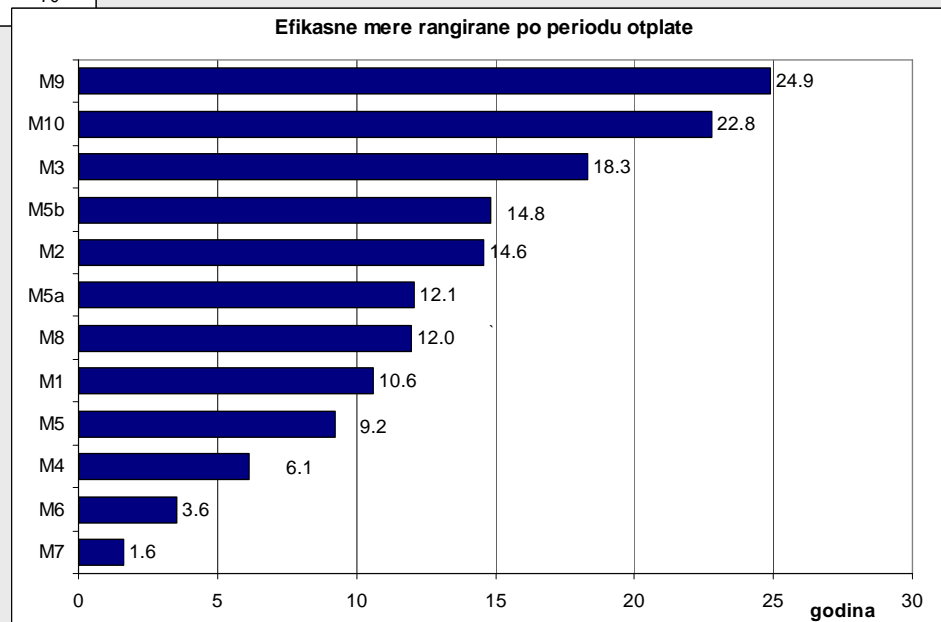


АНАЛИЗА ЕФИКАСНИХ МЕРА



ЕФИКАСНЕ мере рангиране по додатним инвестиционим трошковима објекта

ЕФИКАСНЕ мере рангиране по периоду отплате





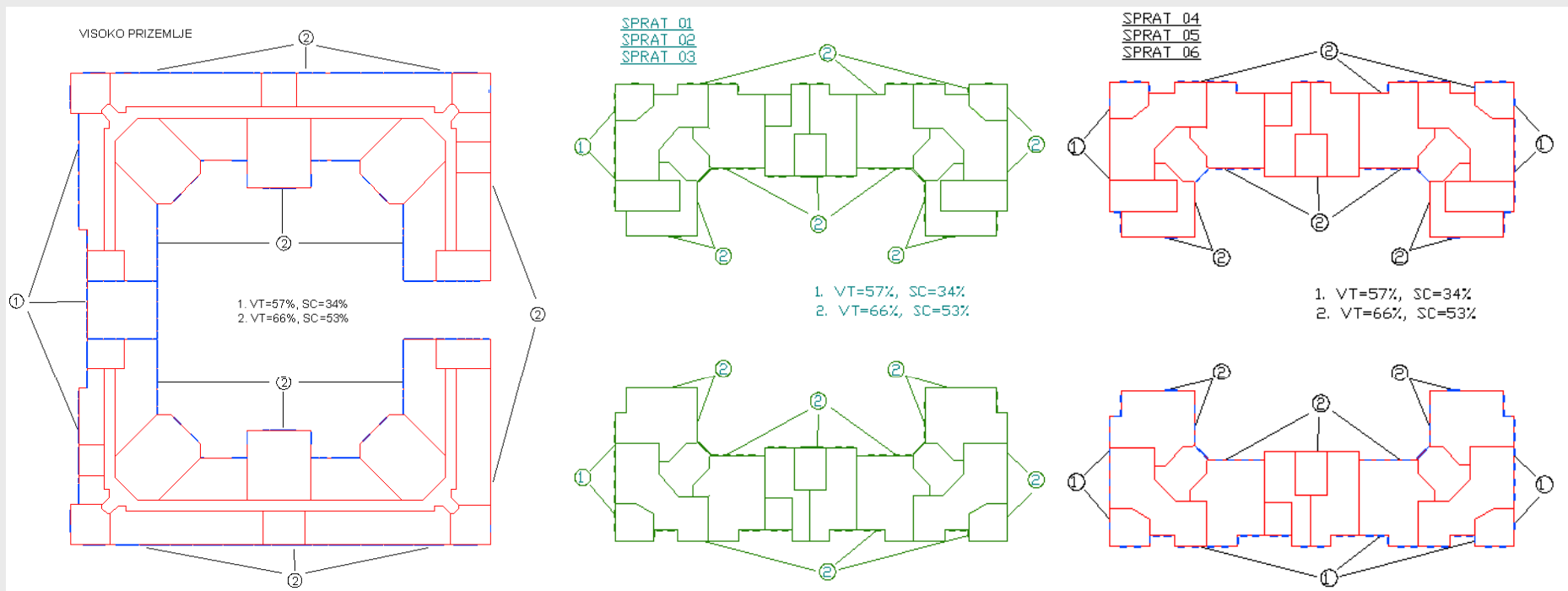
ПРЕГЛЕД НОВОПРОЈЕКТОВАНОГ РЕШЕЊА ОБЈЕКТА

Прва у низу спроведених анализа је могућност побољшања квалитета компоненти зграде са гледишта пасивних и активних елемената архитектуре. Препоруке претходне студије оправданости интервенције на омотачу објекта су:

- Изолација спољашњих зидова – повећање дебљине термоизолације спољашњег зида на **25 cm**.
- Изолација крова – повећање дебљине термоизолације кровне конструкције на **30 cm**.
- Изолација пода – повећање дебљине термоизолације подне конструкције на **15 cm**.
- Уградња троструког стакла следећих карактеристика: $VT=57\%$, $SC=34.5\%$, $k=0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (троструко са два low-e слоја, испуна аргон), рам PVC петокоморни са термичким прекидом $k=0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$, Место уградње приказано на слици доле.
- Уградња троструког стакла следећих карактеристика: $VT=66\%$, $SC=53\%$, $k=0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (троструко са два low-e слоја, испуна аргон), рам PVC петокоморни са термичким прекидом $k=0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$, Место уградње приказано на слици доле
- Смањење површине омотача објекта исправљањем фасада.
- Постављање зидног парапета уместо стакла у канцеларијама у приземљу.

Смањењем површине омотача објекта, исправљањем фасада, применом оптималног осенчења, постизањем одговарајуће оријентације и величине отвора и повећањем дебљине термичке изолације објекат је доведен на ниво који приближно задовољава тражене услове “Пасивног објекта”. Овако добијени објекат је у даљој анализи РЕФЕРЕНТНИ МОДЕЛ – РМ.

ПРЕГЛЕД НОВОПРОЈЕКТОВАНОГ РЕШЕЊА ОБЈЕКТА



Позиција уградње стакала различитих карактеристика

ТЕРМИЧКА АНАЛИЗА ОБЈЕКТА И ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ - РМ

Укупни ефекти предложеног решења када ради систем грејања и хлађења су:

- Годишња потреба енергије за грејање објекта је 360.18 MWh. Специфична потребна топлота за грејање је 28.78 kWh/m², што даје **енергетски разред**, за нестамбене нове зграде и зграде мешовите намене – зграда са више станова, **В**.

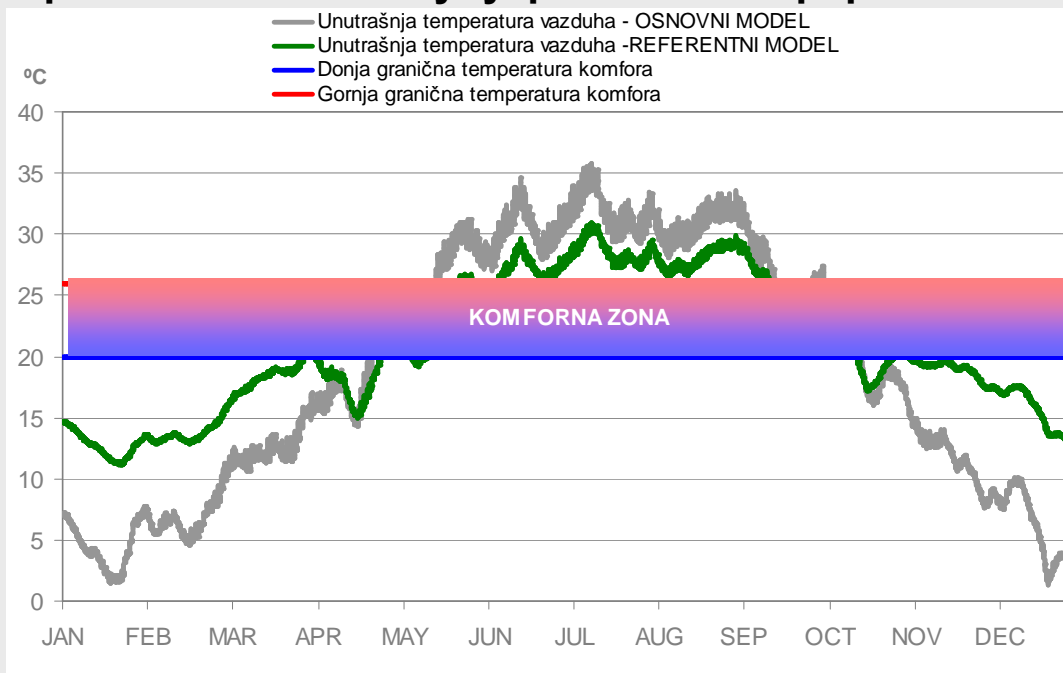
- Годишња потреба енергије за хлађење објекта 309.63 MWh.

Како је у објекту пројектом предвиђен систем даљинског грејања и појединачне сплит јединице за хлађење са усвојеним степеном корисности за даљински систем од $\eta = 95 \%$ и коефицијентом хлађења $\varepsilon = \text{COP} = 2.5$ потребна енергија објекта за грејање и хлађење са системом је:

- Годишња потреба енергије за грејање 379.14 MWh.

- Годишња потреба енергије за хлађење 123.93 MWh.

Ефекти на квалитет унутрашњег комфора



Годишња промена температуре ваздуха, за стан
– КГХ систем искључен

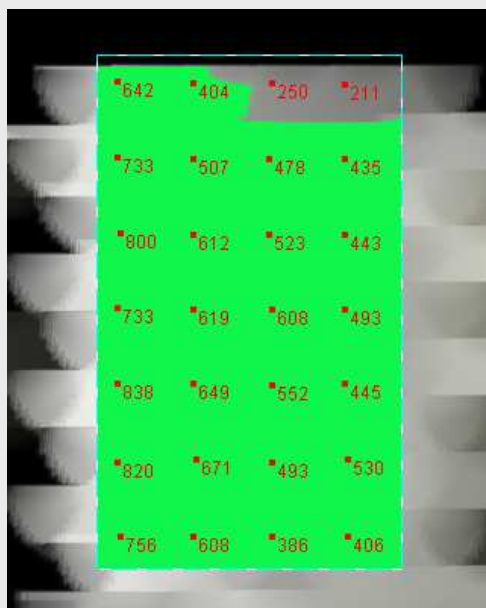


ТЕРМИЧКА АНАЛИЗА ОБЈЕКТА И ПОТРОШЊА ЕНЕРГИЈЕ - РМ

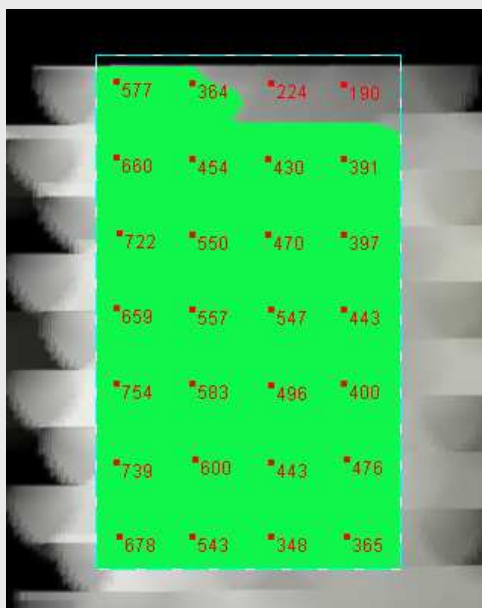
Ефекти визуелног комфора

Облачно дан, ЈУН, 300 lux

09:00; 91.98 %

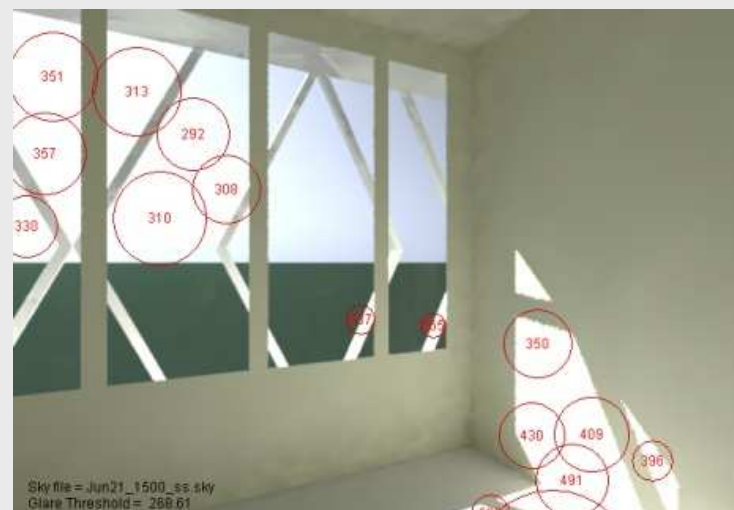


15:00; 91.34 %



Интезитет дневне осветљености – РМ

Интензитет бљештања, сунчан дан,
јун 15:00



Побољшани случај, са контролом
бљештања VT= 14%
прихватљиви ниво бљештања 1
600 cd/m²

АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ПОБОЉШАЊА СИСТЕМА

У претходној студији оправданости интервенција на омотачу објекта и заједничким договором између Инвеститора, архитекте и енергетског консуланта урађене су анализе могућности побољшања квалитета компоненти зграде са гледишта пасивних и активних елемената архитектуре и усвојило се оптимално решење. У студији енергетске оптимизације приступиће се анализи могућности побољшања система. У наставку је дат опис мера подељених у четири функционалне групе: мере на осветљењу, мере за уштеду воде, примена обновљивих извора енергије и мере на машинској инсталацији.

ЕФИКАСНЕ пројектне мере побољшања система

➤ Мере за уштеду енергије за осветљење - МОs

Коришћење енергетски ефикасног осветљења, пригушења вештачког светла и сензора окупираниости смањује се потрошња електричне енергије. Ове мере смањују потрошњу електричне енергије и смањују расхладно оптерећење и енергију. Мере имају негативан ефекат на потрошњу топлотне енергије.

МОs-01 – Увођење ефикаснијег унутрашњег осветљења; У пословном делу објекта - канцеларијама предвиђају се Т5 флуо цеви.

МОs-02 – Увођење димовања у просторијама, пословног дела објекта; коришћењем димера за контролу светилки у просторима у којима постоји значајан прилив дневне светлости смањиће се потрошња електричне енергије кад год је то могуће. Ова мера је могућа само на светилкама са димујућим електронским баластом, и има смисла у пословном делу објекта.

МОs-03 – Увођење сензора окупираниости у свим просторијама пословног дела објекта; Инсталација сензора окупираниости у свим просторијама и ходницима ће смањити потрошњу електричне и расхладне енергије искључивањем светла кад корисници нису присутни.



АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ПОБОЉШАЊА СИСТЕМА

ЕФИКАСНЕ пројектне мере побољшања система

➤ Мере за уштеду воде - MV

Увођење уређаја за уштеду воде у тоалетима и на славинама као и коришћење воде из бунара, смањује потрошњу санитарне воде и количину отпадне воде. Три типа смањења потрошње воде су анализирана:

MV-01 – Коришћење бунарске воде за водокотлиће и заливање; Уместо воде из водовода, користи се бунарска вода

MV-02 – Увођење ефикаснијих славина; Штеде воду применом аератора на славинама

MV-03 – Увођење водокотлића са две количине воде; Штеде потрошњу воде применом два степена испирања

➤ Примена обновљивих извора енергије - Алтернативни системи– MOIE

Анализирана су два различита система претварања сунчевог зрачења:

MOIE-01 – систем за загревање санитарне топле воде претварањем енергије сунчевог зрачења у топлоту;

MOIE-02 – систем фотонапонског (ФН) претварања енергије сунчевог зрачења и производња електричне енергије за осветљење; анализирана је примене фотонапонских модула за обезбеђивање осветљења у помоћним просторијама објекта и у затвореним гаражама

АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ПОБОЉШАЊА СИСТЕМА

➤ Мере на машинској инсталацији – MMI

Анализирана су следеће варијанте машинских инсталација како у примарном тако и у секундарном кругу:

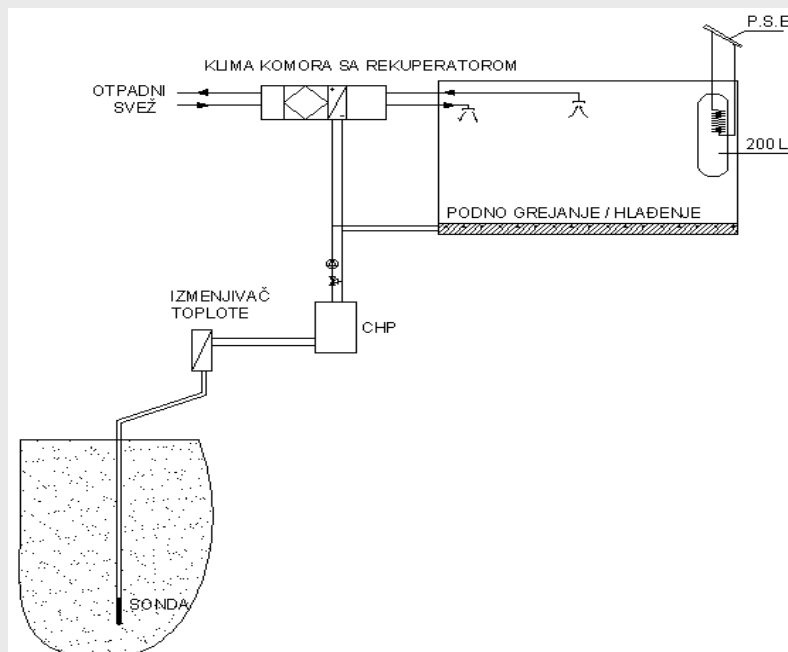
MMI-01 – подно грејање и хлађење; у стамбеном делу објекта анализирана је примена подног грејања и хлађења док је за пословни део објекта анализирана могућност подног грејања и плафонског хлађења.

MMI-02 – Вештачка вентилација са рекуперацијом отпадне топлоте; анализирана је примена вештачке вентилације са рекуперацијом и стамбеног и пословног дела објекта

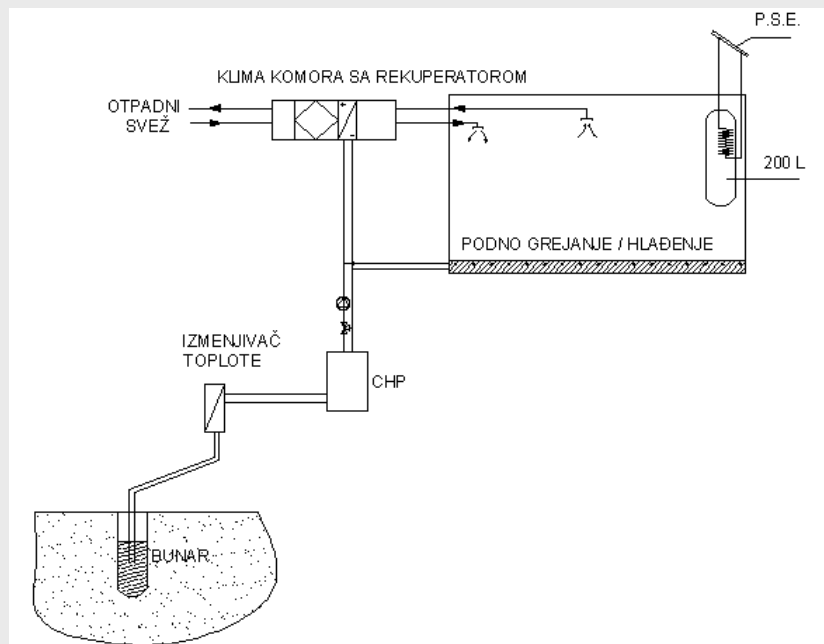
MMI-03 – Природна вентилација; анализирана је могућност ноћног хлађења у пословном делу објекта

MMI-04 – Примена земне топлотне пумпе – затворени систем; анализирана је могућност увођења сонди и искоришћења енергије земље као извор за грејање и хлађење.

MMI-05 – Примена земне топлотне пумпе отвореног типа - бунари; анализирана је могућност примене бунара и искоришћења енергије подземних вода као извора за грејање и хлађење.



Шематски приказ инсталације са
земном топлотном пумпом – сондама - **MMI-04**



Шематски приказ инсталације са
земном топлотном пумпом – бунарима - **MMI-05**

ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА РЕШЕЊА

Свака предложена ЕФИКАСНА мера је симулирана и упоређена са резултатима у основном моделу.

Референтни модел - РМ

	Мере	Опис мере
1	М3 – Изолација спољашњих зидова	повећање дебљине термоизолације спољашњег зида на 25 cm епс аф Плус или Изовер-хпс или слично
2	М5б –Изолација крова	повећање дебљине термоизолације међуспратне конструкције према негрејаном тавану на 30 cm хпс „стуродур” или слично
3	М6 – Изолација пода	повећање дебљине термоизолације међуспратне конструкције према негрејаном ниском приземљу на 15 cm хпс „стуродур” или слично
4.1	М9 – Прозор тип 3	уградња троструког стакала, следећих карактеристика: VT=57%, SC=34.5%, k=0.7 W/m ² K (Троструко са два лов-е слоја, испуна аргон, Pilkington Sun cool™ HP Brilliant 66/33 или слично), рам петокорни са термичким прекидом, PVC са k= 0.8 W/m ² K
4.2	М10 – Прозор тип 4	уградња троструког стакала, следећих карактеристика: VT=66%, SC=53%, k=0.7 W/m ² K (Троструко са два лов-е слоја, испуна аргон, Pilkington Optitherm™ S или слично), рам петокорни са термичким прекидом, PVC са k= 0.8 W/m ² K
4.3	М11 - Геометрија	<ul style="list-style-type: none"> •Смањење површине омотача објекта исправљањем фасада •Постављање зидног парапета уместо стакла у канцеларијама у приземљу

ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА РЕШЕЊА

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети – РМ +С

	Мере	Опис мере
Референтни модел +		
5	Сенка	уградња ролетни са могућношћу отклона на стамбеном делу објекта и примена глер контролера (унутрашњих завеса) са $SC \leq 0.2$ на пословном делу објекта

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети + подно грејање/хлађење – РМ+С+ПГ/Х

	Мере	Опис мере
РМ+С+		
6	ММI-01	Подно грејање и хлађење у становима, а у канцеларијама подно грејање и плафонско хлађење

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети + подно грејање/хлађење + вештачка вентилација са рекуперацијом – РМ+С+ПГ/Х+ВВ

	Мере	Опис мере
РМ+С+ПГ/Х+		
7	ММI-02	Вештачка вентилација са рекуперацијом

ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА РЕШЕЊА

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети + подно грејање/хлађење + вештачка вентилација са рекуперацијом + ноћно хлађење канцеларија –
PM+C+ПГ/X+BB+HX

	Мере	Опис мере
PM+C+ПГ/X+BB+		
8	MMI-03	Ноћно хлађење канцеларија – варијанта 3

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети + подно грејање/хлађење + вештачка вентилација са рекуперацијом + ноћно хлађење канцеларија + ее мере осветљења
– PM+C+ПГ/X+BB+HX+МОс

	Мере	Опис мере
PM+C+ПГ/X+BB+HX		
9	MOs	Увођење ефикаснијих Т5 светиљки, сензора окупираности и димовања вештачког осветљења у канцеларијама пословног дела простора (интегрално посматрање утицаја на грејање и хлађење)

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети + подно грејање/хлађење + вештачка вентилација са рекуперацијом + ноћно хлађење канцеларија + ее мере осветљења +

земна топлотна пумпа – PM+C+ПГ/X+BB+HX+МОс+ЗТП

	Мере	Опис мере
PM+C+ПГ/X+BB+HX+МОс		
10	MMI-04	Земна топлотна пумпа - СОНДЕ

ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА РЕШЕЊА

Референтни модел са глер контролерима и ролетнама лети + подно грејање/хлађење + вештачка вентилација са рекуперацијом + ноћно хлађење канцеларија + еее мере осветљења + бунари – РМ+С+ПГ/Х+ВВ+НХ+бунари

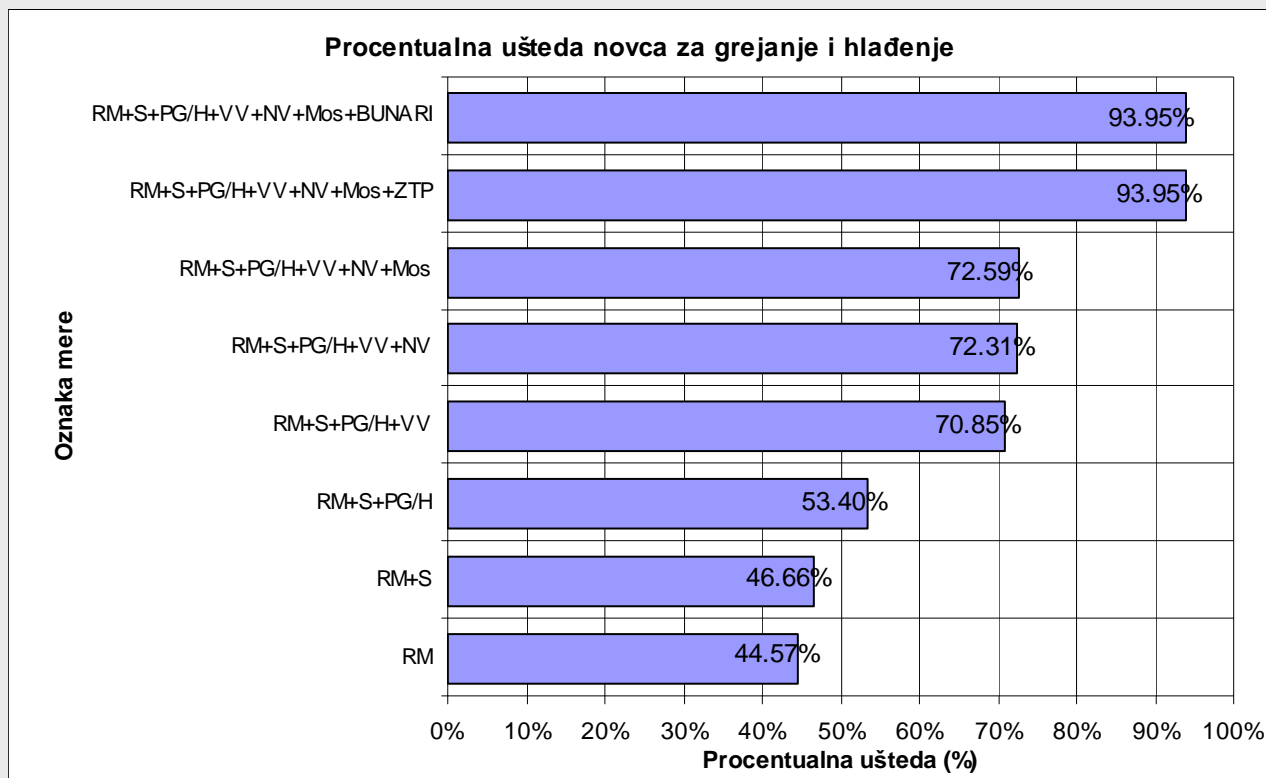
	Мере	Опис мере
РМ+С+ПГ/Х+ВВ+НХ+МОс		
11	ММI-05	Земна топлотна пумпа - БУНАРИ

Спроведене анализе и финални предлог сценарија за уштеду енергије, који представља крајњи резултат ове студије енергетске ефикасности, потврђују да је могуће остварити значајне уштеде применом принципа ЗЕЛЕНОГ пројектовања. Свака предложена мера је симулирана и упоређена са резултатима у основном моделу.

На дијаграмима доле дат је упоредни приказ годишње уштеде новца за грејање и хлађење, инвестициони трошкови и периоди отплате.

Резултати показују да је применом принципа “ЗЕЛЕНОГ” пројектовања могуће значајно смањити текуће трошкове грејања и хлађења уз повећање инвестиционих трошкова $\leq 110 \text{ €/m}^2$.

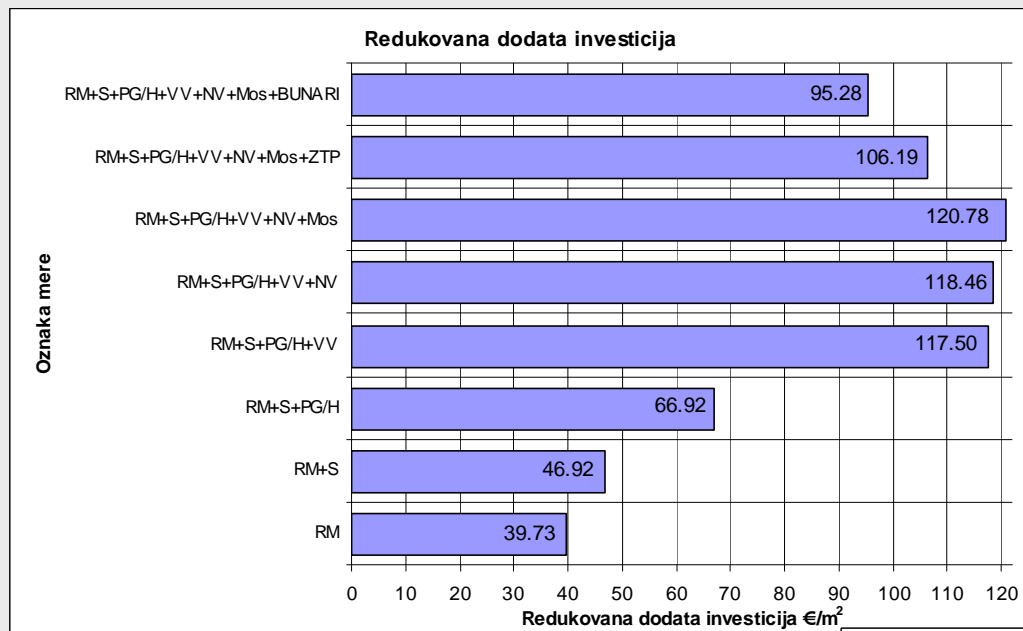
ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА РЕШЕЊА



**Упоредни приказ процентуалне годишње уштеде новца
за грејање и хлађење, за анализиране мере**

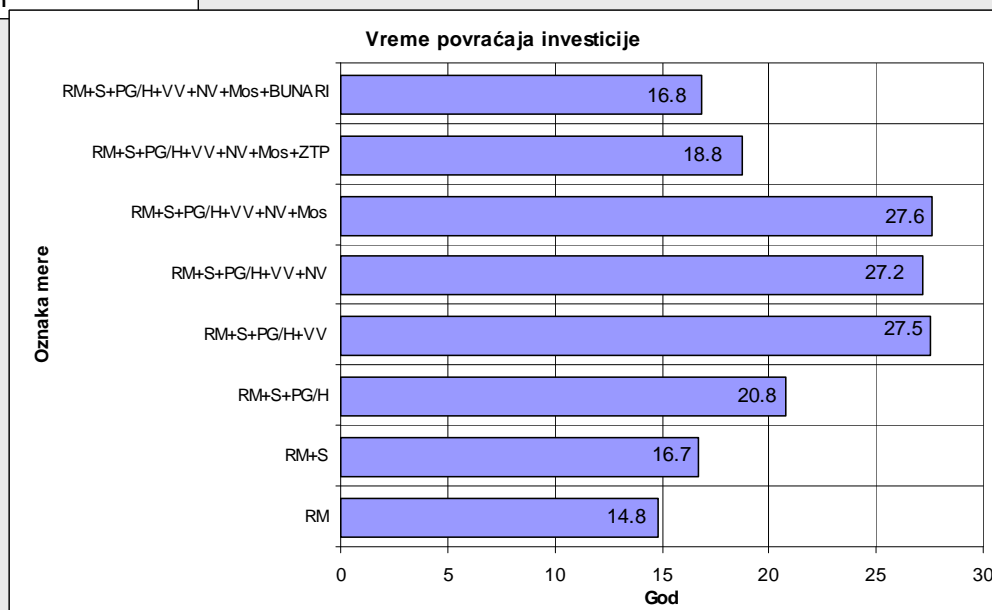


ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА РЕШЕЊА



Упоредни приказ редукованих датих инвестиционих трошкова објекта за анализиране мере

Упоредни приказ периода отплате за анализиране мере



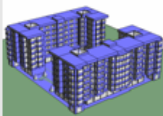

**УКУПНИ ФИНАНСИЈСКИ ЕФЕКТИ ПРЕДЛОЖЕНИХ СЦЕНАРИЈА****ПРЕДЛОЖЕНИ СЦЕНАРИО:**

	Мере	Опис мере	Додатна инвестиција (€/m ²)
1	M3	Повећање дебљине термоизолације спојашњег зида на 25 cm епс аф Плус или Изовер-хпс или слично	4.20
2	M5b	Повећање дебљине термоизолације крова на 30 cm хпс „стиродур” или слично	3.38
3	M6	Повећање дебљине термоизолације међуспратне конструкције према негрејаном ниском приземљу на 15 cm хпс „стиродур” или слично	1.18
4	M9	Уградња троструког стакала, следећих карактеристика: VT=57%, SC=34.5%, k=0.7 W/m ² K (троструко са два low-e слоја, испуна аргон, Pilkington Sun cool™ HP Brilliant 66/33 или слично), рам PVC петокоморни са термичким прекидом k= 0.8 W/m ² K	9.86
	M10	Уградња троструког стакала, следећих карактеристика: VT=66%, SC=53%, k=0.7 W/m ² K (Троструко са два low-e слоја, испуна аргон, Pilkington Optitherm™ S или слично), рам PVC петокоморни са термичким прекидом k= 0.8 W/m ² K	27.08
5	M12	Уградња ролетни са могућношћу одклона на стамбеном делу објекта и примена глер контролера (унутрашњих завеса) са SC≤0.2 на пословном делу објекта	7.19
6	MMI-01	Подно грејање и хлађење	20.00
7	MMI-02	Вештачка вентилација са рекуперацијом	52.10
8	MMI-03	Ноћно хлађење канцеларија	0.96
9	MOs-01	Увођење ефикаснијег унутрашњег осветљења у канцеларијама	1.41
	MOs-02	Увођење димера у канцеларијама	0.14
	MOs-03	Увођење сензора окупираности у помоћним просторијама и канцеларијама	0.77
11	MMI-05	Земна топлотна пумпа - БУНАРИ	-25.50
Укупна додатна инвестиција сведена по м² објекта (12525.18 m²)			102.77
ДОДАТЕ МЕРЕ			
12	MOIE-01	Систем за загревање санитарне топле воде топлотним претварањем енергије сунчевог зрачења	17.2
13	MOIE-02	Систем фотонапонског (ФН) претварања енергије сунчевог зрачења и производња електричне енергије за осветљење пратећих просторија у	0.68



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНО-ПОСЛОВНИ ОБЈЕКАТ - 29 БЛОК, Б5, НОВИ БЕОГРАД

Енергетски пасош за стамбено пословни објекат - Нови Београд

	ЗГРАДА	<input checked="" type="checkbox"/> нова	<input type="checkbox"/> постојећа
	Категорија зграде	1. Зграда са више станова 2. Зграда мешовите намене	
	Место, адреса:	Нови Београд, Блок 29	
	Катастарска парцела:		
	Власник/инвеститор/правни заступник:	Грађевинска дирекција Србије (GDS), Београд	
	Извођач:	/	
	Година изградње:	2008	
	Година реконструкције/енергетске санације:	/	
	Нето површина A_M (m ²):	12520	
	Енергетски пасош за стамбене зграде	Прорачун	$Q_{H,nd,nul}$ [%]
		44.27	28.78
A+		≤ 15	
A		≤ 25	
B		≤ 50	
C		≤ 100	
D		≤ 150	
E		≤ 200	
F		≤ 250	
G		> 250	
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош			
Овлашћена организација:			
Потпис овлашћеног лица и печат организације:			
_____ (потпис) М.П.			
Одговорни инжењер:			
Потпис и печат одговорног инжењера ЕЕ:			
_____ (потпис) М.П.			
Број пасоша:			
Датум издавања/рок важења:			

Укупни ефекти постојећег решења када ради систем грејања и хлађења су:

Годишња потреба енергије за грејање је 360.18 MWh.

Специфична потребна топлота за грејање је 28.78 kWh/m², што даје **енергетски разред**, за нестамбене нове зграде и зграде мешовите намене – зграда са више станова, **B**.



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНО-ПОСЛОВНИ ОБЈЕКАТ - 29 БЛОК, Б5, НОВИ БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-НОВИ БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – друга страна

Подаци о згради	
Нето површина зграде унутар термичког омотача A_N [m ²]	25086
Запремина грејаног дела зграде V_g [m ³]	44428
Фактор облика ξ [m ⁻¹]	0,565
Средњи коеф. трансмисионог губитка топлоте $H^*_{T, \text{гр.к.}}$ [W/(m ² K)]	0,346 ($H^*_{T, \text{гр.к.}}$ 0,51)
Годишња потребна топлота за грејање $Q_{H, \text{гр.к.}}$ [kWh/(m ² a)]	28,78
Климатски подаци	
Локација	Нови Београд
Број степен дана грејања HDD	2520
Број дана грејне сезоне HD	175
Средња температура грејног периода $\theta_{T, \text{гр.к.}}$ [°C]	5,6
Унутрашња пројектна температура за зимски период $\theta_{H, \text{гр.к.}}$ [°C]	20

Подаци о термотехничким системима у згради	
Систем за грејање (локални, етажни, централни, даљински)	Даљински
Топлотни извор	Природни гас
Систем за припрему СТВ (локални, централни, даљински)	Локални
Топлотни извор за СТВ	ПСЕ + Електрична ен.
Систем за хлађење (локални, етажни, централни, даљински)	Локални
Извор енергије који се користи за хлађење	Електрична ен.
Вентилација (природна, механичка, механичка са рекулерацијом)	природна
Извор енергије за вентилацију	-
Врста и начин коришћења система са обновљивим изворима	ПСЕ за СТВ
Удео ОИЕ у потребној топлоти за грејање и СТВ [%]	59,52

Подаци о термичком омотачу зграде	U [W/(m ² K)]	$U_{\text{гр.к.}}$ [W/(m ² K)]	Испуњено ДА / НЕ
Спољни зидови и зидови према просторијама које се не греју	0,123	0,30	ДА
Конструкције у додиру са тлом	0,209	0,30	ДА
Раван кров изнад грејаног простора	0,102	0,15	ДА
Међуетажна конструкција према негрејаној просторији	0,34	0,40	ДА
Под изнад негрејаног подрума, негрејане просторије или гараже	0,20	0,30	ДА
Под у додиру са спољашњим ваздухом	0,127	0,20	ДА
Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	0,72	1,50	ДА
Кровни прозори	-	-	-
Спољна врата	0,72	1,60	ДА



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-НОВИ БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – трећа страна

Подаци о систему грејања	
Уређај који се користи као извор (котао, топлотна подастаница, топлотна пумпа)	Топлотна подастаница,
Инсталисани капацитет [kW]	411,69
Ефикасност, степен корисности [%]	0,95
Година уградње	2008
Енергент	Природни гас
Доња топлотна моћ [kW/kg] [kWh/m ³]	-
Емисија CO ₂ [kg/kWh]	0,34

Подаци о начину регулације	
Аутоматска регулација рада котла/извора (да / не)	да
Централна регулација топлотног учинка (да / не)	да
Локална регулација топлотног учинка (да / не)	не
Дневни прекид у раду система (сати у дану)	8
Недељни прекид у раду система (дана у недељи)	0
Сезонски прекид у раду система (дана у сезони)	0

Подаци о губицима топлоте	[kW]
Трансмисиони губици кроз нетранспарентни део омотача зграде	180,27
Трансмисиони губици кроз прозоре и врата	149,12
Вентилациони губици кроз прозоре и врата	82,30
Укупни губици топлоте	411,69

Енергетске потребе зграде	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
Годишња потребна топлота за грејање, $Q_{H, \text{гр.к.}}$	360180	28,78
Годишња потребна топлота за припрему СТВ, $Q_{H, \text{СТВ}}$	190680	15,23
Годишњи топлотни губици система за грејање, $Q_{H, \text{гр.к.}}$	18009	1,44
Годишњи топлотни губици система за припрему СТВ, $Q_{H, \text{СТВ}}$	19068	1,52
Годишња потребна топлотна енергија, Q_H	1073867	85,77
Годишња испоручена енергија, E_{del}	-	-
Годишња примарна енергија, E_{prim}	-	-
Годишња емисија CO ₂ [kg/a] [kg/m ² a]	121977	9,96

Подаци о измереној потрошњи енергије*	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
Годишња измерена топлота за грејање	-	-
Годишња измерена топлота за припрему СТВ	-	-
Годишња измерена топлотна енергија	-	-
Годишња измерена електрична енергија	-	-

* Могућност уношења података за постојеће зграде када постоје подаци о измереној потрошеној енергији у последње три године



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНО-ПОСЛОВНИ ОБЈЕКАТ - 29 БЛОК. Б5. НОВИ БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-НОВИ БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – четврта страна

Предлог мера за унапређење енергетске ефикасности зграде
1. Изолација спољашњих зидова – повећање дебљине термоизолације спољашњег зида на 25 cm.
2. Изолација крова – повећање дебљине термоизолације кровне конструкције на 30 cm.
3. Изолација пода – повећање дебљине термоизолације подне конструкције на 15 cm.
4. Уградња троструког стакла следећих карактеристика: VT=57%, SC=34.5%, k=0.7 W/m ² K (троструко са два low-e слоја, испуна аргон), рам PVC петокоморни са термичким прекидом k=0.8 W/m ² K
5. Уградња троструког стакла следећих карактеристика: VT=66%, SC=53%, k=0.7 W/m ² K (троструко са два low-e слоја, испуна аргон), рам PVC петокоморни са термичким прекидом k=0.8 W/m ² K, Место уградње приказано на слици доле
6. Смањење површине омотача објекта исправљањем фасада.
7. Постављање зидног парапета уместо стакла у канцеларијама у приземљу.
8. Подно грејање и хлађење у становима, а у канцеларијама подно грејање и плафонско хлађење

5

Комисија за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-НОВИ БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – пета страна

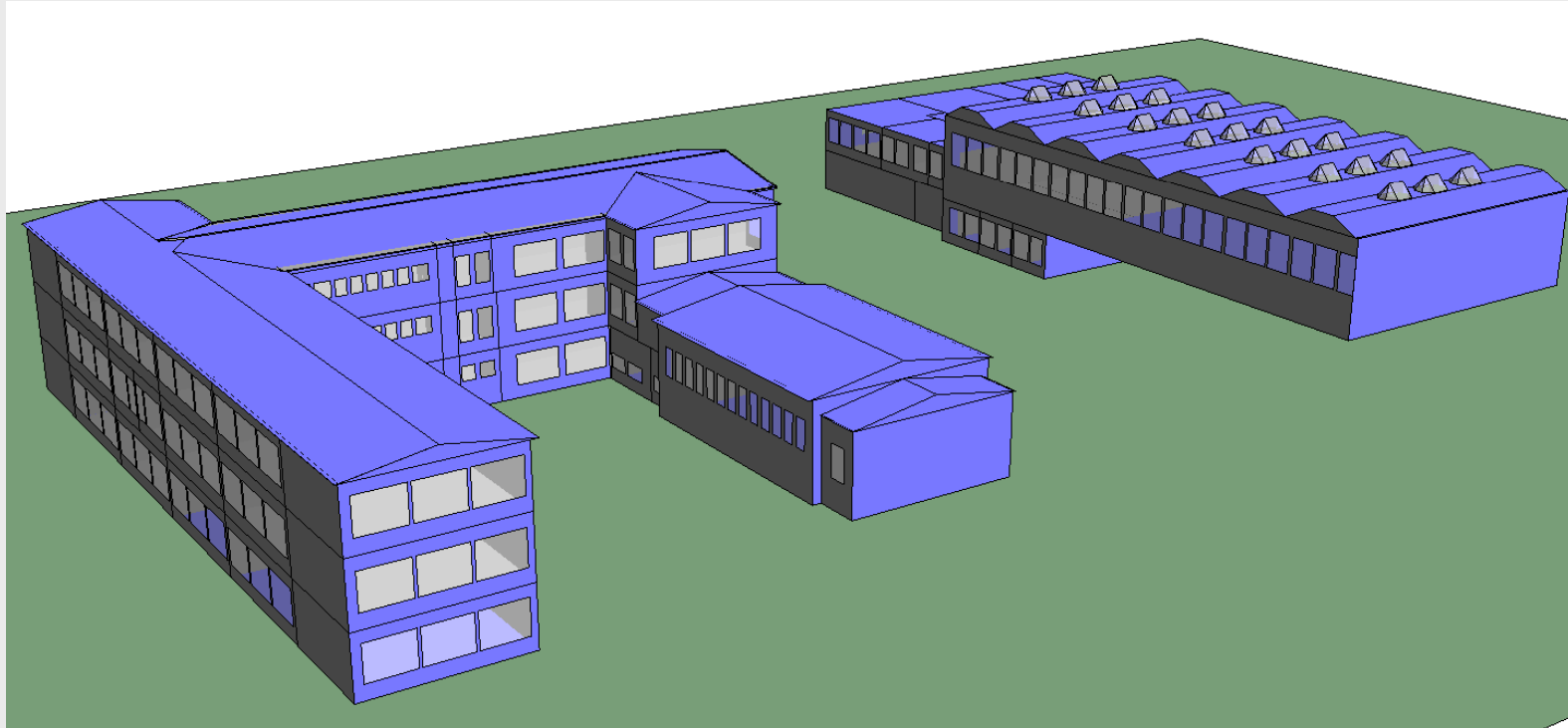
Објашњење техничких појмова
Нето површина зграде унутар термичког омотача, A_w [m ²], је укупна нето површина грејаног простора зграде.
Запремина грејаног дела зграде, V_g [m ³], јесте бруто запремина коју обухвата термички омотач зграде – запремина грејаног простора зграде.
Фактор облика $f_o = A/V_g$ (m ⁻¹), је однос између површине термичког омотача зграде (спољне мере) и њиме обухваћене бруто запремине.
Коефицијент трансмисионих губитака топлоте, H_T [W/K], су трансмисиони губици топлоте кроз омотач зграде подељени разликом температура унутрашње и спољне средине.
Период грејања, HD ("heating days") је број дана од почетка до краја грејања зграде. Почетак и крај грејања за сваку локацију одређен је температуром границе грејања, која је обухваћена при одређивању броја Степен дана HDD ("Heating degree days").
Унутрашња пројектна температура, a_{int} [°C], је задата температура унутрашњег ваздуха грејаног простора у згради.
Средња температура грејног периода, $a_{t,avg}$ [°C], је средњена вредност температуре спољног ваздуха у временском периоду грејне сезоне.
Годишња потребна топлота за грејање зграде, $Q_{H,req}$ [kWh/a], је рачунски одређена количина топлоте коју грејним системом треба довести у зграду током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних температура.
Годишња потребна топлотна енергија за загревање санитарне топле воде, $Q_{H,wh}$ [kWh/a], је рачунски одређена количина топлотне енергије коју системом припреме СТВ треба довести током једне године за загревање воде.
Годишња потребна енергија за хлађење зграде, $Q_{C,req}$ [kWh/a], је рачунски одређена потребна количина топлоте хлађења коју расхладним системом треба довести из зграде током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних параметара.
Годишња потребна енергија за вентилацију, Q_{V} [kWh/a], је рачунски одређена потребна енергија за припрему ваздуха системом механичке (принудне) вентилације, делимичне климатизације или климатизације током једне године за одржавање услова комфора у згради.
Годишња потребна енергија за осветљење, E_L [kWh/a], је рачунски одређена количина енергије коју треба довести згради током једне године за осветљење у згради.
Годишња потребна топлотна енергија, Q_H [kWh/a], је збир годишње потребне топлотне енергије и годишњих топлотних губитака система за грејање и припрему санитарне топле воде у згради.
Годишњи топлотни губици система грејања, $Q_{H,ls}$ [kWh/a] су губици енергије система грејања током једне године који се не могу искористити за одржавање унутрашње температуре у згради.
Годишњи топлотни губици система за припрему санитарне топле воде, $Q_{H,wh}$ [kWh/a], су губици енергије система за припрему СТВ током једне године који се не могу искористити за загревање воде.
Годишња испоручена енергија E_{del} [kWh/a], је енергија доведена техничким системима зграде током једне године за покривање енергетских потреба за грејање, хлађење, вентилацију, потрошну топлу воду, расвету и погон помоћних система.
Годишња потребна примарна енергија која се користи у згради, E_{prim} [kWh/a], је збир примарних енергија потребних за рад свих уграђених техничких система за грејање, хлађење, климатизацију, вентилацију и припрему СТВ у периоду једне године.
Годишња емисија угљен диоксида, CO_2 [kg/a], је маса емитованог угљен диоксида у спољну средину током једне године, која настаје као последица енергетских потреба зграде.

6

Комисија за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности

ПРИМЕРИ ПРОРАЧУНА ИНДИКАТОРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

**ПОСТОЈЕЋА ЗГРАДА - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР
"РАДОЈЕ ДАКИЋ" - ПРОЈЕКАТ ЕНЕРГЕТСКЕ
РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ И ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОМФОРА ОБЈЕКТА**



3Д модел зграде



ПОСТОЈЕЋА ЗГРАДА - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР "РАДОЈЕ ДАКИЋ" - ПРОЈЕКАТ ЕНЕРГЕТСКЕ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ И ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОМФОРА ОБЈЕКТА

САЖЕТИ ИЗВЕШТАЈ пројекта

Ефекти постојећег стања на комфор

- Термички комфор – ученици и наставници 34.8 % времена проводе у средини чији су температурски услови, и 11.7 % времена чији су услови влаге, ван усвојених граница комфора.
- Хигијенски комфор – концентрација CO₂ и TVOC загађивача, због недовољне вентилације у 65% времена прелази стандардима прописане границе.
- Визуелни комфор – од укупно 2232 сати рада школе, у току 1242 сати ради вештачко осветљење па су корисници у том периоду изложени недовољном нивоу осветљености у односу на прописане стандарде. У учионицама на југу, у 35% времена, у сунчаним данима, јавља се ефекат прекомерног бљештања док остале учионице немају тај проблем.

Нивои потрошње енергије

Специфична годишња потрошња енергије постојеће инсталације грејања је 307.7 kWh/m² (Енергетски разреди зграда у зависности од категорије – ЗГРАДЕ НАМЕЊЕНЕ ОБРАЗОВАЊУ И КУЛТУРИ – за постојећи објекат, даје **ЕНЕРГЕТСКИ РАЗРЕД G**) а специфично топлотно оптерећење самог објекта је 126.79 kWh/m², **ЕНЕРГЕТСКИ РАЗРЕД E**



ПОСТОЈЕЋА ЗГРАДА - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР "РАДОЈЕ ДАКИЋ" - ПРОЈЕКАТ ЕНЕРГЕТСКЕ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ И ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОМФОРА ОБЈЕКТА

САЖЕТИ ИЗВЕШТАЈ пројекта

Ефекти предложених мера на потрошњу енергије

Потрошње енергије по предложеном сценарију 1 и 4 износе 508.6 MWh и 430.1 MWh што је уштеда од 70.2 % односно 74.8 % у односу на постојеће стање, а представља специфичну потрошњу од 91.83 – 75.16 kWh/m²год. Применом предложених ЕЕ мера анализирани објект је добио **ЕНЕРГЕТСКИ РАЗРЕД D или C**, у зависности од сценарија

Финансијски ефекти

Инвестициона вредност додатних радова за примену енергетски ефикасних мера, у односу на стандардну врсту ревитализације, за сценарија 1 и 4 износи 170719 €, односно 279250€ што ће се из енергетских уштеда исплатити за 3.2 година, односно 5.1 година.

До добијених резултата се дошло, тако што је најпре, урађен детаљни снимак постојећег стања објекта са прикупљеним потребним подацима. Резултати детаљног снимка објекта приказани су на следећим страницама.



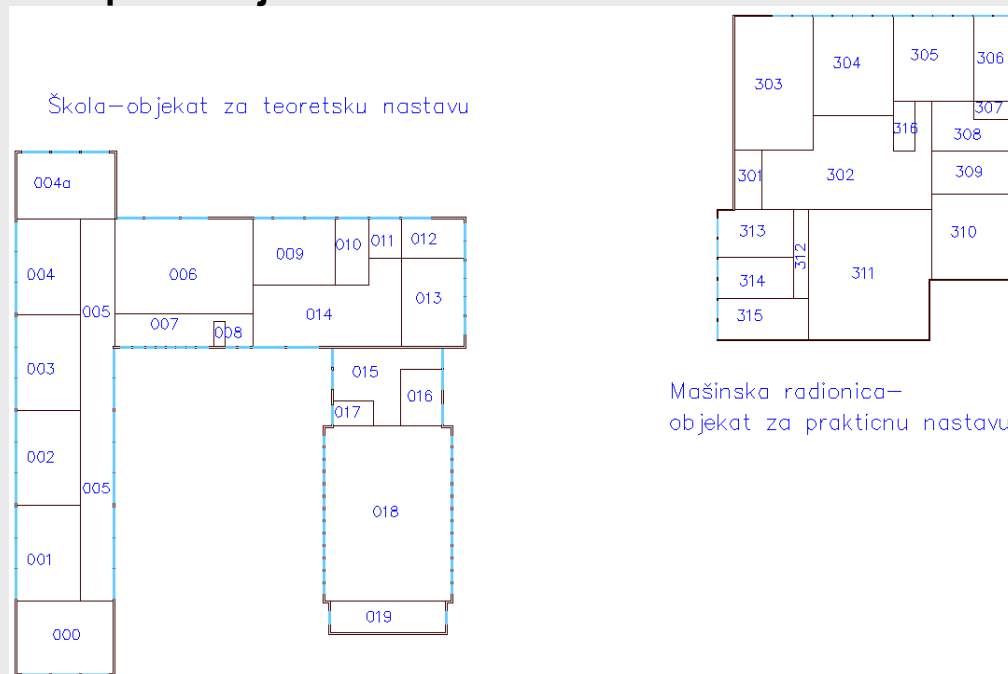
СТРАТЕГИЈА ОПТИМИЗАЦИЈЕ ПОСТОЈЕЋИХ ОБЈЕКТА:

- 1. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋЕГ ОБЈЕКТА**
- 2. ПЛАН МЕРЕЊА И РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА**
- 3. КАЛИБРАЦИЈА МОДЕЛА ОБЈЕКТА**
- 4. РАНГИРАЊЕ ПОТРОШАЧА ЕНЕРГИЈЕ**
- 5. РЕДУКЦИЈА СПОЉНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА**
- 6. РЕДУКЦИЈА УНУТРАШЊИХ ОПТЕРЕЋЕЊА**
- 7. ОПТИМИЗАЦИЈА ИСПОРУКЕ ЕНЕРГИЈЕ**
- 8. ОПТИМИЗАЦИЈА ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ**
- 9. ПОВЕЋАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ СИСТЕМА**
- 10. КОРИШЋЕЊЕ ОБНОВЉИВЕ ЕНЕРГИЈЕ**
- 11. ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА КОМФОРА**

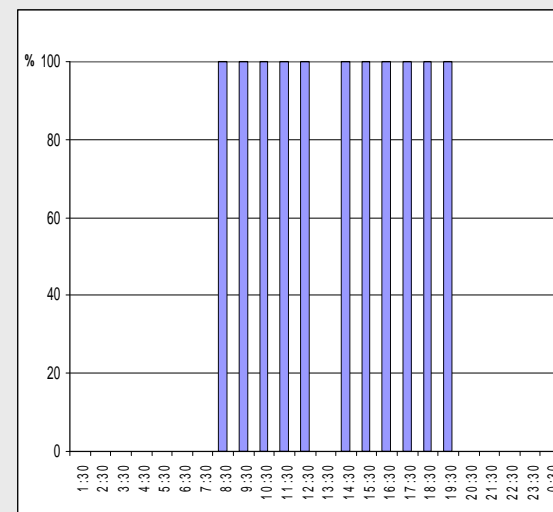
ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋЕГ ОБЈЕКТА

Машинско образовани центар "Радоје Дакић" налази се у улици Мишка Крањца бр. 17, у Раковици. Објекат машинско-образованог центра пројектован је и изведен у периоду од 1960. до 1962. године, од тврдог материјала на темељима од набијеног бетона. Школски комплекс се састоји од два објекта: објекта за теоретску и објекта за практичну наставу. Објекат за теоретску наставу (школа) висине је Р +2 спрата, а систем изградње је слободан објекат.

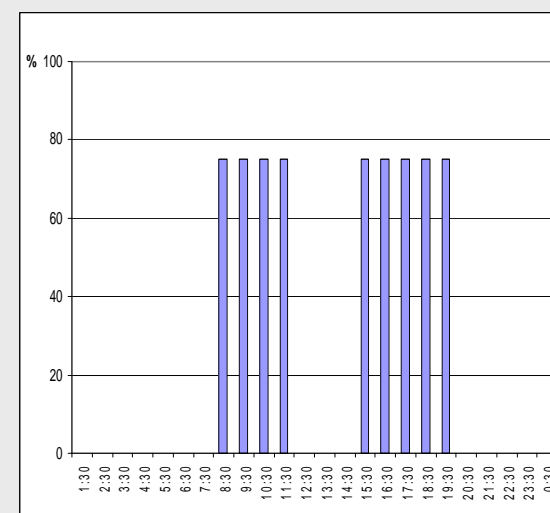
Зонирање објекта



Режими окупационости



Режими рада осветљења





ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋЕГ ОБЈЕКТА

Карактеристике прозора и нетранспарентних конструкција

Прозори		КСП*	КСТД	КЗ	К _{стакла}	К _{прозора}
		%	%	%	(W/m ² K)	(W/m ² K)
ПД31	Стакло (4-16-4), са ваздухом	79	75	86	2.9	2.8**
	Рам – двокоморни ПВЦ				1.5	
ПД32	Стакло (3-25-3)	68	71	81	2.9	3.4**
	Рам – челични				5.7	
ПД33	Стакло - једноструко	88	87	98	5.9	5.8
	Рам – челични				5.7	

* КСП- коефицијент светлосне пропустљивости (VT)

КСТД- коефицијент сунчаног топлотног добитка (SHGC=g)

КЗ- коефицијент засенчења (SC)

** У посматраном прозору 20% заузима рам а 80% стакло

Унутрашње топлотно оптерећење објекта по зонама

УНУТРАШЊЕ ОПТЕРЕЋЕЊЕ ОБЈЕКТА					
Назив зоне	Осветљење	Електрични апарати	Људи		
	W	W/m ²	број	Qs (W)	Ql (W)
Типична учионица	600	/	30	95	25

Унутрашње препоручени параметри

Назив зона	Температура и релативна влажност (°C/ %)		Свеж ваздух (l/s/особи)	Ниво буке (dB)
	зимски режим	летњи режим		
Учионице	20	/	/	40
Тоалети	15	/	/	40

Назив конструкције	к (W/m ² K)
Спољашњи зид (ЗС)	
ЗС1	1.550
ЗС2	1.800
Под (ПД)	
ПД1-под дела за теоретску наставу	2.652
ПД2- под дела за практичну наставу	2.262
Кров (К)	
К1 – кров над делом објекта за теоретску наставу	7.143
К2 – раван кров над делом за практичну наставу	1.253
К3 – кров над машинском халом	1.571
Унутрашњи зид (УЗ)	
УЗ1	1.549
Међуспратна конструкција (МСК)	
МСК1	1.175
МСК2 – испод крова К1	0.411



ПЛАН МЕРЕЊА И РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

План мерења постојећег стања објекта обухвата прикупљање основних параметара комфора и карактеристика зграде. Ови подаци се користе за калибрисање модела постојећег стања ради што прецизнијег дефинисања улазних података за динамичку симулацију објекта.

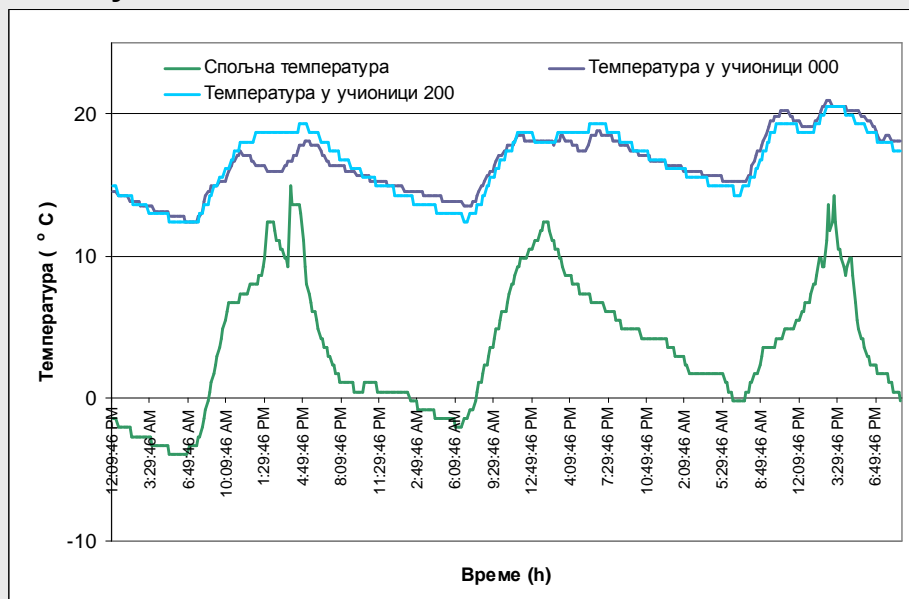
Континуална мерења на објекту стандардно трају између 7 и 14 дана.

План укључује следећа мерења:

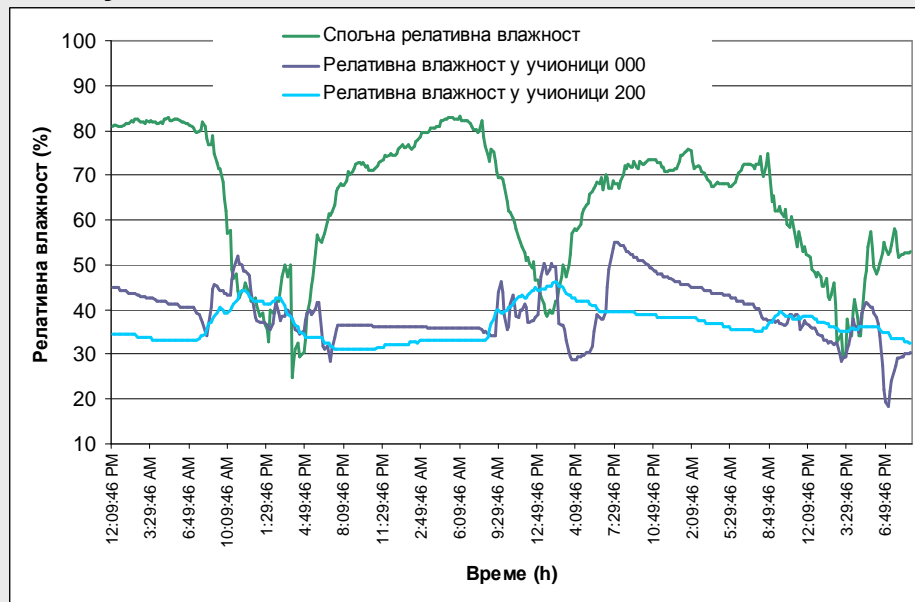
- Мерење температуре и влаге простора
- Мерење средње температуре радијације
- Мерење температуре и релативне влажности спољног ваздуха
- Мерење CO₂
- Мерење потрошње електричне енергије и распоред струје између фаза
- Мерења нивоа осветљености на радној површини
- Мерење температура разводне и повратне воде у секундарном кругу у систему грејања
- Мерење температуре воде на излазу из бојлера за потрошну топлу воду
- Мерење квалитета средине за боравак људи
- Мерење термичке карактеристике омотача U - вредност (W/m²K)

ПЛАН МЕРЕЊА И РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

Измерене вредности тока температура у две учионице



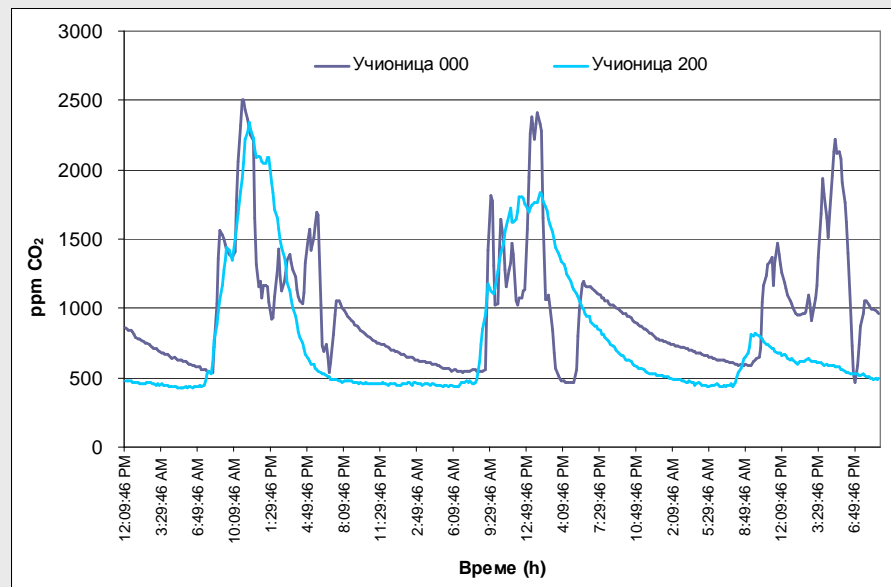
Измерене вредности тока релативне влажности у две учионице



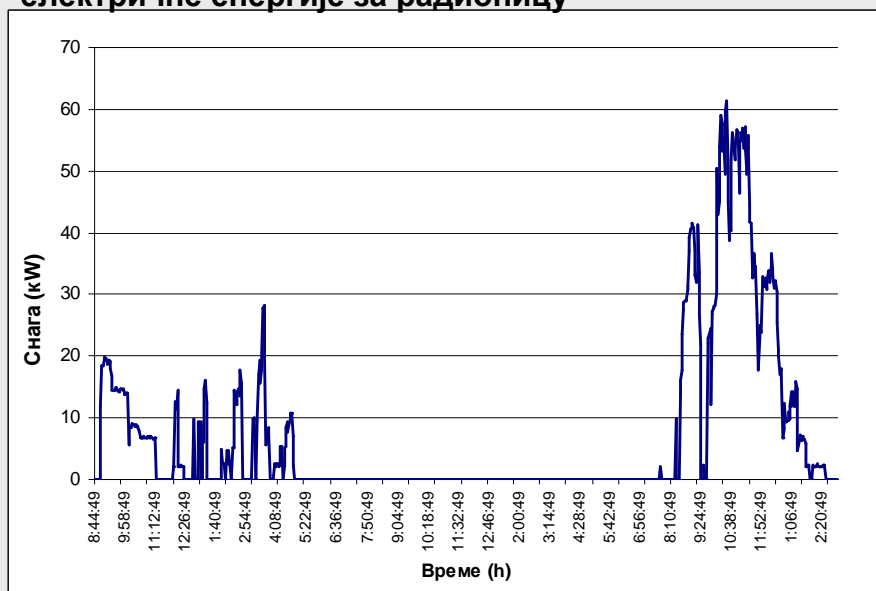


РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

Измерене вредности концентрације CO₂ (ppm) за две учионице



Измерене вредности вршних оптерећења електричне енергије за радионицу



Измерене вредности лако-испарљивих органских компоненети (TVOC) у карактеристичним учионицама

19. 02.2004.g od 17 do 24^h,
20. 02.2004.g od 00 do 6^h i od 17 do 24^h i
21.02.2004.g od 00 do 6^h *ukupno 26 sati*

Br.	u vreme okupiranosti objekta			van vremena okupiranosti objekta		
	TVOC [µg/m ³]	T [°C]	Rv [%]	TVOC [µg/m ³]	T [°C]	Rv [%]
1.	2410,6	23,5	40,0	909,8	23,7	39,0
2.	2194,2	21,6	43,0	1090,5	21,8	39,0

II. Objekat: Mašinsko obrazovni centar "Radoje Dakić", Ul. Miška Kranjca br.7, Beograd
Mesto ispitivanja: br. 1: učionica br. 6
br. 2: učionica br. 38
Datum ispitivanja: 19. i 20.02.2004.godine

Br.	u vreme okupiranosti objekta			van vremena okupiranosti objekta		
	TVOC [µg/m ³]	T [°C]	Rv [%]	TVOC [µg/m ³]	T [°C]	Rv [%]
1.	2806,4	21,1	37,0	2792,6	23,0	35,1
2.	2639,0	20,1	44,0	1369,8	24,0	37,1

III. Objekat: Škola za osnovno muzičko obrazovanje "Davorin Jenko", Ul. Miška Kranjca br.17, Beograd
Mesto ispitivanja: br. 1: sala
br. 2: učionica za klavir
Datum ispitivanja: 19., 20. i 24.02.2004.godine

Br.	u vreme veće okupiranosti objekta			u vreme manje okupiranosti objekta		
	TVOC [µg/m ³]	T [°C]	Rv [%]	TVOC [µg/m ³]	T [°C]	Rv [%]
1.	2486,3	24,2	36,0	2269,0	24,0	36,2
2.	2392,4	26,8	40,6	2082,5	26,0	41,7

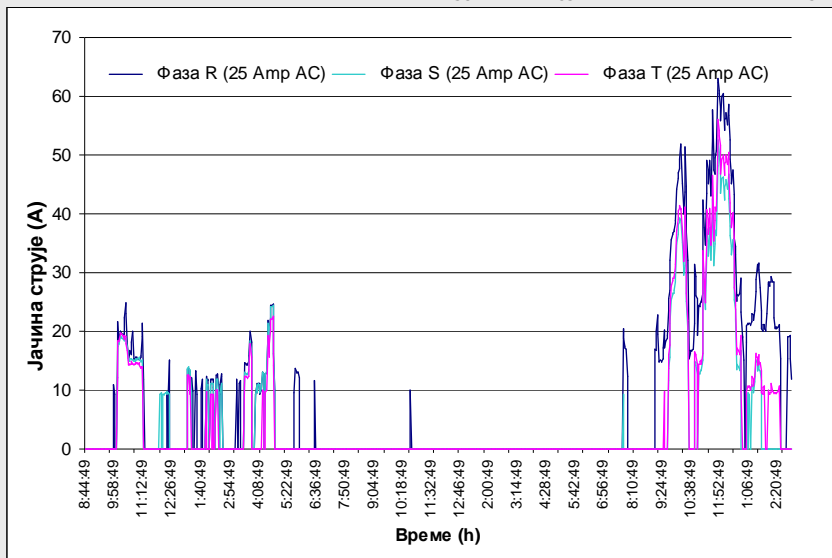
Merenja izvršili:
Mr. inž. Milica Varagić - Serafimovski
hem. tehn. Nemanja Neskovic



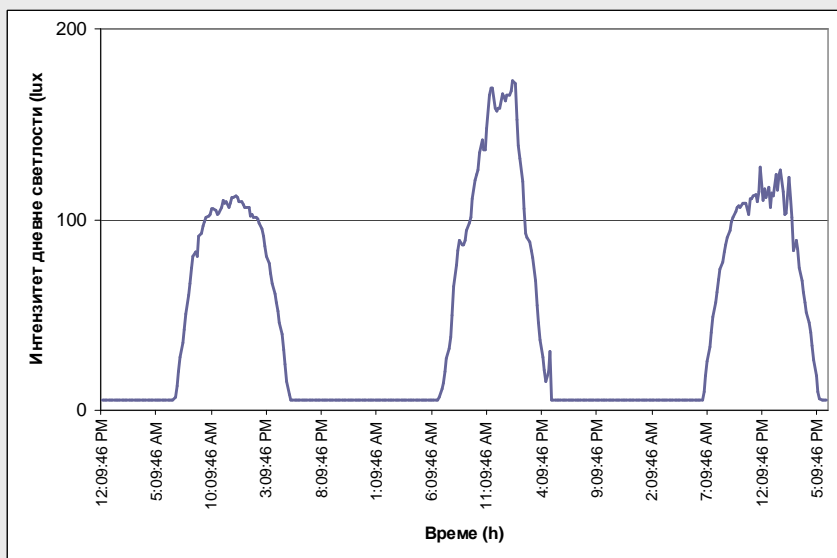


РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

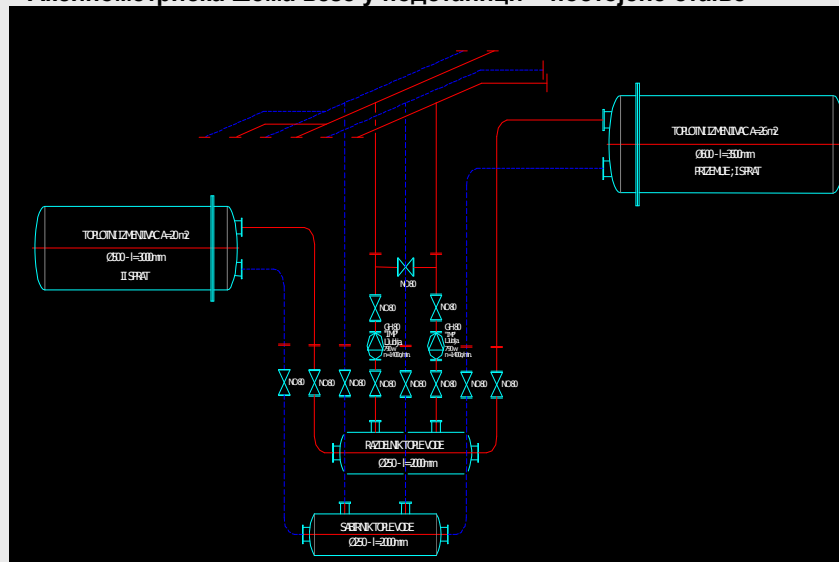
Измерене вредности распореда струје између фаза, за радионицу



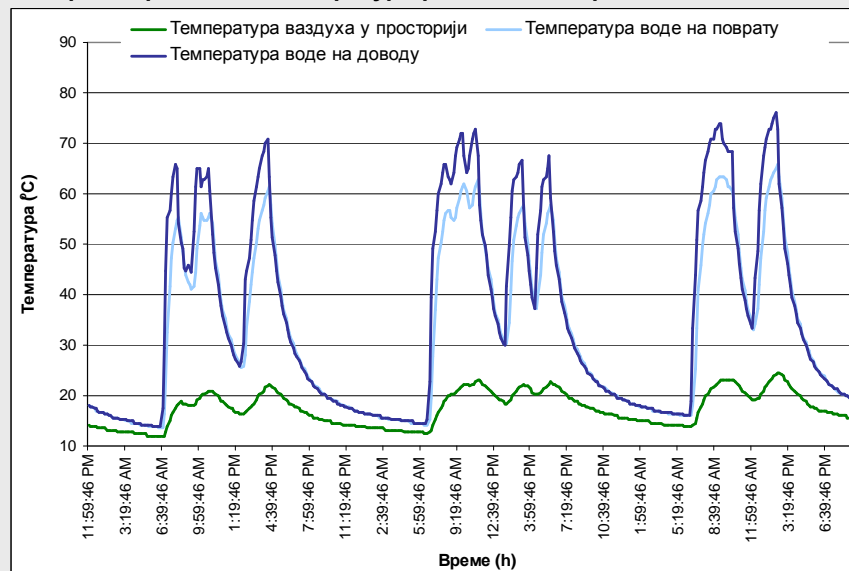
Измерене вредности интензитета дневног и вештачког осветљења за учионицу на североисточној страни, за период од 18.02. и 20.02.2004



Аксинометриска шема везе у подстаници – постојеће стање



Измерене вредности температура развода и поврата воде

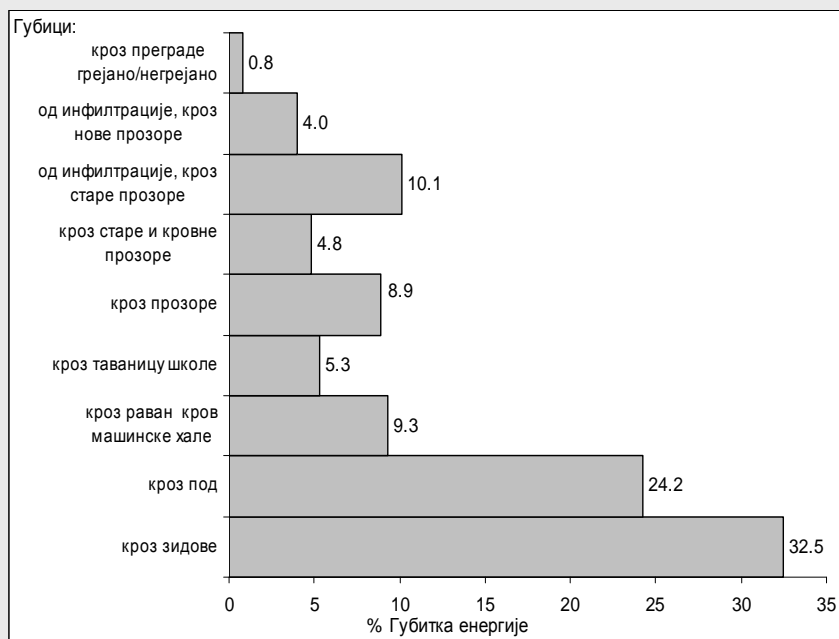


КАЛИБРИСАЊЕ МОДЕЛА

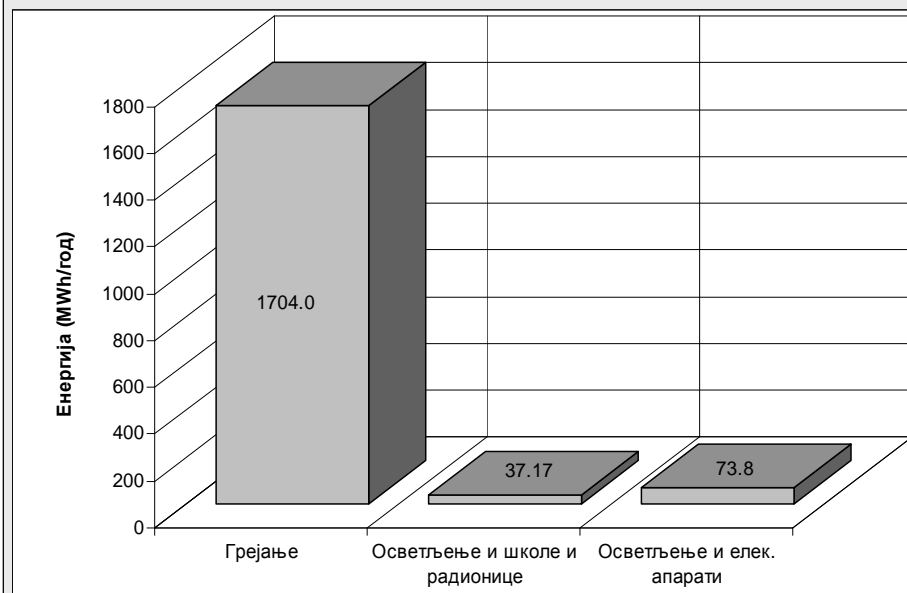
По снимању постојећег стања извршена је динамичка симулација постојећег стања у условима ТМУ (Типична Метеоролошка Година), а затим урађена калибрација добијених резултата према измереним подацима и подацима о трошковима за топлотну и електричну енергију за период од последње три године, добијеним од УПРАВЕ ШКОЛЕ.

Прво је извршено калибрисање објекта са стране инсталисане снага, а на основу потрошње горива и на основу режима рада инсталације урађено је калибрисање модела објекта и са стране потрошње топлотне енергије.

Симулација са овим подацима даје потрошњу енергије за грејање од 1704.018 MWh, што је слично као и количина енергије која је усвојена за калибрацију (1765.455 MWh); разлика је 3.47%.



Топлотни губици кроз поједине делове конструкција – постојеће стање

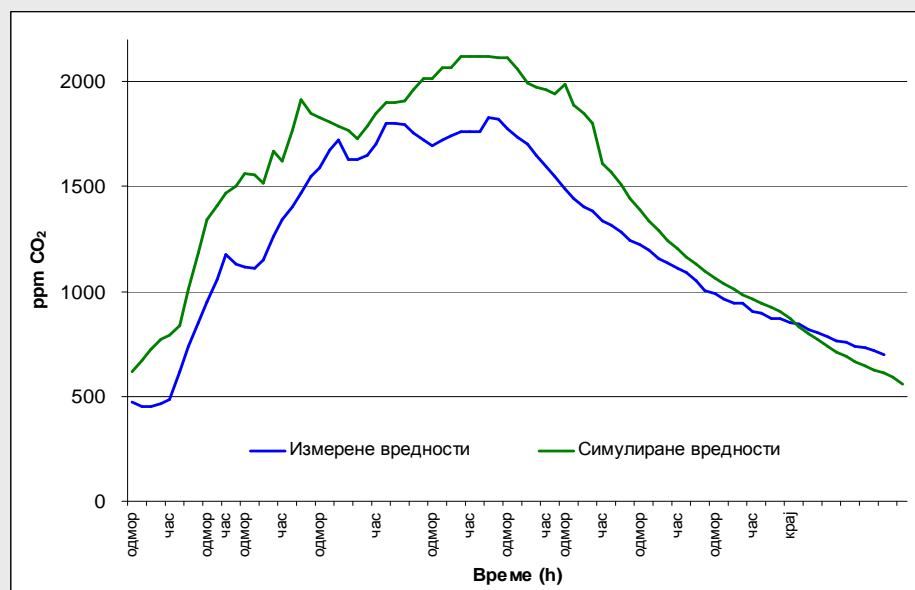


Годишње потребна енергија објекта

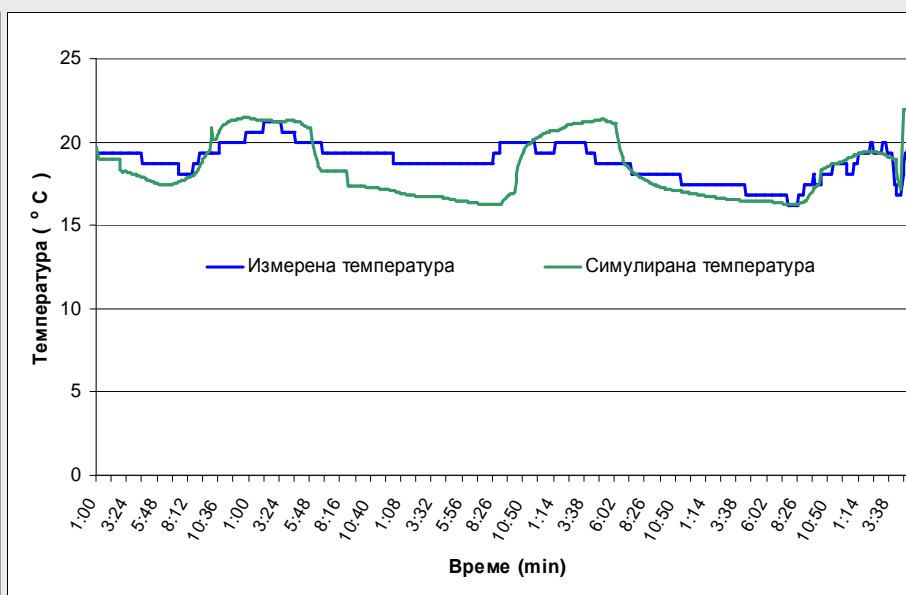
КАЛИБРИСАЊЕ МОДЕЛА

На основу измерених вредности температуре, релативне влажности и концентрације угљендиоксида унутар типичних учионица, као и спољне температуре и релативне влажности извршено је и калибрисање модела са стране комфора.

На дијаграму доле дат је упоређи приказ концентрације CO_2 , које су добијене мерење (за 19.02.2004.) и симулирањем постављеног модела, у зависности од количине свежег ваздуха која улази кроз процепе објекта у посматраном дану и отварањем прозора ради проветравања од по 5 min.



Упоредни приказ концентрације CO_2 (ppm) у зависности од количине свежег ваздуха за типичну учионицу школе



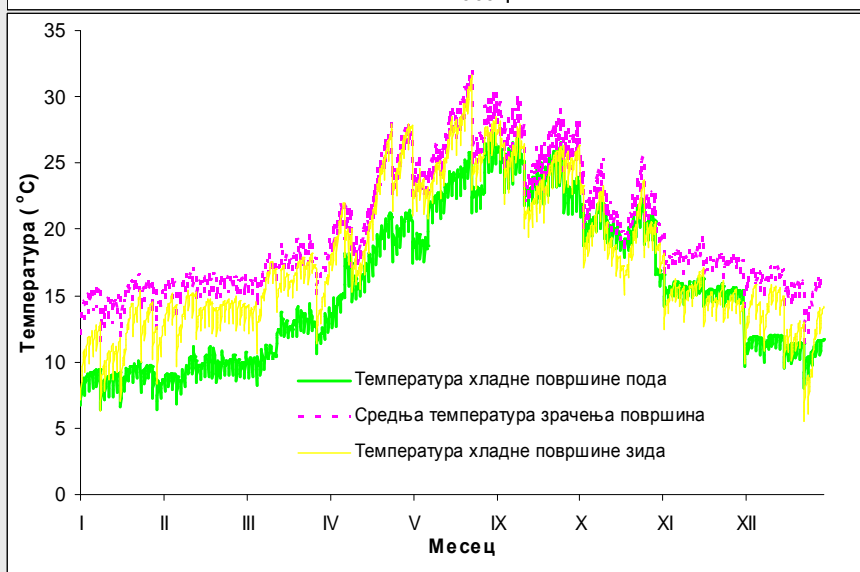
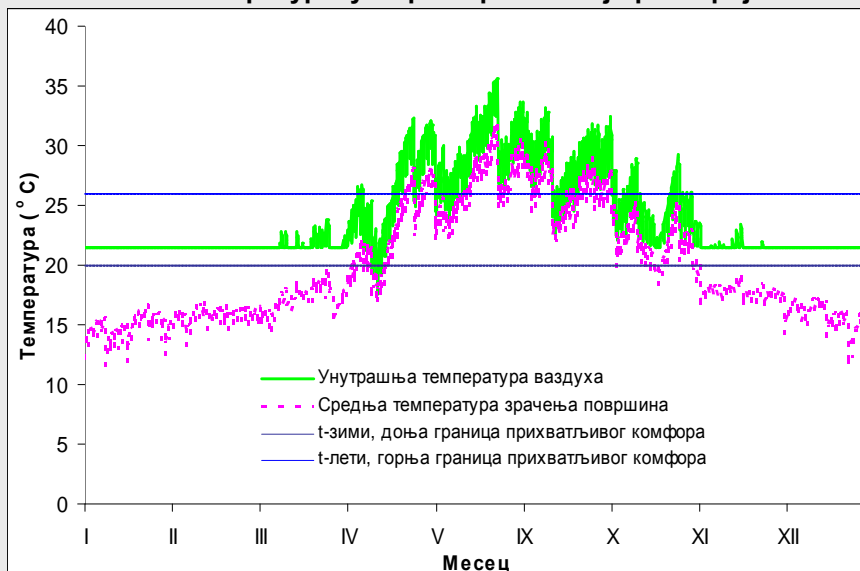
Упоредни приказ измерених и симулираних вредности унутрашње температуре за прелазни период рада објекта



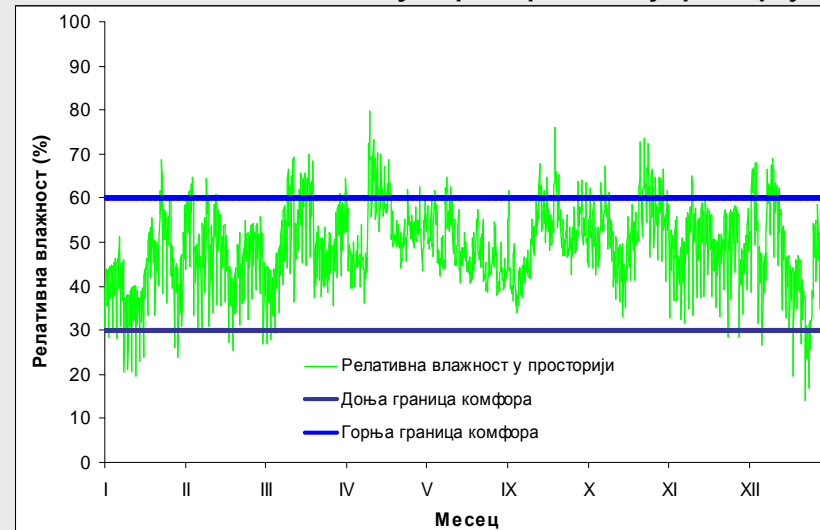
ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ КОМФОРА У ОБЈЕКТУ

Резултат симулације постојећег објекта у реалним условима, показује да објекат, у времену рада школе не задовољава термичке услове комфора

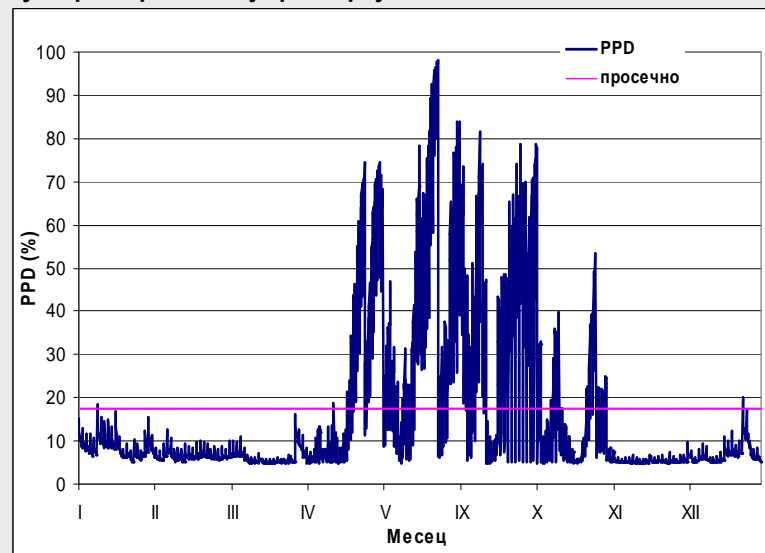
Ток температура у карактеристичној просторији



Релативна влажност у карактеристичној просторији



Проценат особа који су незадовољни термичким условима у карактеристичној просторији

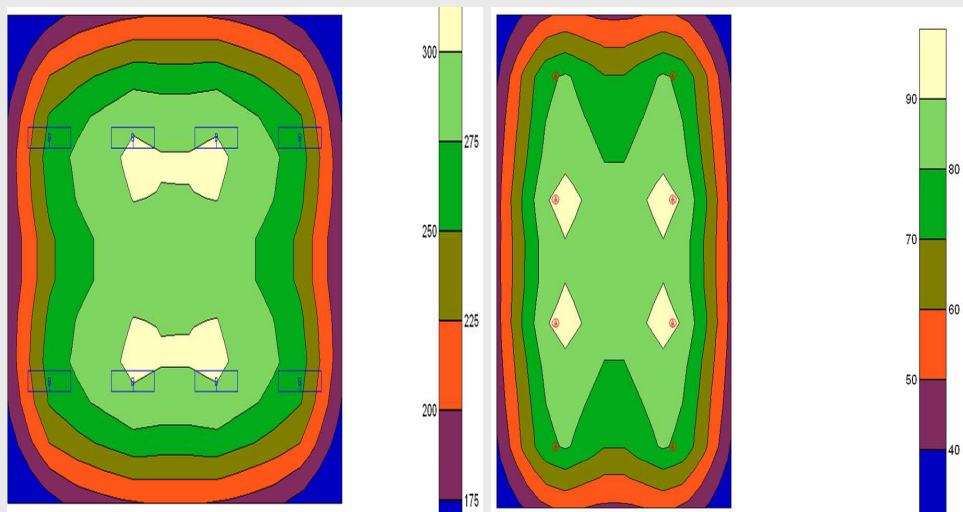


ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ КОМФОРА У ОБЈЕКТУ

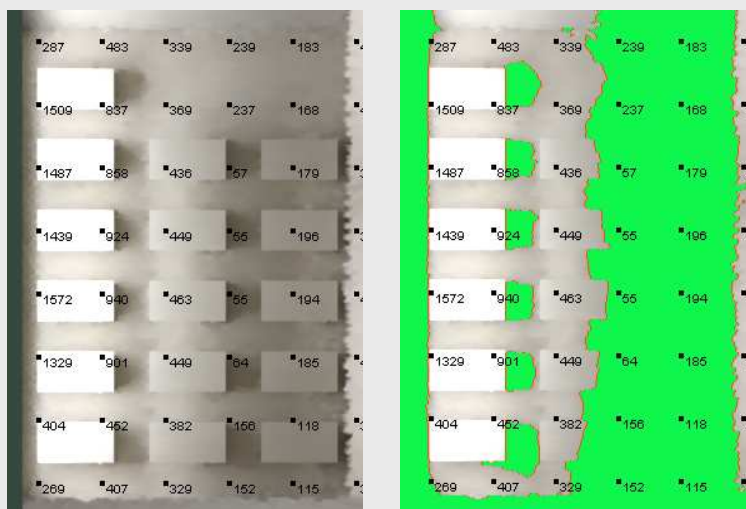
Распоред интензитета осветљености у учионицама са постојећим:

а) флуо светиљкама;

б) опал куглама



Децембар, 12сати, облачан дан, учионица на југозападној страни објекта (на десној слици дат је приказ површине која не задовољава прописани ниво осветљења од 300 lux, зелено поље, а бројна вредност је 56%)



Анализиране ситуације стања визуелног комфора за постојеће стање објекта, за карактеристичне учионице на југозападној страни објекта указују на следеће закључке:

Ниво дневног осветљења, са становишта интензитета осветљења, за карактеристичну учионицу на југозападној страни у сунчаним данима је преко задовољавајућег. Међутим, разлика у нивоу осветљења, између реда клупа до прозора и у дубини учионице је прекомерна, а нарочито у пролећним месецима што узрокује појаву непријатног бљештања. Како је бљештање други фактор у одређивању квалитета визуелног комфора (први је интензитет осветљења) то ће оно бити посебно.

Интензитет осветљења у облачним данима, није задовољавајући у зимским месецима, како у преподневним тако и поподневним часовима док у пролећним није задовољавајући у дубини учионице, док је разлика у нивоима осветљења између реда до прозора и у дубини учионице значајно мањи него што је то случај у сунчаном дану. У великом проценту времена у току дана, у дубини анализираних учионица, не продире довољан интензитет дневног осветљења тако да се јавља потреба за укључивањем вештачког осветљења.

Ова анализа доводи до закључка да је неопходно применити мере за увођење веће количине природног осветљења у објекат. Побољшање визуелног комфора тј. повећање интензитета осветљења у облачним данима у току године, а и решавање проблема заштите од изразито јаког интензитета осветљења у току пролећног периода, адекватним сенчењем које неће нарушити визуелни комфор објекта, допринеће квалитетнијем угођају корисника односно повећању визуелног комфора, а добиће се и смањење потрошње електричне енергије у објекту.

После детаљне анализе постојећег стања објекта и сагледавања реалних проблема у објекту предложене су енергетски ефикасне мере ради **СМАЊЕЊА ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ И ПОБОЉШАЊЕ КОМФОРА**

**ПРЕПОРУКЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ И ПОБОЉШАЊЕ КОМФОРА**

М - Мере за смањење енергије	
M1	Изолација крова
M2	Изолација спољашњих зидова и елиминисање топлотних мостова
M3	Изолација пода у додиру са тлом
M4	Изолација преградних зидови
M5	Примена квалитетнијих стакала са Low E превлаком
M6	Примена квалитетнијих рамова на прозорима
M7	Примена стакла оптималне боје
M8	Смањење инфилтрације
M9	Увођење директно дифузно ефикасније осветљење - ZUMTOBEL RTX II T16
M10	Увођење дир./инд. дифузно ефикасније осветљење - ZUMTOBEL Claris MSD-ID T16 EVG
M11	Увођење директно/индиректно дифузно ефикасније осветљење - ZUMTOBEL LA TRAVE KC T16 GET ASI2000
M12	Увођење димера
M13	Увођење сензора окупираности
M18	Уградња термостатских вентила на постојеће радијаторе
M19	Уградња електронских вентила на постојеће радијаторе
M20	Уградња електронских вентила на ефикасније радијаторе
M21	Снижење нивоа температура зимског грејања
M21 а	Плафонски вентилатори
M22	Интервенција на хидрауличкој мрежи - слабија пумпа,балансирање
M23	Интервенција на хидрауличкој мрежи – балансирање
M24	Вештачка вентилација и коришћење отпадне топлоте
M25	Динамичко ресетирање собних температура за екстремне услове
M26	Уградња ефикаснијег котла



ПРЕПОРУКЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ И ПОБОЉШАЊЕ КОМФОРА

М - Мере за смањење енергије	
M28	Вода – смањење потрошње воде
M29	Побољшање ефикасности постојеће опреме у инсталацији
M30	Искључивање технолошке опреме када није у функцији
M31	Ефикаснији технолошки апарати
M32	Замена бројила
M33	Скидање вршног оптерећења
M34	Балансирање оптерећења по фазама
M35	Примена пријемника соларне енергије – ПСЕ
M36	Примена земне топлотне пумпе
M37	Примена прикључења на даљинско грејање
M38	Примена мерача потрошње топлотне енергије у подстаници даљинског грејања

**ПРЕПОРУКЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ И ПОБОЉШАЊЕ КОМФОРА**

Н - Мере за побољшање комфора	
H1	Фарбање крова рефлексионом бојом
H1a	Фарбање зидова и плафона рефлексионом бојом
H2	Анализа осенчења у функцији пасивног соларног грејања и смањење летњих температура у објекту – природне
H3	Анализа осенчења у функцији пасивног соларног грејања и смањење летњих температура у објекту – вештачка
H3a	Примена полица
H4	Природна вентилација ноћу у летњем периоду
H5	Природна форсирана вентилација ноћу у летњем периоду
H6	Вештачка вентилација и коришћење отпадне топлоте
H7	Примена гасних и електричних чилера
H7a	Примена земне топлотне пумпе за хлађење свежег ваздуха
H8	Увођење директно дифузно ефикасније осветљење - ZUMTOBEL RTX II T16
H9	Увођење дир./индир. дифузно ефикасније осветљење - ZUMTOBEL Claris MSD-ID T16 EVG
H10	Увођење директно/индиректно дифузно ефикасније осветљење - ZUMTOBEL LA TRAVE KC T16 GET ASI2000
H11	Вентилација крова



ПРЕДЛОЗИ СЦЕНАРИЈА КОМБИНАЦИЈА МЕРА ЗА СМАЊЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ И ПОВЕЋАЊЕ КОМФОРА

Анализиране енергетско ефикасне мере комбиноване су у четири предложена сценарија од 1 до 4. Доле је приказан сценарио 4.

СЦЕНАРИО 4:

- M1 изолација крова, дела објекта који се користи за практичну наставу, са 10 cm минералне вуне
- M2 изолација спољашних зидова са 10 cm неопора са спољашње стране
- M4 изолација преградних зидова грејано/ негрејано са 5 cm неопора
- M5 прозори: примена стакла са $k=1.21 \text{ W/m}^2\text{K}$, $K3=0.71$ (коефицијент засенчења), стакло (4x16x4), Ag испуна и са спектрално- селективним премазом на трећој позицији
- M6 примена квалитетнијих рамова на прозорима, трокоморни
- M7 примена чистог стакла са коеф. светлосне пропустљивости; $KSP=0.75$
- M8 смањење инфилтрације применом ефикаснијих прозора, M5, M6, M7
- M9 примена директно дифузног светла са сијалицама T16, Zumtobel staff rtx ii
- M12 пригушивање вештачког осветљења за одржавање нивоа од прописаних 300 lux
- M13 сензор окупираности
- M17 чишћење радијатора
- M19 уградња електронских вентила на постојеће радијаторе
- M21a плафонски вентилатори
- M22 интервенција на хидрауличкој мрежи- нова пумпа смањеног напора и протока
- M23 интервенција на хидрауличкој мрежи – балансирање
- M24 вештачка вентилација и коришћење отпадне топлоте
- M26 гасни котао за грејање и гас као енергент
- M28 вода-смањење потрошње воде-примена ефикаснијих славина
- M34 балансирање оптерећења по фазама
- H1 фарбање крова рефлексионом бојом
- H1a фарбање унутрашњих зидова и плафона рефлексионом бојом
- H2 природна сенка – јужна, источна и западна фасада се штити стаблима
- H3a примена светлосних полица
- H6 вештачка вентилација дању (18°C) а ноћу форсирана природна
- H7ц примена гасног расхладног агрегата за хлађење свежег ваздуха
- H8 примена директно дифузног светла са сијалицама T16, Zumtobel staff rtx ii
- H11 вентилација крова

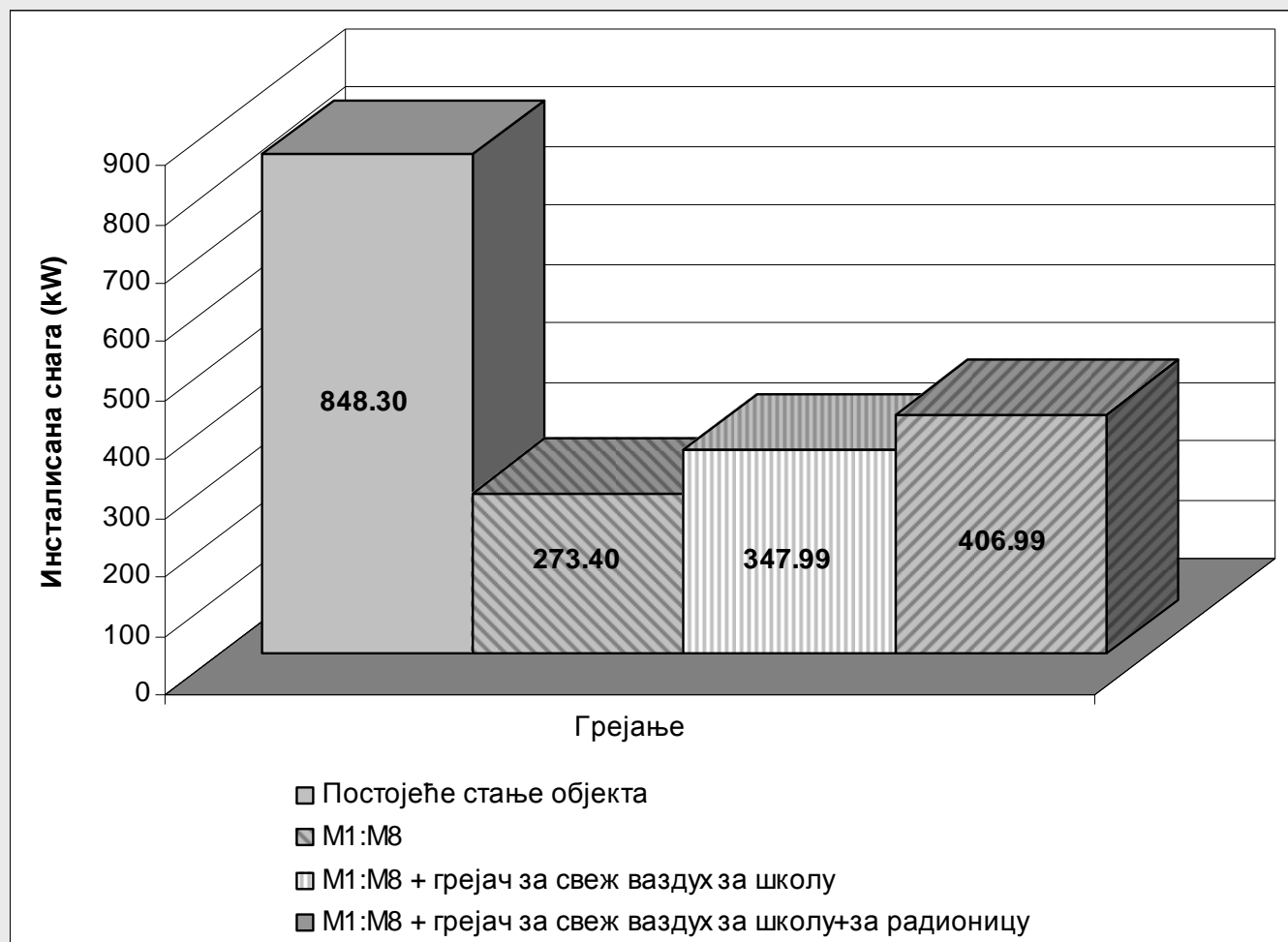


ПРЕДЛОЖЕНИ СЦЕНАРИО

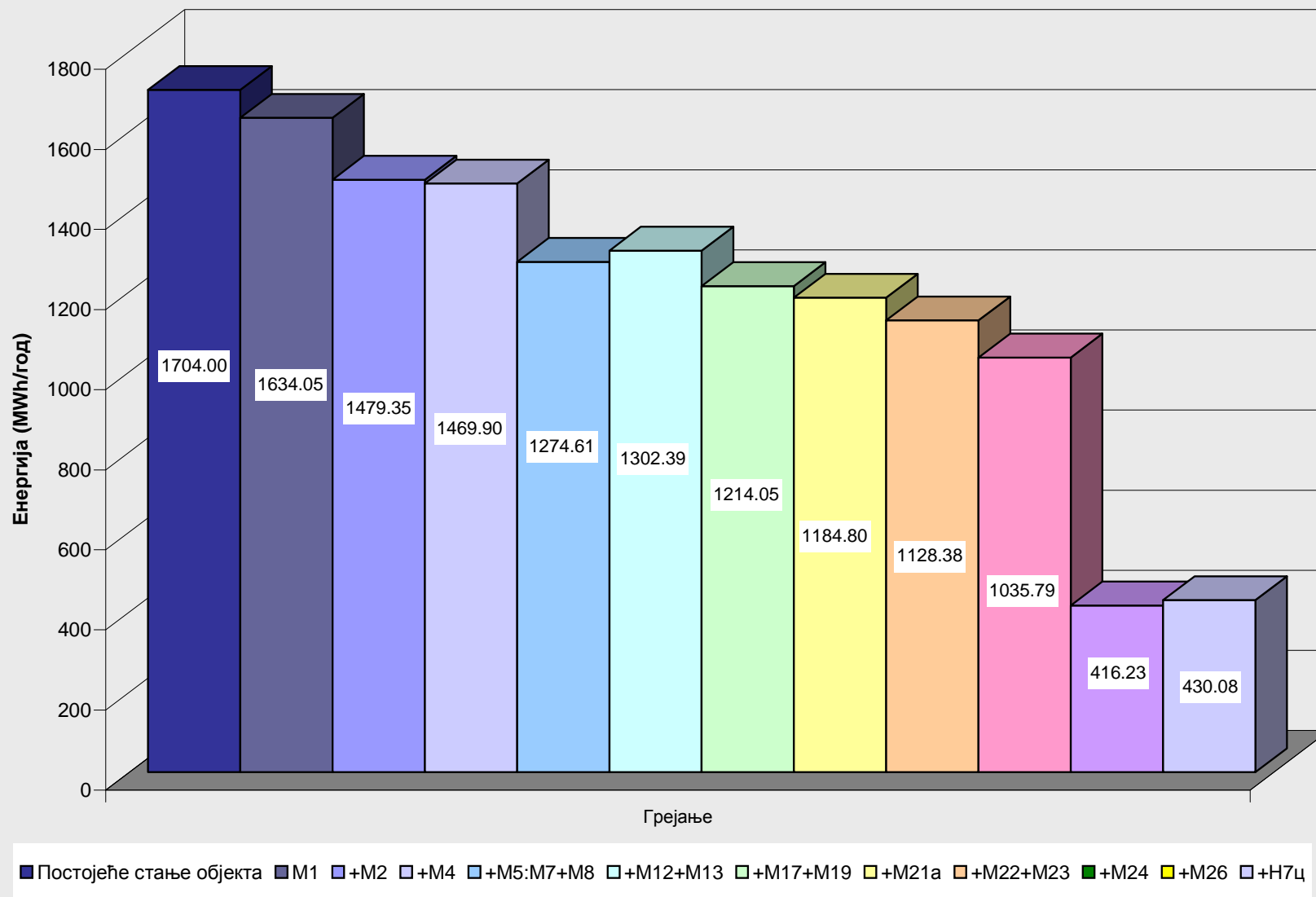
Применом предложених мера на омотачу објекта, за сценарио 4, смањена је инсталисана снага са оригиналних 848.3 kW на 406.99 kW (273.4 kW за објекат, 74.59 kW снаге потребног грејача за свеж ваздух за школу и 59 kW снаге потребног грејача за свеж ваздух за радионицу) , а потрошња енергије система за грејање, за период од годину дана, смањена је са 1704.0 MWh на 1274.6 MWh. Применом осталих мера, које не утичу на смањење инсталисане снаге али утичу на смањење топлотне енергије, укупна топлотна енергија система за период од годину дана је 430.1 MWh. Специфична потрошња енергије инсталације за грејање, по квадратном метру објекта, за период од годину дана, се смањила на 75.16 kWh/m². Применом предложених мера анализирана зграда је доведена до **ЕНЕРГЕТСКОГ РАЗРЕДА С.**

ПРЕДЛОЖЕНИ СЦЕНАРИО

Потребна инсталисана снага за грејање објекта за постојеће стање и применом сценарија 4



ПРЕДЛОЖЕНИ СЦЕНАРИО



МЕРЕ ЗА ПОБОЉШАЊЕ КОМФОРА

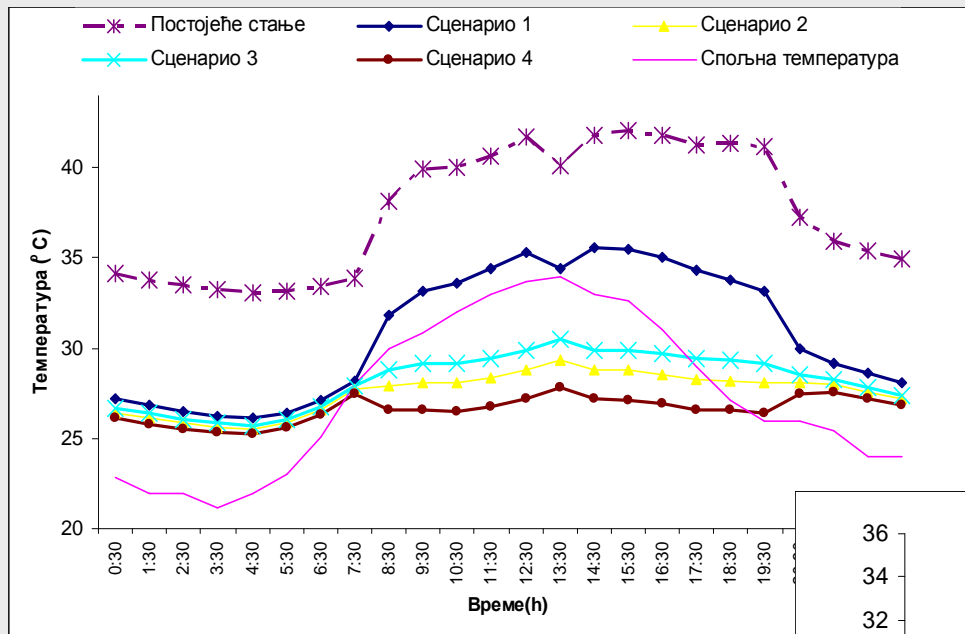
Ове мере не утичу на смањење потрошње енергије, али знатно поправљају тренутно неприхватљиве услове комфора. Резултати и ефекти примењених мера по сценаријама 1-4 дати су у табелама доле за типичну учионицу за летњи период. На дијаграмима доле упоредно су приказане температуре у типичној учионици по сценаријама за најтоплији дан у току рада школе, дог је на десном дијаграму приказана динамика промене унутрашње температуре у летњем периоду рада школе.

Број сати боравка корисника објекта ван услова комфора за типичну учионицу

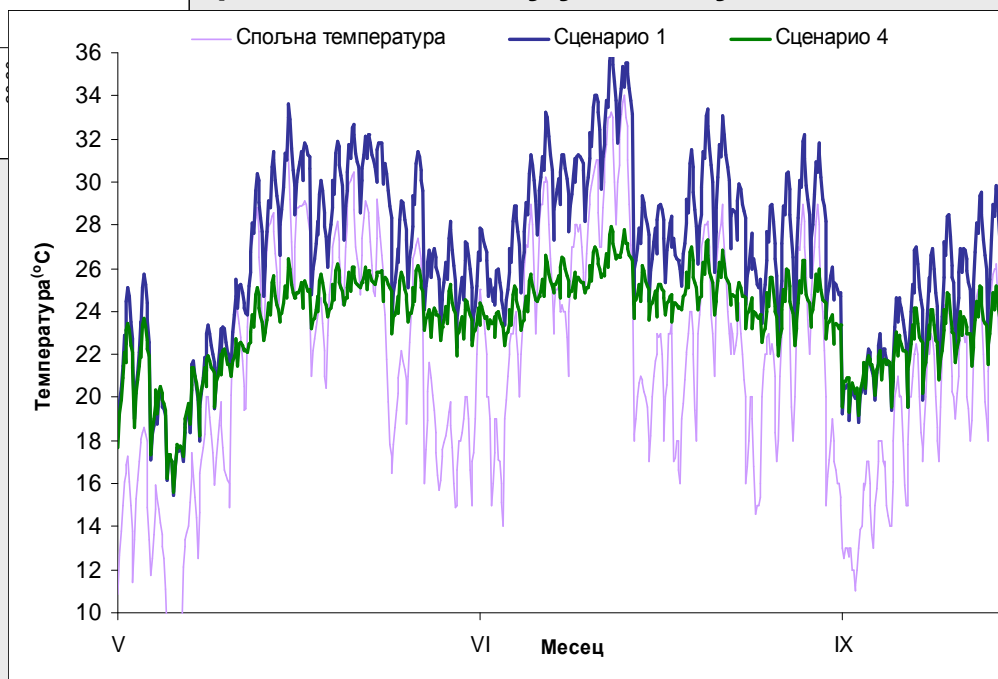
Проценат радних сати ван услова комфора, за летњи период					
	Постојеће	Сценарио 1	Сценарио 2	Сценарио 3	Сценарио 4
Укупан број радних сати бјекта (h)	2232				
Број сати које корисници проводе ван услова комфора (h)	622	378	155	199	42
Проценат времена боравка људи ван услова комфора (%)	27.87	16.94	6.94	8.92	1.88

МЕРЕ ЗА ПОБОЉШАЊЕ КОМФОРА

Промене температура у просторији за 15. јун за типичну учионицу



Промене температура у просторији за летњи режим за типичну учионицу





АНАЛИЗА ТРОШКОВА ЖИВОТНОГ ВЕКА

За различита предложена сценарија комбинација мера за енергетску ефикасност урађена је анализа трошкова животног века, како би се утврдило који од њих даје најбоље резултате за период од 25 године. Анализа пореди различите предложене сценарије, укључујући поред инвестиционих трошкова и трошкова енергије, трошкове текућег одржавања и периодичних ремонта који су неопходни у посматраном периоду.

Резултати анализе трошкова животног века и уштеде у животном веку за одабрана сценарија у закључној анализи пројекта, дати су у табели доле.

У табели 11.3.3. дат је преглед емисије штетних гасова (гасова ефекта стаклене баште) које производе база (посматрани објекат без енергетске оптимизације) и различити сценарији оптимизације. Најнижу емисију ових гасова има сценарио 4 чија је емисија CO₂ преко девет пута мања од базе.



АНАЛИЗА ТРОШКОВА ЖИВОТНОГ ВЕКА

Анализа трошкова животног века (LCC)

	Инвестициони трошкови	Трошкови енергије	Остали трошкови	Одржавање	Укупни LCC CB
База	0	1,139,833	71,817	158,152	1,375,934
Сценарио 1*	177,225	253,898	61,046	20,752	497,648
Сценарио 2	289,087	233,123	61,046	29,920	597,904
Сценарио 4	285,756	227,933	61,046	27,149	586,612

* LCC избор (најнижи LCC)

Реална дисконтна стопа коришћена у овој анализи је 3,0%

Број година на које се анализа односи је 25

CB = садашња вредност

Износи су дати у €

Преглед емисије штетних гасова у току животног века

	CO ₂	SO ₂	NO _x
База	23,907,399	155,606	51,222
Сценарио 1	2,964,438	28,647	3,871
Сценарио 2	2,686,927	27,259	3,613
Сценарио 3	2,648,602	26,494	3,531
Сценарио 4*	2,624,911	25,908	3,472

Број година на које се анализа односи је 25

Количине су дате у kg

* Сценарио са најнижим емисијама



ПРЕПОРУКЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ ПРИМЕНОМ АРХИТЕКТОНСКИХ МЕРА КОД ПОСТОЈЕЋИХ ОБЈЕКТА

- Објект мора бити реконструисан, односно пројектован, тако да зими омогући максималан а лети минималан упад сунчевог зрачења
- Објект мора бити изолован на свим спољашњим површинама као и ка свим негрејаним просторијама
 - Изолација крова
 - Изолација спољашњих зидова и елиминисање топлотних мостова
 - Изолација преградних зидова
 - Изолација подова
- Омотач објекта треба да задовољи макимално прописане коефицијенте пролаза топлоте
- Примена квалитетнијих стакала са Low E превлаком
- Примена квалитетнијих рамова на прозорима
- Примена стакла оптималне боје
- Избор стакала треба да омогући максималан упад дневне светлости, пасивно грејање, минималан упад сунчевог зрачења лети и ограничење ефекта бљештања



ПРЕПОРУКЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ ПРИМЕНОМ АРХИТЕКТОНСКИХ МЕРА КОД ПОСТОЈЕЋИХ ОБЈЕКТА

- Смањење инфилтрације
- Коефицијент пропустљивости фуга прозора треба да задовољи највишу класу, обавезно са атестом
- Фасадни омотач објекта мора имати високу заптивеност (број измена на сат при потпритиску од 50Pa: $n_{50} \leq 0,6$)
- Пројектована термичка маса омотача треба да повећав термичку инерцију објекта
- Вентилација крова
- Увођење дневног осветљења - димери
- Увођење дневног осветљења - светлосне цеви
- Фарбање плафона и зидова рефлексивном бојом
- Спољно уређење око објекта - пројектом хортикултуре и стаза око објекта избећи стварање топлотних острва и неповољне повратне радијације на објекат од бетонских површина. Пројектом обавезно предвидети задржавање и заштиту постојеће хортикултуре.

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ И КУЛТУРИ - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР "РАДОЈЕ ДАКИЋ"

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ - БЕОГРАД

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ И КУЛТУРИ - БЕОГРАД

ЗГРАДА
 Категорија зграде: 1. Управна или пословна зграда
 Место, адреса: Београд, ул. Мишка Крањца 17, Раковица
 Катастарска парцела: Скупштина града Београда, Секретаријат за образовање
 Власник/инвеститор/правни заступник: /
 Извођач: /
 Година изградње: 1960-1962
 Година реконструкције/енергетске санације: 2004
 Нето површина A_n [m²]: 5722

Енергетски пасош за стамбене зграде

Пројекат	$Q_{Hnd,nd}$ [%]	Q_{Hnd} [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	75.16
A	≤ 25	
B	≤ 50	
C	≤ 100	
D	≤ 150	
E	≤ 200	
F	≤ 250	
G	> 250	

Подаци о лицу које је издало енергетски пасош

Овлашћена организација:
 Потпис овлашћеног лица и печат организације: _____ М.П.
 (потпис)
 Одговорни инжењер:
 Потпис и печат одговорног инжењера ЕЕ: _____ М.П.
 (потпис)
 Број пасоша:
 Датум издавања/рок важења:

Укупни ефекти постојећег решења када ради систем грејања и хлађења су:

Годишња потреба енергије за грејање је 430.1 MWh.

Специфична потребна топлота за грејање је 75.16 kWh/m², што даје **енергетски разред**, за зграде намењене образовању и култури, **C**.



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ И КУЛТУРИ - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР "РАДОЈЕ ДАКИЋ"



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ - БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – друга страна

Подаци о згради	
Нето површина зграде унутар термичког омотача A_M [m ²]	9680,9
Запремина грејаног дела зграде V_g [m ³]	21646
Фактор облика ϕ_g [m ⁻¹]	0,447
Средњи коеф. трансмисионог губитка топлоте H_T [W/(m ² ·K)]	0,64 ($H_{T,max}=0,83$)
Годишња потребна топлота за грејање $Q_{H,gd}$ [kWh/(m ² ·a)]	75,16
Климатски подаци	
Локација	Раковица
Број степен дана грејања HDD	2520
Број дана грејне сезоне HD	175
Средња температура грејног периода $\phi_{H,ss}$ [°C]	5,6
Унутрашња пројектна температура за зимски период $\phi_{H,i}$ [°C]	20

Подаци о термотехничким системима у згради	
Систем за грејање (локални, етажни, централни, даљински)	Централни
Топлотни извор	Природни гас
Систем за припрему СТВ (локални, централни, даљински)	Локални
Топлотни извор за СТВ	Електрична ен.
Систем за хлађење (локални, етажни, централни, даљински)	-
Извор енергије који се користи за хлађење	-
Вентилација (природна, механичка, механичка са рекуперацијом)	природна
Извор енергије за вентилацију	-
Врста и начин коришћења система са обновљивим изворима	-
Удео ОИЕ у потребној топлоти за грејање и СТВ [%]	-

Подаци о термичком омотачу зграде	U [W/(m ² ·K)]	U_{max} [W/(m ² ·K)]	Испуњено ДА / НЕ
Спољни зидови и зидови према просторијама које се не греју	0,265	0,40	ДА
Коси кров изнад негрејаног простора	0,271	0,40	ДА
Међуетажна конструкција према негрејаној просторији	0,452	0,40	НЕ
Под у додиру са тлом	2,26	0,40	НЕ
Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	1,348	1,50	ДА
Кровни прозори	-	-	-
Спољна врата	3,40	1,60	НЕ

3

Комисија за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ - БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – трећа страна

Подаци о систему грејања	
Уређај који се користи као извор (котао, топлотна пумпа)	Котао
Инсталисани капацитет [kW]	-
Ефикасност, степен корисности [%]	-
Година уградње	-
Енергент	Природни гас
Доња топлотна моћ [kWh/kg] [kWh/m ³]	-
Емисија CO ₂ [kg/kWh]	0,244

Подаци о начину регулације	
Аутоматска регулација рада котла/извора (да / не)	да
Централна регулација топлотног учинка (да / не)	не
Локална регулација топлотног учинка (да / не)	да
Дневни прекид у раду система (сати у дану)	8
Недељни прекид у раду система (дана у недељи)	2
Сезонски прекид у раду система (дана у сезони)	30

Подаци о губицима топлоте	[kW]
Трансмисиони губици кроз нетранспарентни део омотача зграде	197,66
Трансмисиони губици кроз прозоре и врата	37,46
Вентилациони губици кроз прозоре и врата	38,28
Укупни губици топлоте	273,4

Енергетске потребе зграде	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
Годишња потребна топлота за грејање, $Q_{H,gd}$	430100	75,16
Годишња потребна топлота за припрему СТВ, Q_W	-	-
Годишњи топлотни губици система за грејање, $Q_{H,b}$	-	-
Годишњи топлотни губици система за припрему СТВ, $Q_{W,b}$	-	-
Годишња потребна топлотна енергија, Q_H	-	-
Годишња испоручена енергија, E_{del}	-	-
Годишња примарна енергија, E_{prim}	-	-
Годишња емисија CO ₂ [kg/a] [kg/m ² a]	104996,4	18,35

Подаци о измереној потрошњи енергије*	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
Годишња измерена топлота за грејање	-	-
Годишња измерена топлота за припрему СТВ	-	-
Годишња измерена топлотна енергија	-	-
Годишња измерена електрична енергија	-	-

* Могућност уношења података за постојеће зграде када постоје подаци о измереној потрошеној енергији у последње три године

4

Комисија за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ И КУЛТУРИ - МАШИНСКО ОБРАЗОВАНИ ЦЕНТАР "РАДОЈЕ ДАКИЋ"



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ - БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – четврта страна

Предлог мера за унапређење енергетске ефикасности зграде
1. M1 - изолација крова, дела објекта који се користи за практичну наставу, са 10 cm минералне вуне
2. M2 - изолација спољашних зидова са 10 cm неопора са спољашње стране
3. M4 - изолација преградних зидова грејано/ негрејано са 5 cm неопора
4. M5 - прозори: примена стакла са $k = 1.21 \text{ W/m}^2\text{K}$, $K3=0.71$ (коэффициент засе-нчења), стакло (4x16x4), Ag испуна и са спектрално-селективним премазом на трећој позицији
5. M6 - примена квалитетнијих рамова на прозорима, трокоморни
6. M7 - примена чистог стакла са коеф. светлосне пропустљивости, КСП=0.75
7. M8 - смањење инфилтрације применом ефикаснијих прозора, M5, M6, M7
8. M9 - примена директно дифузног светла са сијалицама T16, Zumtobel staff rx ii
9. M12 - пригушивање вештачког осветљења за одржавање нивоа од прописаних 300 lux
10. M13 - сензор окупираности
11. M14 - чишћење радијатора
12. M19 - уградња електронских вентила на постојеће радијаторе
13. M21a - плафонски вентилатори
14. M22 - интервенција на хидрауличкој мрежи- нова пумпа смањеног напора и протока
15. M23 - интервенција на хидрауличкој мрежи – балансирање
16. M24 - вештачка вентилација и коришћење отпадне топлоте
17. M26 - гасни катао за грејање и гас као енергент
18. M28 - вода-смањење потрошње воде-примена ефикаснијих славина
19. M34 - балансирање оптерећења по фазама

5

Комисија за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА ЗГРАДУ НАМЕЊЕНУ ОБРАЗОВАЊУ - БЕОГРАД



ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНУ ЗГРАДУ-СРЕМСКА МИТРОВИЦА – пета страна

Објашњење техничких појмова
Нето површина зграде унутар термичког омотача, A_n [m^2], је укупна нето површина грејаног простора зграде.
Запремина грејаног дела зграде, V_g [m^3], јесте бруто запремина коју обухвата термички омотач зграде – запремина грејаног простора зграде.
Фактор облика $f_o = A/V_g$ [m^{-1}], је однос између површине термичког омотача зграде (спољне мере) и њиме обухваћене бруто запремине.
Коефицијент трансмисионих губитака топлоте, H_T [W/K], су трансмисиони губици топлоте кроз омотач зграде подељени разликом температура унутрашње и спољне средине.
Период грејања, HD ("heating days") је број дана од почетка до краја грејања зграде. Почетак и крај грејања за сваку локацију одређен је температуром границе грејања, која је обухваћена при одређивању броја Степен дана HDD ("Heating degree days").
Унутрашња пројектна температура, θ_{int} [$^{\circ}\text{C}$], је задата температура унутрашњег ваздуха грејаног простора у згради.
Средња температура грејног периода, $\theta_{int,avg}$ [$^{\circ}\text{C}$], је осредњена вредност температуре спољног ваздуха у временском периоду грејне сезоне.
Годишња потребна топлота за грејање зграде, $Q_{H,req}$ [kWh/a], је рачунски одређена количина топлоте коју грејним системом треба довести у зграду током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних температура.
Годишња потребна топлотна енергија за загревање санитарне топле воде, $Q_{H,SW}$ [kWh/a], је рачунски одређена количина топлотне енергије коју системом припреме СТВ треба довести током једне године за загревање воде.
Годишња потребна енергија за хлађење зграде, $Q_{C,req}$ [kWh/a], је рачунски одређена потребна количина топлоте хлађења коју расхладним системом треба одвести из зграде током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних параметара.
Годишња потребна енергија за вентилацију, Q_V [kWh/a], је рачунски одређена потребна енергија за припрему ваздуха системом механичке (принудне) вентилације, делимичне климатизације или климатизације током једне године за одржавање услова комфора у згради.
Годишња потребна енергија за осветљење, E_d [kWh/a], је рачунски одређена количина енергије коју треба довести згради током једне године за осветљење у згради.
Годишња потребна топлотна енергија, $Q_{H,tot}$ [kWh/a], је збир годишње потребне топлотне енергије и годишњих топлотних губитака система за грејање и припрему санитарне топле воде у згради.
Годишњи топлотни губици система грејања, $Q_{H,LS}$ [kWh/a], су губици енергије система грејања током једне године који се не могу искористити за одржавање унутрашње температуре у згради.
Годишњи топлотни губици система за припрему санитарне топле воде, $Q_{H,LS,SW}$ [kWh/a], су губици енергије система за припрему СТВ током једне године који се не могу искористити за загревање воде.
Годишња испоручена енергија E_{del} [kWh/a], је енергија доведена техничким системима зграде током једне године за покривање енергетских потреба за грејање, хлађење, вентилацију, потрошну топлу воду, расвету и погон помоћних система.
Годишња потребна примарна енергија која се користи у згради, E_{prim} [kWh/a], је збир примарних енергија потребних за рад свих уграђених техничких система за грејање, хлађење, климатизацију, вентилацију и припрему СТВ у периоду једне године.
Годишња емисија угљен диоксида, CO_2 [kg/a], је маса емитованог угљен диоксида у спољну средину током једне године, која настаје као последица енергетских потреба зграде.

6

Комисија за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности



ПРИМЕРИ ПРОРАЧУНА ИНДИКАТОРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

- ***ПОСТОЈЕЋА ЗГРАДА – “ИНФЕКТИВНА БОЛНИЦА КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ” - НИШ- ПРОЈЕКАТ ЕНЕРГЕТСКЕ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА - **BDSP*****

Инфективна болница КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ - BDSP

- Површина објекта - 3100m²

Списак примењених енергетско ефикасних мера на објекат:

- Изолација крова
- Замена прозора и врата на постојећем објекту
- Уградња радијаторских термостатских вентила

Изглед зграде пре енергетске ревитализације

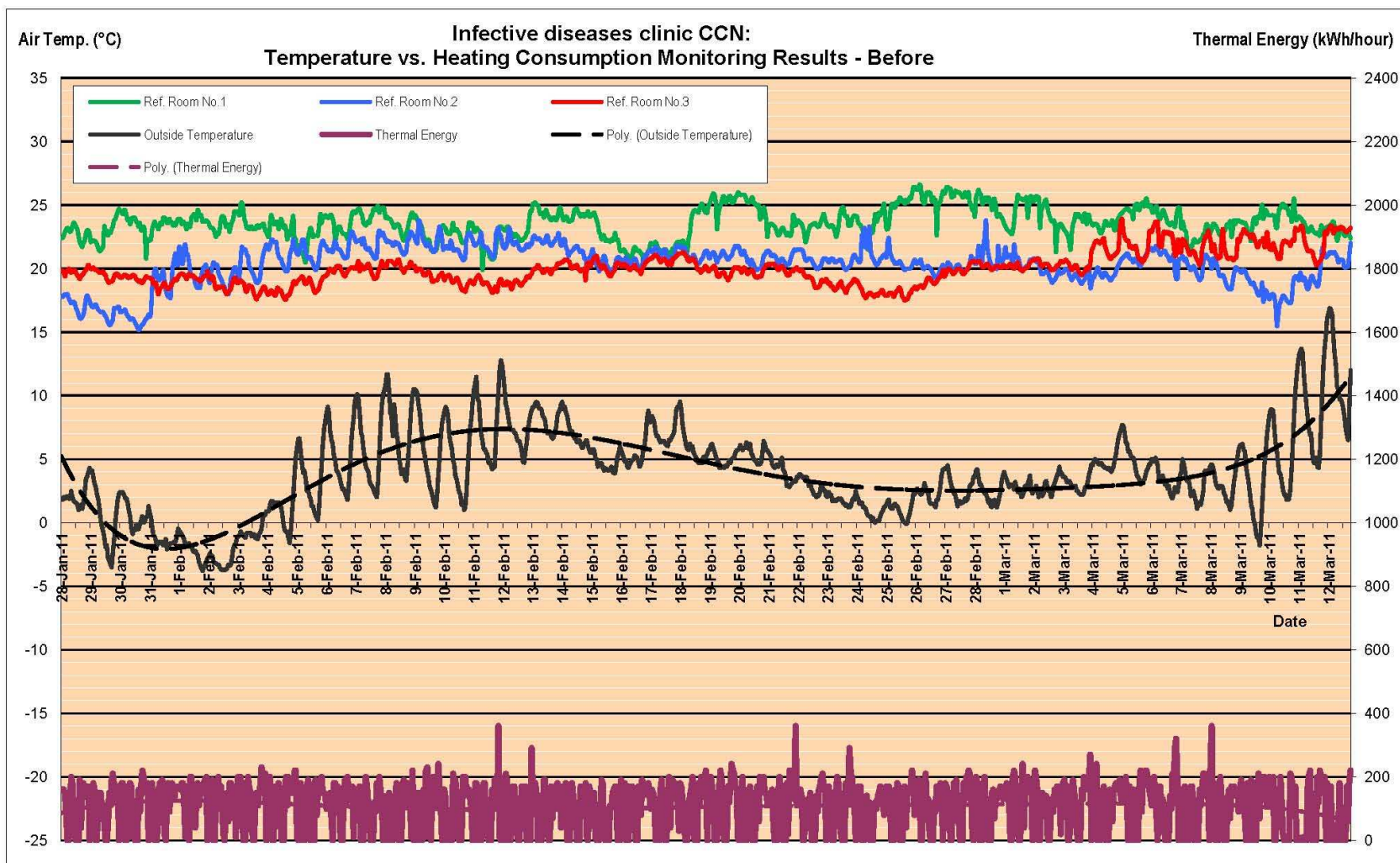


Изглед зграде после енергетске ревитализације



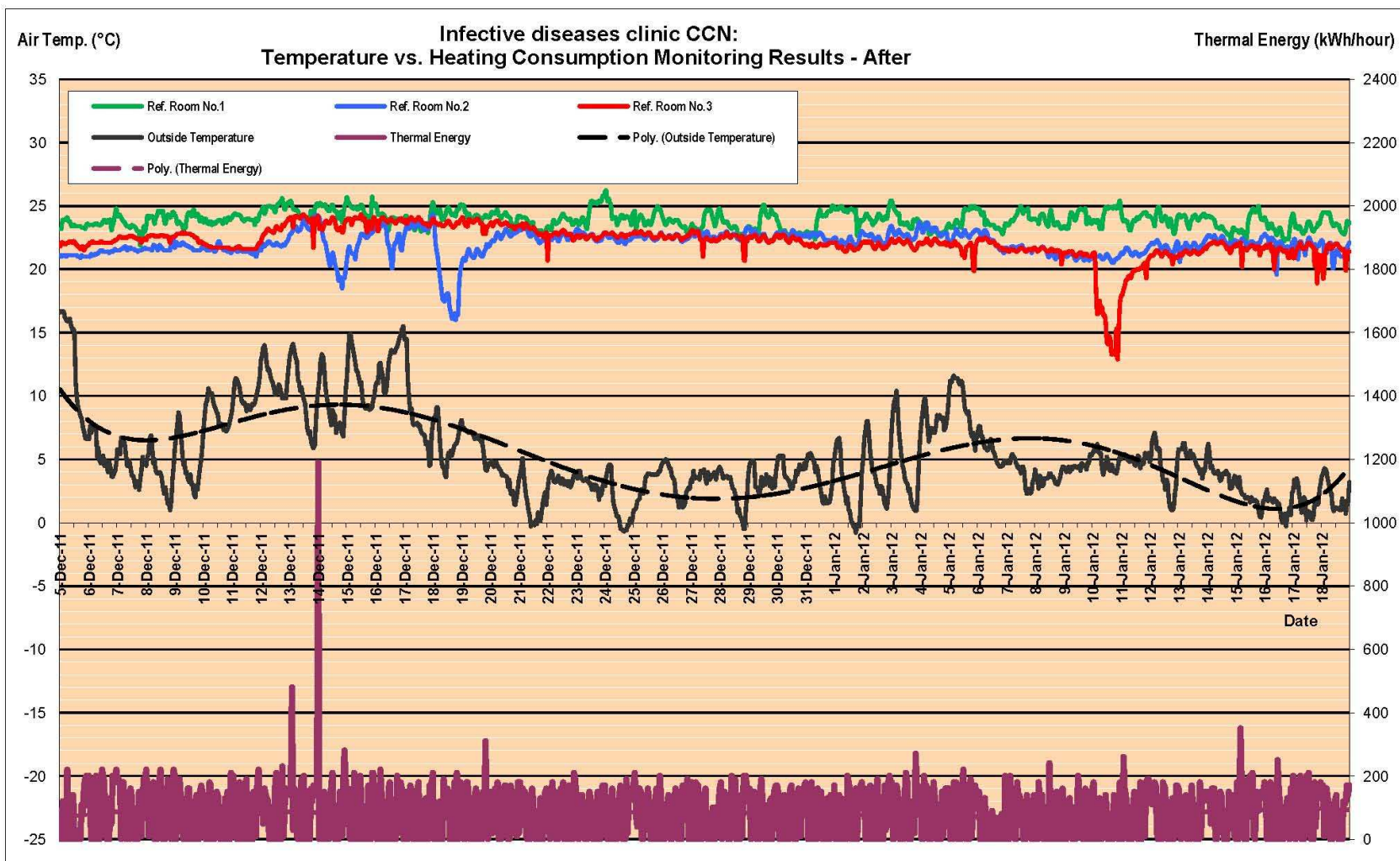


Инфективна болница КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ - BDSP





Инфективна болница КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ - BDSP



**Инфективна болница КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ - BDSP**

Инфективна болница КЛИНИЧКОГ ЦЕНТРА НИШ				
Грејана површина [m ²]			3,126	
Степен сати			70,006	
Степен дани			2,781	
Резултати			Резултати мерења	Резултати евалуације
ПРЕ	Годишња потрошња енергије за грејање MWh]		1021	977
	Годишња потрошња енергије за грејање по m ² [kWh/m ²]		327	313
	Годишња емисија CO ₂ [t]		296	281
ПОСЛЕ	Годишња потрошња енергије за грејање MWh]		381	448
	Годишња потрошња енергије за грејање по m ² [kWh/m ²]		122	143
	Годишња емисија CO ₂ [t]		110	129
УШТЕДЕ	Апсолутне	Годишња потрошња енергије за грејање MWh]	640	529
		Годишња емисија CO ₂ [t]	186	152
	Процентуалне	Годишња потрошња енергије за грејање MWh]	63%	54%
		Годишња емисија CO ₂ [t]	63%	54%



ХВАЛА НА ПАЖЊИ

Љиљана Симић – EnPlus
www.enplustech.com