

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Милица Л. Вујошевић, маг.инж.арх.

**МОДЕЛИ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИХ  
ГРАДСКИХ ХОТЕЛА У КЛИМАТСКИМ  
УСЛОВИМА БЕОГРАДА**

Докторска дисертација

Београд, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF ARCHITECTURE

Milica L. Vujošević, M.Arch.

**MODELS OF ENERGY EFFICIENT CITY  
HOTELS IN BELGRADE CLIMATE  
CONDITIONS**

Doctoral dissertation

Belgrade, 2015

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

Ментор:

Др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор, Универзитет у Београду,  
Архитектонски факултет

Чланови комисије:

Др Александра Крстић-Фурунџић, редовни професор, Универзитет у Београду,  
Архитектонски факултет

Др Ана Радивојевић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Архитектонски  
факултет

Др Мила Пуцар, научни саветник у пензији, Институт за архитектуру и урбанизам  
Србије

Датум одбране докторске дисертације: \_\_\_\_\_, Београд

## ЗАХВАЛНИЦА

Ова докторска дисертација производ је великог рада и одрицања током неколико година колико је њено стварање трајало. Рад на овој тези изискивао је коришћење великог броја ресурса, како временских и финансијских, тако и научних и људских. Велики број људи помогао је посредно или непосредно да се ово истраживање на најбољи начин спроведе и приведе крају.

Захваљујем се свима који су на било који начин допринели овом исцрпном процесу. Захваљујем се онима који су ме подржавали, али и онима који нису, јер су ме терали да пресипитујем донете одлуке и да тражим боље начине за њихову реализацију.

Нарочито се захваљујем својој менторки, проф. др Александри Крстић-Фурунџић, која ме је усмеравала у раду и помагала ми својим великим знањем и искуством да што успешније савладам целокупан процес и принципе научног рада и да ово дело доведем до завршетка.

Такође се захваљујем др Мили Пуцар, научном саветнику из Института за архитектуру и урбанизам Србије на инспирацији и подршци током научног рада, као и проф. др Ани Радивојевић са Архитектонског факултета Универзитета у Београду на конструктивним консултацијама и предлозима.

Наука и уметност, две врхунске области човековог стваралаштва, изискују претходно обезбеђену подлогу, како образовну, тако и материјалну. Стога се захваљујем својој породици што ме је добро припремила и омогућила ми бављење овим делатностима и надам се да ћу за живота успети да повратим макар оно што је у мене уложено.

На подршци и помоћи током докторских студија захваљујем се свом оцу Луки Вујошевићу и породици свог стрица проф. др Мирка Вујошевића, нарочито др Соњи Вујошевић и др Душану Вујошевићу.

Највећу захвалност упућујем својим баби и деди, Смиљи и Ђорђу Шнајдер, на васпитању и усмерењу ка техничкој струци и најважније, својој мајци Ружи Вујошевић, што ме је упркос свим потешкоћама подржавала да остварим свој сан. Њима посвећујем ову докторску дисертацију.



## МОДЕЛИ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИХ ГРАДСКИХ ХОТЕЛА У КЛИМАТСКИМ УСЛОВИМА БЕОГРАДА

### Резиме:

Овај рад испитује енергетска својства хотелских објеката атријумског типа у климатским условима Београда. Циљ је испитати утицај атријума на енергетске потребе хотела за грејањем и хлађењем, као и допринос примењених мера за побољшање енергетских својстава на једном од четири предложена модела. Енергетске карактеристике објеката добијене су коришћењем *EnergyPlus* симулационе платформе, узимајући у обзир параметре топлотног комфора и климатске податаке за подручје Београда. Извршено је поређење одабраних резултата према одређеним појединачним критеријумима, као и према више критеријума истовремено. Рангирање предложених модела према више критеријума извршено је у првом кораку помоћу *PROMETHEE* методе вишекритеријумског одлучивања, док је коначно рангирање модела извршено *Borda* методом групног одлучивања. Методолошки приступ у овом истраживању обухвата креирање хипотетичких модела хотелских објеката са атријумом, нумеричку симулацију њихових енергетских перформанси, компаративну анализу добијених резултата и рангирање предложених алтернатива са аспекта енергетских својстава зграде. Главни задатак овог истраживања је да испита утицај атријума различитог облика, позиције оријентације и структуре омотача на енергетске карактеристике хотелских објеката и да утврди енергетски најоптималнији модел хотелског објекта са атријумом за београдске климатске услове.

**Кључне речи:** хотел, атријум, модел, енергетска ефикасност, енергетска симулација, вишекритеријумско одлучивање.

**Научна област:** Архитектура и урбанизам

**Ужа научна област:** Технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура

**УДК број:** 725.7.052.4:[628.87:519.876.5(043.3)]

## **MODELS OF ENERGY EFFICIENT CITY HOTELS IN BELGRADE CLIMATE CONDITIONS**

### **Summary:**

Annual energy performances of atrium type hotel buildings in Belgrade climate conditions are analysed in this paper. The objective of this paper is to examine the influence of the atrium on the hotel building energy demands for space heating and cooling, as well as to examine the contribution of applied measures for improvement of energy performance of one selected model. The energy performance results are obtained using EnergyPlus simulation engine, taking into account Belgrade climate data and thermal comfort parameters. The selected results are compared and the hotels are ranked according to certain single- and multi- criteria. The ranking of the proposed modes is conducted using PROMETHEE multi-criteria method followed by the final ranking using Borda model of group decision-making. The methodological approach in this research includes the creation of a hypothetical model of an atrium type hotel building, numerical simulation of energy performances of design alternatives of the hotel building with an atrium, comparative analysis of the obtained results and ranking of the proposed models from the building's energy performance perspective. The main task of the analysis is to examine the influence of the atrium, its shape, position, orientation and envelope structure on the energy performance of the hotel building. The goal of this research is to determine the most energy efficient model of the hotel building with atrium for Belgrade climate condition.

**Keywords:** hotel, atrium, model, energy efficiency, energy simulation, multi-criteria decision-making.

**Scientific field:** Architecture and urbanism

**Area of expertise:** Technology in architecture and management and bioclimatic and ecological architecture

**UDC number:** 725.7.052.4:[628.87:519.876.5(043.3)]

**САДРЖАЈ**

УВОД.....	1
Уводне напомене о теми, повод и актуелност теме.....	1
Образложење предмета и проблема истраживања.....	5
Библиографски извори о предмету истраживања.....	8
Критички осврт на досадашња истраживања.....	23
Обухват истраживања.....	24
Основни циљеви и задаци истраживања.....	25
Научна оправданост дисертације, очекивани резултати и њихова примена.....	26
Полазне хипотезе истраживања.....	28
Програм истраживања - материјал и научне методе истраживања.....	29
Преглед садржаја рада.....	30
1. РЕФЕРЕНТНИ ОКВИР УТИЦАЈА НА ОБЈЕКТЕ ТУРИЗМА.....	32
1.1 Климатске промене и одрживи развој туризма у свету и Европи.....	35
1.2 Кључни документи и циљеви одрживог развоја туризма.....	37
1.3 Одрживи туризам у Србији.....	38
1.4 Хотелски објекти и потенцијал Београда.....	44
2. КОНЦЕПТИ ХОТЕЛСКИХ ОБЈЕКТА СА ЕНЕРГЕТСКОГ И ЕКОЛОШКОГ АСПЕКТА.....	55
2.1 Типологија градских хотела према критеријумима који утичу на потрошњу енергије.....	57
2.2 Атријумски тип у архитектури хотелских објеката.....	66
2.3 Одржива архитектура, енергетска ефикасност и примена пасивних система код хотелских објеката.....	71
2.4 „Зелени“ хотели и смернице за њихово остварење.....	75
2.5 Корпоративна одговорност хотелских компанија и одрживост хотела.....	78
2.6 Сертификација енергетски ефикасних и „зелених“ хотелских објеката.....	87
2.7 Еко-ознаке и еко-сертификати у хотелијерству.....	93
2.8 Међународни стандарди управљања у хотелијерству.....	94

3. КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ГРАДСКОГ ХОТЕЛА АТРИЈУМСКОГ ТИПА ЗА КЛИМАТСКЕ УСЛОВЕ БЕОГРАДА .....	96
3.1. Формирање критеријума за одабир и вредновање модела.....	96
3.2. Избор локације и оријентација.....	103
3.3. Дефинисање модела за анализу .....	106
3.3.1. Модел М1: Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом .....	108
3.3.2. Модел М2: Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом .....	110
3.3.3. Модел М3: Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом .....	113
3.3.4. Модел М4: Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом .....	115
3.3.5. Модел М5: Хотел блок типа без атријума.....	118
3.4. Упоредни приказ карактеристика изабраних хотела .....	121
3.5. Трансмисиони топлотни губици кроз омотач зграде.....	126
3.6. Климатске карактеристике значајне за енергетску анализу.....	129
3.7. Нумеричка симулација енергетских перформанси изабраних модела хотелских објеката.....	135
3.8. Режим коришћења простора .....	139
4. РЕЗУЛТАТИ ЕНЕРГЕТСКИХ СИМУЛАЦИЈА ИЗАБРАНИХ МОДЕЛА ...	143
4.1. Потребна финална енергија за грејање и хлађење изабраних модела.....	143
4.1.1. Годишња финална енергија за грејање зграде .....	144
4.1.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде .....	148
4.1.3. Месечна финална енергија за грејање и хлађење зграде.....	152
4.1.4. Допринос и негативни утицај топлотних добитака и губитака у зградама.....	154
4.1.5. Топлотни добици у зградама .....	155
4.1.6. Топлотни губици у зградама.....	158
4.1.7. Анализа емисије угљен-диоксида .....	160
4.2. Вишекритеријумска анализа резултата по моделима .....	164
4.2.1. Избор критеријума за рангирање .....	165
4.2.2. Рангирање модела према критеријумима .....	170
4.3. Алтернативе за побољшање енергетских карактеристика модела М2 хотелског објекта са атријумом .....	173
4.3.1. Годишња финална енергија за грејање зграде .....	176
4.3.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде .....	178
4.3.3. Топлотни добици у зградама .....	181
4.3.4. Топлотни губици у зградама.....	183
4.4. Утицај оријентације на енергетске перформансе објеката.....	185

4.4.1.	Годишња финална енергија за грејање зграде .....	186
4.4.2.	Годишња финална енергија за хлађење зграде .....	189
4.4.3.	Топлотни добици у зградама .....	191
4.4.4.	Топлотни губици у зградама.....	193
4.5.	Утицај атријума као стакленика који се не климатизује на енергетске перформансе хотелског објекта .....	195
4.5.1.	Годишња финална енергија за грејање зграде .....	197
4.5.2.	Годишња финална енергија за хлађење зграде .....	199
4.5.3.	Топлотни добици у зградама .....	202
4.5.4.	Топлотни губици у зградама.....	204
4.6.	Дискусија .....	205
ЗАКЉУЧАК .....		212
ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА.....		219
ПРИЛОГ 1: Распоред активности у изабраним моделима хотелских објеката....		233
ПРИЛОГ 2: Критеријуми и поткритеријуми за вишекритеријумску анализу изабраних модела .....		235
ПРИЛОГ 3: Топлотни добици и губици кроз транспарентни део омотача топлотних зона атријума и смештајних јединица/соба изабраних модела хотелских објеката .....		245
ПРИЛОГ 4: Резултати вишекритеријумског рангирања четири изабрана модела хотелских објеката са атријумом .....		255
ПРИЛОГ 5: Резултати енергетских симулација свих предложених модела и алтернатива .....		273
БИОГРАФИЈА АУТОРА .....		286
ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ .....		291
ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА .....		292
ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ .....		293

**СКРАЋЕНИЦЕ, ОЗНАКЕ, СИМБОЛИ****Скраћеница Пун назив**

БДП	Бруто друштвени производ
ЕЕ	Енергетска ефикасност
ОИЕ	Обновљиви извори енергије
КГХ	Климатизација, грејање и хлађење
СТВ	Санитарна топла вода
ГСБ	Гасови стаклене баште
ГУП	Генерални урбанистички план
<i>EPBD</i>	<i>Energy performance of buildings Directive</i>
<i>HVAC</i>	<i>Heating, ventilation and air-conditioning</i>
<i>LED</i>	<i>Light emitting diode</i>
<i>LEED</i>	<i>Leadership in energy and Environmental Design</i>
<i>MICE</i>	<i>Meetings, incentives, conferencing and exhibitions</i>
<i>UN</i>	<i>United Nations</i>
<i>UNEP</i>	<i>United Nations Environment Programme</i>
CO <sub>2</sub>	Угљен-диоксид

<b>Ознака</b>	<b>Значење</b>
$Q_{H,a}$	Годишња потребна енергија за грејање зграде [MJ, GJ, kWh]
$U$	Коефицијент пролаза топлоте [ $W/(m^2K)$ ]
$H_{Ts}$	Површински трансмисиони губици топлоте
$n$	Број измена ваздуха на сат [ $h^{-1}$ ]
$F_{xi}$	Фактор корекције температуре
$f_o$	Фактор облика зграде [ $m^{-1}$ ]
$A$	Површина [ $m^2$ ]
$V$	Запремина [ $m^3$ ]
$t$	Температура [ $^{\circ}C$ ]

### Индекси

min	Минимално
max	Максимално
rel	Релативно
a	Годишње
H	Грејање
C	Хлађење

**РЕЧНИК ТЕРМИНА (ГЛОСАРИЈУМ)**

*Вишекритеријумско одлучивање* је одлучивање када постоји већи број најчешће конфликтних критеријума.

*Енергетски ефикасан хотел* је хотел који за своје функционисање троши што мање енергије на начин да не угрожава комфор боравка у објекту;

*Годишња потребна топлота за грејање зграде*,  $Q_{an,H}$  [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 енергија за хлађење зграде*,  $Q_{an,C}$  [kWh/a] је рачунски одређена потребна количина топлоте коју расхладним системом треба одвести из зграде током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних температура;

*„Зелени“ хотели* су хотели који својим физичким и пословним деловањем не угрожавају животну средину;

*Климатски подаци* јесу скуп одабраних климатских параметара који су карактеристични за неко географско подручје;

*Модел* је апстракција нечег за шта се верује да постоји као део реалности, а најчешће се прави ради решавања неких реалних проблема који представљају жељу за постизањем неког циља (Чупић, Сукновић, 2008, стр. 37);

*Одржива архитектура* је архитектура која узима у обзир еколошки, економски и друштвени аспект и аспект утицаја на животну средину;

*Унутрашња пројектна температура* [ $^{\circ}\text{C}$ ] је задата температура унутрашњег ваздуха за израчунавање топлотних губитака и топлотног оптерећења;

*Фактор облика*  $f_o = A/Ve$ , [ $\text{m}^{-1}$ ] је однос између површине термичког омотача зграде и њиме обухваћене бруто запремине зграде.



**ПОПИС СЛИКА, ТАБЕЛА И ДИЈАГРАМА****Попис слика:**

- Слика 1.** Мапа Србије са приказом главних саобраћајних веза. Извор: Google Maps.
- Слика 2.** Најлепши хотел у Београду, хотел Москва. Извор:  
<https://www.facebook.com/hotelmoskva/photos/pb.138948016169492.-2207520000.1432595177./594177997313156/?type=3&theater>
- Слика 3.** Највећи хотел у Београду, хотел *Crown Plaza*. Извор:  
<http://hospitality-on.com/fileadmin/actualites/CrownePlazaBelgrade.jpg>
- Слика 4.** Хотел Метропол у Београду. Извор:  
<http://www.metropolpalace.com/en/gallery>
- Слика 5.** Хотел *Square Nine*. Извор: <http://www.e-ahpba-belgrade2013.com/wp-content/uploads/2012/04/10.jpg>
- Слика 6.** Распоред постојећих хотелских објеката у градском ткиву Београда
- Слика 7.** Распоред хотела под заштитом државе
- Слика 8.** Зоне за веће хотеле планиране Генералним урбанистичким планом
- Слика 9.** *Casa de los Vettii (Domus Vettiorum)*, Помпеја, Италија. Извор:  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vettii2.jpg>
- Слика 10.** Зграда амстердамске берзе, Амстердам, Холандија, арх. Hendrik Berlage. Извор: <http://www.beursvanberlage.nl>
- Слика 11.** Гранд хотел Камеха Гранд, Бон. Извор: <http://www.schommer-architekt.de/>

- Слика 12.** Поглед из ваздуха на хотел Камеха са отвореним и затвореним атријумом. Извор: [http://www.bilderbuch-bonn.de/Fotos/oberkassel\\_kameha\\_grand\\_gyrocopter\\_luftbild\\_hotel\\_architektur\\_171582](http://www.bilderbuch-bonn.de/Fotos/oberkassel_kameha_grand_gyrocopter_luftbild_hotel_architektur_171582)
- Слика 13.** Основа трећег спрата хотела Камеха. Извор: <http://www.detail.de/architektur/themen/hotel-kameha-grand-in-bonn-018276.html>
- Слика 14.** Основа приземља хотела Камеха са партером. Извор: <http://www.detail.de/architektur/themen/hotel-kameha-grand-in-bonn-018276.html>
- Слика 15.** Повеља *Accor* хотелског ланца о животној средини. Извор: <http://www.accorhotels-group.com/en/sustainable-development.html>
- Слика 16.** Покривач атријума од транспарентне *ETFE* фолије која формира ваздушне јастуке изванредних термоизолационих својстава, објекат *Amazon Court*, Праг. Извор: [http://respekt.ihned.cz/75-1557930-1194370-R00000\\_gallery-3e](http://respekt.ihned.cz/75-1557930-1194370-R00000_gallery-3e)
- Слика 17.** Просторни распоред постојећих хотела и позиција пројектованог хотела у Београду
- Слика 18.** Локација пројектованог хотела за анализу у Блоку 26 на Новом Београду
- Слика 19.** Означавање оријентације објеката. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Слика 20.** Азимут фасаде објекта у односу на јужну страну света
- Слика 21.** Варијација оријентације објекта према странама света
- Слика 22.** Модел М1: Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом

- Слика 23.** Модел М2: Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом
- Слика 24.** Модел М3: Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом
- Слика 25.** Модел М4: Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом
- Слика 26.** Модел М5: Хотел блок типа без атријума
- Слика 27.** Слојеви фасадног зида
- Слика 28.** Слојеви равног крова
- Слика 29.** Слојеви пода изнад негрејаног простора
- Слика 30.** Ружа ветрова за град Београд. Извор: Републички хидрометеоролошки завод Србије
- Слика 31.** Типови функција преференције. Извор: Brans, Mareschal, 2005
- Слика 32.** Основни модел М2 на коме су предложене мере за побољшање енергетских перформанси објекта
- Слика 33.** Алтернатива А2 модела М2 са сенилима као заштитом од сунца
- Слика 34.** Оријентација модела М2 ка све четири стране света
- Слика 35.** Алтернатива Б2 модела М2 са отвореним атријумом

**Попис табела:**

- Табела 1.** Број туриста по изабраним туристичким местима у периоду јануар-октобар 2012. године. Извор: Републички завод за статистику, 2012

- Табела 2.** Остварена ноћења по туристичким местима у периоду јануар-октобар 2012. године. Извор: Републички завод за статистику, 2012
- Табела 3.** Доласци и ноћења страних туриста по земљама из којих долазе у периоду јануар-октобар 2012. године. Извор: Републички завод за статистику, 2012
- Табела 4.** Приказ хотелских капацитета у Београду
- Табела 5.** Врсте угоститељских објеката
- Табела 6.** Типови хотела према локацији на којој се налазе
- Табела 7.** Специјализација градских хотела
- Табела 8.** Морфологија - тип изграђене градске структуре
- Табела 9.** Позиција хотела у блоку
- Табела 10.** Облик индивидуалног слободностојећег хотела
- Табела 11.** Типови хотела према начину организације смештајног дела
- Табела 12.** Класификација хотелских објеката према активним системима прикупљања енергије
- Табела 13.** Класификација хотелских објеката према елементима за пасивно прикупљање енергије
- Табела 14.** Десет највећих светских хотелских групација у 2011. години. Извор: *MKG Hospitality database*, 2011
- Табела 15.** Двадесет највећих светских хотелских брендова у 2011. години. Извор: *MKG Hospitality database*, 2011
- Табела 16.** Десет највећих европских хотелских групација у 2011. години. Извор: *MKG Hospitality database*, 2011
- Табела 17.** Опште смернице за градњу и обнову хотела у ланцу Ассог. Извор: Ассог Hospitality, nd.

- Табела 18.** Енергетски разреди зграда намењених туризму и угоститељству. Извор: Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, 2011
- Табела 19.** Највеће дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте за омотач зграде. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Табела 20.** Прорачунски подаци за пројектовање хотелских објеката. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Табела 21.** Фактори претварања за прорачунавање годишње примарне енергије за поједине врсте извора топлоте. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Табела 22.** Специфичне емисије CO<sub>2</sub> за поједине врсте енергената. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Табела 23.** Компактна и разуђена форма објекта
- Табела 24.** Хотел са пријемним холем у нивоу приземља и са пријемним холем у виду атријума
- Табела 25.** Висина атријума у хотелском објекту
- Табела 26.** Централна позиција атријума у основи објекта
- Табела 27.** Бочна позиција атријума у основи објекта
- Табела 28.** Оријентација и азимут објекта, мерено од јужне оријентације
- Табела 29.** Пет модела хотелских објеката изабраних за анализу
- Табела 30.** Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М1
- Табела 31.** Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М2

- Табела 32.** Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М3
- Табела 33.** Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М4
- Табела 34.** Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М5
- Табела 35.** Основне карактеристике атријума изабраних модела хотелских објеката
- Табела 36.** Спратност објеката и спратна висина појединих етажа
- Табела 37.** Број смештајних јединица у анализираним хотелима
- Табела 38.** Површина креираних објеката
- Табела 39.** Запремина креираних објеката
- Табела 40.** Површина омотача зграде (фасаде, крова, застакљења) и удео застакљења у омотачу
- Табела 41.** Дозвољене и остварене вредности коефицијента пролаза топлоте за елементе омотача зграде
- Табела 42.** Подаци о креираним моделима
- Табела 43.** Површина омотача зграде
- Табела 44.** Коефицијент пролаза топлоте и фактор корекције температуре
- Табела 45.** Површински трансмисиони губици  $H_{Ts}$  [W/K]
- Табела 46.** Специфични трансмисиони губици топлоте кроз омотач зграде
- Табела 47.** Средње месечне, годишње и екстремне вредности од 1981-2010. године. Извор: Републички хидрометеоролошки завод

- Табела 48.** Релативне честине ветра по правцима и тишине у промилима и средње брзине ветра у m/s 1981-2010. год. Извор: Републички хидрометеоролошки завод
- Табела 49.** Климатски пројектни подаци за Београд и утицај ветра на зграду. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011, *ASHRAE*, 2009
- Табела 50.** Средња месечна температура спољашњег ваздуха и број степен дана за град Београд. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Табела 51.** Средње суме сунчевог зрачења. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011
- Табела 52.** Климатски подаци које користи *EnergyPlus* за Београд. Извор: *ASHRAE*, 2009
- Табела 53.** Значење скраћеница у табели 52
- Табела 54.** Изглед енергетских модела у програму *OpenStudio SketchUp PlugIn*
- Табела 55.** Распоред топлотних зона у моделима
- Табела 56.** Карактеристике референтног модела великог хотела. Извор: Deru *et al.*, 2011
- Табела 57.** Оптерећења топлотних зона референтног хотелског објекта од осветљења и опреме и комбинација распореда њиховог коришћења у зонама новопројектованих модела. Извор: Deru *et al.*, 2011, Аутор
- Табела 58.** Оптерећења топлотних зона од људске активности, са комбинацијом распореда заузетости просторија
- Табела 59.** Временски распоред унутрашње пројектне температуре за поједине врсте простора у новопројектованим моделима хотелских објеката

- Табела 60.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]
- Табела 61.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 62.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 63.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]
- Табела 64.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 65.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 66.** Годишњи топлотни добици од људи, електричне опреме и осветљења [MWh/a]
- Табела 67.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]
- Табела 68.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]
- Табела 69.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]
- Табела 70.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]
- Табела 71.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]
- Табела 72.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]
- Табела 73.** Годишња финална и примарна енергија за грејање објекта и емисија угљен-диоксида
- Табела 74.** Годишња финална и примарна енергија за хлађење објекта и емисија угљен-диоксида



- Табела 75.** Груписање критеријума и поткритеријума за вишекритеријумску анализу модела
- Табела 76.** Ранг модела по сваком поткритеријуму
- Табела 77.** *Borda* матрица
- Табела 78.** Годишња финална енергија за грејање и хлађење изабраних модела
- Табела 79.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]
- Табела 80.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 81.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 82.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]
- Табела 83.** Годишња потребна финална енергија за хлађење по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 84.** Годишња потребна финална енергија за хлађење по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 85.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]
- Табела 86.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]
- Табела 87.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]
- Табела 88.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]
- Табела 89.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]
- Табела 90.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]
- Табела 91.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

- Табела 92.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 93.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 94.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]
- Табела 95.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 96.** Годишња потребна финална енергија за хлађење по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 97.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]
- Табела 98.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]
- Табела 99.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]
- Табела 100.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]
- Табела 101.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]
- Табела 102.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]
- Табела 103.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]
- Табела 104.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]
- Табела 105.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]
- Табела 106.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]
- Табела 107.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

**Табела 108.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

**Табела 109.** Годишњи топлотни добици од људи, електричне опреме и осветљења [MWh/a]

**Табела 110.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

**Табела 111.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

**Табела 112.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]

**Табела 113.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

**Табела 114.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

**Табела 115.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]

**Табела 116.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

**Табела 117.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

### **Попис дијаграма:**

**Дијаграм 1.** Приказ раста појава везаних за човека од 1750 – 2000. године.  
Извор: *Special report: How our economy is killing the Earth*, 2008

**Дијаграм 2.** Учешће параметара у емисији угљен-диоксида у сектору туризма у свету. Извор: Maksin, Pucar *et al.* 2011, стр. 82

- Дијаграм 3.** Финална потрошња енергије у хотелима. Извор: Zanki-Alujević, 2005
- Дијаграм 4.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ] и (б) запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ] за грејање целог хотела
- Дијаграм 5.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ] и (б) запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ] за грејање дела хотела не укључујући атријум
- Дијаграм 6.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ] и (б) запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ] за хлађење целог хотела
- Дијаграм 7.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ] и (б) запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ] за хлађење дела хотела не укључујући атријум
- Дијаграм 8.** Потребна енергија за грејање и хлађење модела М1 за сваки месец током године [J]
- Дијаграм 9.** Потребна енергија за грејање и хлађење модела М2 за сваки месец током године [J]
- Дијаграм 10.** Потребна енергија за грејање и хлађење модела М3 за сваки месец током године [J]
- Дијаграм 11.** Потребна енергија за грејање и хлађење модела М4 за сваки месец током године [J]
- Дијаграм 12.** Потребна енергија за грејање и хлађење модела М5 за сваки месец током године [J]
- Дијаграм 13.** Емисија угљен-диоксида (а) годишња [t] и (б) по јединици површине [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] од енергије за грејање
- Дијаграм 14.** Емисија угљен-диоксида (а) годишња [t] и (б) по јединици површине [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] од енергије за хлађење

**Дијаграм 15.** Коначан ранг модела хотела са атријумом

**Дијаграм 16.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

**Дијаграм 17.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

**Дијаграм 18.** Укупна годишња потребна енергија за грејање и хлађење зграде [MWh/a]

**Дијаграм 19.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

**Дијаграм 20.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

**Дијаграм 21.** Средње температуре ваздуха у зони атријума [°C]

**Дијаграм 22.** Средње температуре ваздуха у зони атријума, часовни приказ [°C]

**Дијаграм 23.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

**Дијаграм 24.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

**Дијаграм 25.** Годишња потребна финална енергија за грејање и хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

**МОДЕЛИ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИХ ГРАДСКИХ ХОТЕЛА У  
КЛИМАТСКИМ УСЛОВИМА БЕОГРАДА**

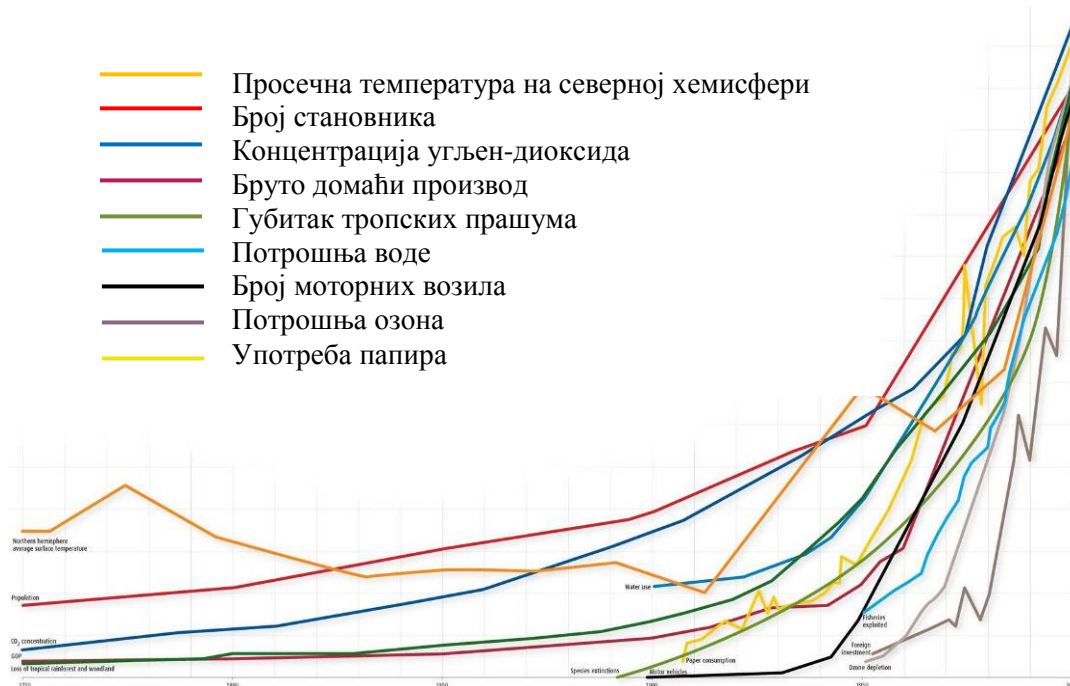
## УВОД

### Уводне напомене о теми, повод и актуелност теме

Индустријска, технолошка и дигитална револуција довеле су, у последњих двеста година, до великих промена на планети Земљи. Многе од тих промена су позитивног карактера, што и јесте циљ сваког развоја, иако се исто не може рећи за неке од њихових последица. Далеко су најзначајније промене у области медицине које су стале на пут многим болестима, као и у областима електронике, рачунарских и информационих технологија, које су омогућиле брз проток и обраду информација, без којих ни ово истраживање не би могло да буде спроведено на овај начин. Продужио се креативни и радни век људи, што је у коначном билансу довело до наглог пораста броја становника. Повећао се и број потреба које су морале да се задовоље, као и количина отпадних материја с њима повезаних. Урбанизам, архитектура и грађевинарство су током тог времена прошли кроз разне фазе и њихов одговор на актуелно стање се периодично мењао.

На почетку претходно поменутог периода, главни проблем грађевинске индустрије углавном је био обезбедити квантитет изграђеног простора за повећан број корисника који су пристизали у градове и за индустрију која је била покретач развоја. Светска популација је већ 2011. године достигла бројку од 7 милијарди становника (*European Environment Agency*, 2012a). Упркос опадању стопе раста у последње две деценије, очекује се да ће број становника достићи 8,1 милијарду до 2025, односно 9,6 милијарди до 2050. године (*United Nations Department of Economic and Social Affairs*, 2014). Евидентан је такође и тренд повећања нивоа урбанизације. Према подацима које је 2007. године објавио *UN Habitat*, око 53% светске популације живи у градовима (*United Nations Human Settlements Programme [UN Habitat]*, 2006). Сталним напретком технике и технологије градње, претходно постављени циљеви су се све брже и квалитетније испуњавали. То је, међутим, пореметило равнотежу у природи и успело да изазове хаос на планети, како у просторном, тако и у погледу климатских утицаја. Свет се суочава са кризом енергије, потрошњом ресурса, загађеношћу средине, кризом економије

и живота. Све појаве везане за човека у последњих 150 година показују експоненцијални раст, као што је приказано на дијаграму 1:



**Дијаграм 1.** Приказ раста појава везаних за човека од 1750 – 2000. године. Извор: *Special report: How our economy is killing the Earth*, 2008

Утицај непрекидног технолошког развоја на животну средину, који је у последње време све већи и очигледнији, довео је до прокламовања да се он мора темељити на принципима одрживости. У области архитектуре и грађевинарства то подразумева примену одрживог планирања, пројектовања, изградње и коришћења објеката. Сваки од ових процеса једнако је важан за остваривање циља одрживости. Поред социјалног, економског, еколошког, организационог и техничког аспеката одрживости у архитектури, енергетска ефикасност објеката је један аспект који дотиче три највећа проблема данашњице – заштиту животне средине, климатске промене и енергетску сигурност. Уз то је пожељна примена принципа биоклиматског пројектовања, употреба обновљивих извора енергије, уградња ефикасних система за климатизацију, грејање и хлађење, затим ефикасно управљање водом, материјалима и другим ресурсима, као и коришћење локалне радне снаге и материјала.



Енергетски ефикаснији објекат има мањи негативан утицај на животну средину, јер је главни узрочник климатских промена управо прекомерна емисија угљен-диоксида у атмосферу, насталог сагоревањем фосилних горива. Градња у складу са контекстом и климатским условима који на локацији преовлађују, као и примена одговарајућих материјала и архитектонских концепата којима се постиже већа енергетска ефикасност објеката, најважнији су фактори које пројектанти треба да узму у обзир, нарочито приликом пројектовања нових објеката.

Туризам је кључни сектор европске економије. Он обухвата широк спектар производа и дестинација и укључује различите актере. Европа је примарна туристичка дестинација у свету по густини и разноврсности атракција, као и броју хотела са скоро 5,5 милиона хотелских соба, што чини скоро половину од укупног броја хотелских соба у свету (Maksin, Pucar, Milijić, Korać, 2011, стр. 187). Што се нашег подручја тиче, процењује се да је Србији и Београду неопходно још хотела, а посебно оних високе категорије, јер је Србија од 2007-2010. године, према званичној листи Међународне конгресне асоцијације (*International Congress and Convention Association – ICCA, 2012*) била најбрже растућа конгресна дестинација у Европи. Стратегијом развоја туризма града Београда (2008), издвојено је шест кључних туристичких производа за Београд: пословни туризам и *MICE (meetings, incentives, conferencing, exhibitions)*, градски одмори, догађаји, кружне туре, специјални интереси и наутика.

Туризам је током друге половине XX века нагло растао и постао једна од привредних грана која се на глобалном нивоу веома брзо развија. Проток туриста широм света оптерећује животну средину и загађује ваздух, земљу и воду. Велики утицај који туризам има на простор налаже примену принципа одрживости у туризму, пре свега коришћење биоклиматских принципа пројектовања, пројектовање енергетски ефикасних објеката и употребу обновљивих извора енергије.

Зграде троше око 40% укупне енергије у Европској унији (*Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings [EPBD], 2010*). Грађевински сектор је у експанзији, што додатно повећава потрошњу енергије. Енергетска ефикасност и коришћење енергије из обновљивих

извора представљају важне мере које су потребне да би се смањила потрошња енергије у зградама и загађивање животне средине (Пуцар, 2013). Све нове зграде у Европској унији од краја 2020. године морају имати скоро нулту потрошњу енергије (*EPBD*, 2010). Иако то изгледа немогуће, такве зграде се већ више од једне деценије граде широм Европе. Скоро нулта или веома ниска количина енергије треба да буде покривена у веома значајној мери из обновљивих извора, и то пре свега оних који су доступни локално, на парцели или у њеној близини.

Хотелијерство је једно од најдинамичнијих и енергетски најинтензивнијих поља у сектору туризма и услуга. Енергија уопште чини највећи део оперативних трошкова хотела, одмах после трошкова за особље. Maksin, Pucar *et al* (2011) наводе да се у структури трошкова туристичких објеката готово 40% односи на енергију: грејање, хлађење, кување, осветљење, чишћење, прање и др. (стр. 183). Како се наводу у истом извору, скоро половина укупно потрошене енергије троши се на грејање и хлађење простора: „У зависности од категорије хотела за осветљење се троши између 12 и 20%, а у неким случајевима и до 40%; потрошња топле воде креће се од 90-150 литара по госту дневно, што износи до 15% од укупне потрошње енергије“ (стр. 221). У процесу планирања и пројектовања туристичког објекта треба узети у обзир архитектонске елементе и топлотно понашање зграде који зависе од климатских и географских услова. Пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката се, између осталог, може постићи избором адекватног типа хотелског објекта у односу на услове локације. Смањење потреба за грејањем и хлађењем, а тиме и смањење загађења и одговорније понашање према животној средини боље је првенствено постићи адекватном архитектуром, па тек онда инсталирањем одговарајућих система за климатизацију који би ефикасније и са мањим утрошком енергије темперирали простор.

Повод за ово истраживање су све присутнији захтеви националних регулатива и инвеститора за пројектовањем хотела високих енергетских перформанси, односно ниске потрошње енергије и што мањег негативног утицаја на животну средину, који задовољавају све потребе по питању топлотног, светлосног, визуелног, ваздушног и хигијенског комфора. Главни циљ енергетске ефикасности у архитектури је да се постигне што мања потрошња енергије у објектима, а да се притом не угрози комфор боравка у њима.

У средишту овог истраживања су хотели атријумског типа. Актуелност теме туризма и туристичких објеката код нас и у свету усмерила је предмет истраживања ка тој врсти хотела, те се стога истражују фактори који утичу на обликовање и материјализацију хотела, првенствено са енергетског аспекта.

Актуелност теме је у томе што је енергетска ефикасност данас неизоставна карактеристика сваког новог или реконструисаног објекта, како због захтева регулативе и смањења трошкова за енергију, тако и због све израженије свести о очувању животне средине, док атријумски тип објеката представља тренд у свету када је пројектовање хотела и других комерцијалних објеката у питању.

### **Образложење предмета и проблема истраживања**

*Предмет* истраживања је формирање оптималних модела градског хотелског објекта атријумског типа за подручје Београда, са аспекта максимизирања енергетске ефикасности објекта и смањења његовог негативног утицаја на животну средину. Због потребе и тенденције за развојем туризма у Србији, предмет истраживања се односи и на типологију хотела, преваходно атријумског типа. Теоријско одређење предмета истраживања обухвата:

- Приказ утицаја хотелских објеката на животну средину и климатске промене;
- Анализу атријумског типа хотелских објеката са енергетског аспекта - испитивање енергетских својстава дефинисаних модела хотела атријумског типа;
- Формирање методолошког приступа у процесу енергетске оптимизације хотелских објеката у фази пројектовања, са акцентом на хотеле са атријумом;
- Формирање принципа за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа.

Просторно одређење предмета истраживања ограничено је на градско подручје Београда, због климатских услова који се у експерименту морају прецизирати и који су од битног утицаја за енергетску оптимизацију објекта, тако да се резултати овог истраживања могу користити и за подручја са сличним климатским карактеристикама. У оквиру градског ткива анализира се слободностојећи тип објекта на парцели у отвореном градском блоку, због анализе најповољнијег утицаја оријентације атријума у односу на осунчање и стране света. Стога се пројектовање оваквих хотела може очекивати у срединама које су по својим просторним, климатским и културолошким карактеристикама најсличнији онима које преовладавају на подручју Београда.

Димензионално и функционално одређење, с обзиром на то да највећи потенцијал за развој туризма данас у Србији имају градски хотели, односи се на градске хотеле више и високе категорије, те овај рад може користити и другим градским срединама сличних климатских карактеристика. Тежиште истраживања је на смањењу потрошње енергије потребне за темперирање хотелских објеката. Величина и спратност објекта одређени су урбанистичким условима на изабраној локацији и пројектантском праксом која је уобичајена за пројектовање хотелских и других објеката у близини изабране локације.

Временско одређење истраживања ограничено је на савремено доба, то јест на пројектантске захтеве који су данас присутни у светској пракси, а може се односити на пројектовање нових или обнову постојећих хотелских објеката.

Акцент истраживања ставља се на хотеле атријумског типа, односно на оне који користе атријум у форми стакленика за природно пасивно загревање, темперирање ваздуха и проветравање, што је тренд последњих година у целом свету. Предмет рада је да се, за задате климатске услове, испита допринос постављања атријума у смислу остварења пасивног загревања објекта током зимског периода, уз спречавање прегревања током летњег периода године.

*Проблем* истраживања је креирање енергетски што ефикаснијег хотелског објекта применом архитектонских метода, који би за темперирање простора у што већој мери користио енергију сунца. Све присутнији захтеви за енергетску ефикасност и смањење негативног утицаја на животну средину доводе до нових погледа на

процес пројектовања хотела, који осим функционалних, конструктивних и естетских треба да узму у обзир многе друге, еколошке, технолошке и факторе заштите животне средине. Свакако је највећи изазов креирати енергетски независан хотел, али то је једино могуће комбинацијом пасивних и активних система и технологија за искоришћење обновљивих извора енергије, што превазилази оквире архитектонске струке.

Осим наведених теоријских проблема истраживања, практични проблеми са којима се ово истраживање сусреће су:

- Недовољно обрађен предмет истраживања, конкретно аспект остварења енергетске ефикасности у хотелским објектима у светској и потпуно одсуство у домаћој литератури;
- Мањак литературе о типологији хотела са енергетског аспекта, у односу на литературу која обрађује област хотелијерства са аспекта туризма;
- Одсуство одрживих хотела код нас, као и неприлагођеност постојећег хотелског фонда савременим захтевима за енергетском ефикасношћу;
- Компјутерски програми за енергетску симулацију нису једноставни за коришћење и разумљиви за архитекте, знање о тој области тешко се стиче, велики број софтвера је финансијски неприступачан или има ограничене могућности за обраду података;
- Ограниченост законске регулативе у Србији само на поједине енергетске карактеристике објеката, док целокупан утицај на животну средину разматрају само независни сертификациони системи;
- Неразвијена свест о утицају и значају „зелене“ архитектуре и пословања код хотелских објеката, изузев код међународних хотелских ланаца или већих инвеститора.

Разлози за одсуство градње енергетски ефикасних хотела и објеката у Србији уопште, као и за одсуство истраживања о хотелским објектима, посебно са енергетског становишта, су следећи:

- Економски разлози – смањена изградња хотела у Београду и Србији последњих година, али се очекује њено повећање у наредном периоду;

- Кратко време спровођења недовољно разрађене регулативе која третира само одређене параметре енергетске ефикасности;
- Незаинтересованост субјеката (пре свега јавних и финансијских институција) за подстицај одрживе градње;
- Кадровски разлози – мали број стручњака, истраживача и истраживачких организација, као и ограничена количина финансијских средстава за едукацију и спровођење истраживања из референтних области.

### **Библиографски извори о предмету истраживања**

Рад на овом истраживању подразумевао је прикупљање широког спектра информација. Доступна писана литература и електронске информације омогућили су сагледавање различитих проблема хотелских објеката и њихових енергетских особина, као и одговарајућих стратегија које доприносе њиховом побољшању. Посматрајући ово истраживање као део сложених процеса у архитектури, прикупљене информације досадашњих истраживања можемо сврстати на следећи начин:

- Општа истраживања која се баве утицајем климатских промена, одрживости и енергетске ефикасности на архитектуру, посебно на хотелске објекте, и
- Истраживања која се баве применом нових техника и технологија на савременим хотелским објектима.

Предмет истраживања третира се кроз следеће групе извора информација:

- Истраживања на тему утицаја климатских промена на развој савремених приступа у архитектонском пројектовању;
- Истраживања на тему одрживе архитектуре и пројектовања енергетски ефикасних хотелских објеката;
- Истраживања која се односе на хотеле,

- Истраживања која се односе на примењене методе за прорачун енергетских перформанси хотелских објеката и анализу добијених резултата.

Прва група истраживања бави се поводом који је покренуо рад на овој дисертацији. Климатске промене један су од главних узрочника забринутости за будућност планете и доводе до разних акција у сврху њиховог ублажавања. Из тог разлога произилази потреба за одрживим пројектовањем и одговорним односом према животној средини. Ова област релативно је добро обрађена, што се види из референтне литературе:

- Council of the European Union. (2008). *Energy and climate package - elements of the final compromise agreed by the European Council*. Brussels: Council of the European Union.
- European Commission. (2011). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Brussels: European Commission.
- European Environment Agency. (2012). *Building the future we want*. Copenhagen: European Environment Agency.
- European Environment Agency. (2012). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012*. Copenhagen: European Environment Agency.
- European Environment Agency. (2012). *Environmental indicator report 2012*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Фремптон, К. (2004). *Модерна архитектура, критичка историја*. Београд: Орион арт.
- International Congress and Convention Association. (2012). *Country and city rankings Report 2011*. Amsterdam: International Congress and Convention Association.
- International Energy Agency. (2012). *CO2 Emissions from fuel combustion: Highlights*. Paris: The International Energy Agency.
- IPCC (1990). *First assessment report*. Cambridge: University Press.
- Krstić-Furundžić, A., Djukic, A. (2009). Serbia. U Jones, P., Pinho, P., Patterson, J., Tweed, C. (ur.), *European Carbon Atlas, Low Carbon Urban Built*

- Environment* (156-170). Cardiff: The Welsh School of Architecture, Cardiff University.
- Maksin-Mičić M. (2007). Turizam i prostor. Beograd: Fakultet za turistički i hotelijerski menadžment Univerziteta Singidunum.
  - Maksin-Mičić M. (2008). Globalni trendovi u turizmu i zaštiti prirodnog i kulturnog nasleđa. U: Očuvanje kulturnog i prirodnog nasleđa u uslovima globalnih promena (189-210). Banja Luka: ECDP UN.
  - Maksin M., Milijić S. (2010), Strategic Planning for Sustainable Spatial, Landscape and Tourism Development in Serbia. *Spatium International Review*, 23, 30-37.
  - Maksin M., Pucar, M., Korać, M., Milijić S. (2009). Menadžment prirodnih i kulturnih resursa u turizmu. Beograd: Univerzitet Singidunum.
  - Ministry of Environment and Spatial Planning. (2010). *Initial national communication of the Republic of Serbia under the United Nations framework convention on climate change*. Belgrade: The Ministry of Environment and Spatial Planning.
  - *Национална стратегија одрживог развоја*. (2008). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 57/2008.
  - *Национални програм заштите животне средине и Стратегија биолошке разноврсности*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 13/2011.
  - New Scientist. (2008). Special report: How our economy is killing the Earth. *New Scientist* 2678.
  - Pucar, M. (2013). Energetski aspekti razvoja naselja i klimatske promene – stanje, mogućnosti, strategije i zakonska regulativa u Srbiji. U Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić, I. (Ur.). *Klimatske promene i građena sredina – politika i praksa u Škotskoj i Srbiji* (57-108). Monografija br 70. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.



- Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić, I. (Ur.). (2013). Klimatske promene i građena sredina – politika i praksa u Škotskoj i Srbiji. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Pucar, M., Milijić, S. (2011). Climate change and sustainable tourism development – some of the impacts of climate change on the planning of mountain tourist centers. U *Conference proceeding of 1st International conference of urban areas – URBANECO* (398-407). Zrenjanin: University of Novi Sad, Faculty of technical sciences "Mihailo Pupin", Politehnica University Timisoara.
- Pucar, M., Nenković-Riznić, M., Josimović, B. (2009). Environmental protection in the function of regional development in Serbia. U *Regional development, spatial planning and strategic governance, Thematic conference proceedings* (287-319). Belgrade: Institute of architecture and urban & spatial planning of Serbia.
- Pucar, M., Nenković-Riznić, M. (2007). Legislative and policy in energy efficient designing and renewable energy sources: Application in Serbia. *Spatium International Review*, 15-16, 66-71.
- Rifkin, J. (2011). *The Third industrial revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Секулић, Г, Димовић, Д., Јовић, З., Тодоровић, Н. (2012). *Процена рањивости на климатске промене – Србија*. Београд: WWF (Светски фонд за природу) и Центар за унапређење животне средине.
- Simpson, M.C., Gössling, S., Scott, D., Hall, C.M., Gladin, E. (2008). *Climate Change Adaptation and Mitigation in the Tourism Sector: Frameworks, Tools and Practices*. UNEP, University of Oxford, UNWTO, WMO: Paris, France.
- *Стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара*. (2012). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 33/2012.

- UNEP, WTO. (2005). *Making Tourism More Sustainable - A Guide for Policy Makers*. Paris: United Nations Environment Programme, Madrid: World Tourism Organization.
- United Nations. (1992). *Agenda 21*. New York: United Nations.
- United Nations. (1992). *Rio declaration on environment and development*. New York: United Nations.
- United Nations. (1992). *United Nations framework convention on climate change*. New York: United Nations.
- United Nations. (1998). *Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change*. New York: United Nations.
- United Nations. (2012). *The future we want*. New York: United Nations.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2014). *The World Population Situation in 2014, A Concise Report*. New York: United Nations.
- United Nations Human Settlements Programme - UN Habitat. (2006). *State of the World's Cities Report (2006/2007), 30 Years of Shaping the Habitat Agenda*. United Nations Human Settlements Programme - UN Habitat.
- Weaver, D. (2006). *Sustainable Tourism*. Oxford: Elsevier.
- World Travel & Tourism Council. (2012). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, Europe*. London: World Travel & Tourism Council.
- World Travel & Tourism Council. (2012). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, European Union*. London: World Travel & Tourism Council.
- World Travel & Tourism Council. (2012). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, Serbia*. London: World Travel & Tourism Council.
- World Travel & Tourism Council. (2012). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, World*. London: World Travel & Tourism Council.
- WTO, UNEP, WMO, (2008). *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges*. Madrid: WTO, Paris: UNEP.

Друга група истраживања пружа увид у дефиницију одрживог развоја и основне карактеристике одрживе архитектуре. Разматрана су два приступа одрживом пројектовању: први базиран на традиционалним и други на савременим технологијама, а узети су у обзир основни принципи биоклиматског пројектовања и пројектовања енергетски ефикасних објеката. Ова група литературе односи се на циљеве Европске уније по питању енергетске ефикасности, стање у Србији, пројектовање и експлоатацију хотела са становишта потрошње енергије и начине за њено смањење, те праксама које светски ланци хотела примењују у својим објектима. Ова група информација потиче из следеће литературе:

- Accor Hospitality. (nd). *Sustainable Development: International Guidelines - Construction & Refurbishment*. Paris: Accor Hospitality.
- Aldawoud, A., Clark, R. (2008). Comparative analysis of energy performance between courtyard and atrium in buildings. *Energy and Buildings*, 40 (3), 209–214.
- Aldawoud, A. (2013). The influence of the atrium geometry on the building energy performance. *Energy and Buildings*, 57 (2), 1-5.
- Alvarez Gil, M., Burgos Jiménez, J., Céspedes Lorente, J. (2001). An analysis of Environmental Management, organizational context and performance of Spanish hotels. *The International Journal of Management Science*, 29, 457-471.
- ASHRAE. (1999). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ANSI/ASHRAE Standard 62-1999. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2004a). Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2004b). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2009). 2009 ASHRAE Handbook of Fundamentals. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

- ASHRAE. (2010). Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. ANSI/ ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2011). 2011 ASHRAE HVAC Applications Handbook. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Bohdanowicz, P. (2003). *A study of environmental impacts, environmental awareness and pro/ecological initiatives in the hotel industry*. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Bohdanowicz, P. (2005). European Hoteliers: environmental attitudes, greening the business, *Cornell Hospitality Quaterly*, 46 (2), 188-204.
- Bohdanowicz, P. (2006). Responsible resource management in hotels – attitudes, indicators, tools and strategies. Doktorska disertacija. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Bohdanowicz, P., Churie-Kallhauge, A., Martinac, I. (2001). Energy efficiency and conservation in hotels – towards sustainable tourism. U Proceedings of the 4th International Symposium on Asia Pacific Architecture. Hawaii: University of Hawai'i at Manoa.
- Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit. (2007). *Architecture in Tourism. Analysis of the interaction between architecture and tourism*. Wien: Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit.
- Chartered Institution of Building Services Engineers. (2001). *CIBSE Guide B: Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration*. London: Chartered Institution of Building Services Engineers.
- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings - EPBD. (2010). *Official Journal of the European Union*, 153, 13-35.
- Енергопројект Ентел. (2008). Стратегија развоја енергетике града Београда. Београд: Градска управа, Секретаријат за комуналне и стамбене послове, Управа за енергетику.

- Гбурчик П., (ур.) (2004). Студија енергетског потенцијала Србије за коришћење сунчевог зрачења и енергије ветра. Београд: Институт за мултидисциплинарна истраживања.
- Генерални урбанистички план Београда до 2021. године. (2003). Београд: Урбанистички завод.
- Golic, K., Kosoric, V., Krstic-Furundzic, A. (2011). General model of solar water heating system integration in residential building refurbishment - Potential energy savings and environmental impact. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 15 (3), 1533-1544.
- Hotel Energy Solutions. (2011). *Analysis on energy use by European hotels: online survey and desk research*. Hotel Energy Solutions project publications.
- Hotel Energy Solutions. (2011). *Energy efficiency and renewable energy applications in the hotel sector*. Hotel Energy Solutions project publications.
- Институт за стандардизацију Србије. (2010). *Стандард SRPS EN ISO 13790:2010 Енергетске перформансе зграда – Прорачун енергије која се користи за грејање и хлађење простора*. (2010). Београд: Институт за стандардизацију Србије.
- International Union of Architects. (2009). *Copenhagen declaration: Sustainable by design*. Paris: International Union of Architects.
- Косорић, В. (2010). Примена топлотних пријемника сунчеве енергије у циљу унапређења енергетских перформанси зграда у Београду. Докторска дисертација. Београд: Архитектонски факултет.
- Krstić, A. (1997). Design and energy performances of greenhouses located in attics. U *Proceedings 4th International PLEA '97: Bioclimatic Design in Cold Climates* (57-62). Kushiro: Architectural Institute of Japan.
- Крстић, А. (1998). Застакљења као функционални елементи омотача енергетски ефикасних зграда. У *Зборник међународне конференције Алтернативни извори енергије и будућност њихове примене у Југославији* (109-114). Подгорица: Црногорска Академија наука и умјетности.

- Крстић, А. (1999). Еколошки приступ у изградњи нових и обнови постојећих стамбених градских зона. У Бајић-Брковић, М. (ур.), *Одрживост и град* (31-39). Београд: Архитектонски факултет.
- Krstić-Furundžić, A. (2012). Energy efficiency. U Di Giulio, R. (ur.), *Suburbanscapes, COST Action TU0701* (31-36). Florence, Italy: Universita di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Alinea Editrice.
- Krstić-Furundžić, A., Kosić, T. (2012). Assessment of the scenarios of an office building in terms of energy and environmental sustainability. U Olabi A. G., Benyounis, K.Y. (ur.), *Environment & Clean Technologies, Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Energy&Environmental Protection-SEEP 2012, Part II* (79-84). Dublin: Dublin City University, School of Mechanical & Manufacturing Engineering.
- Krstić-Furundžić, A., Kosić, T. (2011). Analysis of energy efficiency of the office building in downtown of Belgrade. U Yigiteanlar, T., Fachinelli, A. C. (ur.), *Proceedings of the 4th Knowledge Cities World Summit-KCWS 2011* (209-220). Bento Goncalves: The World Capital Institute and Ibero-American Community for Knowledge Cities.
- Krstić-Furundžić A., Kosorić V. (2009). Improvement of energy performances of existing buildings by application of solar thermal systems. *Spatium International Review*, 20, 19-22.
- Maksin, M., Pucar, M., Milijić, S., Korać, M. (2011). *Održivi razvoj turizma u Evropskoj uniji i Srbiji*. Београд: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Ministere de l'ecologie, de l'energie, du developpement durable et de la mer. (2009). *Le Grenelle Environnement: Ecology, Energy, Sustainable Development & the Sea*. Paris: Ministere de l'ecologie, de l'energie, du developpement durable et de la mer.
- Norton, J. (1999). Sustainable architecture: a definition. *Habitat debate - construction and architecture*, 5 (2), 60.

- Petrović, S., Pucar, M. (2011). Energy Certification Experience and Requirements in Republika Srpska. U *The Proceedings of the 42nd Congress on HVAC&R* (230-239). Beograd: SMEITS I KGH Srbije.
- Pike Research. (2011). Energy Efficient Buildings: Europe. Boulder: PIKE Research LLC.
- *Правилник о енергетској ефикасности зграда*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- *Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- Пуцар, М. (1999). *Параметри планирања и пројектовања застакљеног простора као елемента биоклиматске архитектуре*. Докторска дисертација. Београд: Архитектонски факултет.
- Пуцар, М. (2006). *Биоклиматска архитектура: застакљени простори и пасивни соларни системи*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Pucar, M. (2007). Principles of Ecological and Energy Efficient Urban Planning and Application of Renewable Energy Sources – Present Conditions and Possibilities. U International Scientific Conference: „Sustainable Spatial Development of Towns and Cities”, Thematic Conference Proceedings - Volume 1 (247-278). Belgrade: Institute of architecture and urban & spatial planning of Serbia.
- Pucar, M. (2008). Contemporary Concept in Planning, Designing and Construction of Bioclimatic and Energy-Efficient Buildings. U *Savremena građevinska praksa* (201-227). Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka i Društvo građevinskih inženjera Novog Sada.
- Пуцар, М., Јосимовић, Б. (ур.). (2009). *Одрживи развој бањских и туристичких насеља у Србији*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.

- Pucar, M., Marić, I. (1998). The bioclimatic hotel in the spa of Kanjiža. *Spatium International Review*, 4, 41-45. ISSN 1450-569X
- Pucar, M., Marić, I. (1999). The Use of Bioclimatic Principles and Geothermal Energy Sources in Designing the Hotel „Ana”. U The 16th International Conference on Passive and Low Energy Architecture (893-898). Brizbejn: PLEA.
- Пуцар, М., Марић, И. (2002). Коришћење биоклиматских принципа и геотермалних извора енергије у пројекту хотела "Ана" у бањи Кањижи. У *II научни скуп: Алтернативни извори енергије и будућност њихове примјене у земљи* (53-60), 7 (58), ISBN 86-7215-123-2
- Pucar, M., Nenković, M., Marić, I. (2008). Могућност коришћења обновљивих извора енергије у банјским подручјима Србије. U *Savremene tehnologije za održivi razvoj gradova* (31-41). Ванја Лука.
- Пуцар, М., Ненковић-Ризнић, М., Јосимовић, Б. (2009). Могућности примене ОИЕ и ЕЕ у туристичким насељима Србије. У Пуцар, М., Јосимовић, Б. (ур.), *Одрживи развој бањских и туристичких насеља у Србији* (203-236). Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1994). *Биоклиматско планирање и пројектовање: урбанистички параметри*. Београд: Завет.
- Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1998). Биоклиматске карактеристике неких историјских насеља у Србији и Црној Гори. *Архитектура и урбанизам*, 4, 17-24.
- Ray, S., Gong, N., Glicksman, L., Paradiso, J. (2014). Experimental characterization of full-scale naturally ventilated atrium and validation of CFD simulations. *Energy and Buildings*, 69 (2), 285–291.
- Reckangel, H., Sprenger, E., Schramek, E.R., Љерковић, З. (2004). *Grejanje i klimatizacija 05/06*. Врњајска Ванја: Interklima.
- Републички завод за статистику. (2012). *Саопштење УТ10: Туристички промет у Републици Србији - октобар 2012*, број 321 - год. LXII, 30.11.2012. Београд: Републички завод за статистику.



- Rundle, C.A., Lightstone, M.A., Oosthuizen, P., Karava, P., Mouriki, E. (2011). Validation of computational fluid dynamics simulations for atria geometries. *Building and Environment*, 46 (7), 1343-1353.
- *Стратегија развоја туризма града Београда*. (2008). Београд: Институт економских наука.
- United Nations Environment Programme. (2012). *Moving towards a climate neutral UN: The UN system's footprint and efforts to reduce it*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on environment and development: Our common future*. New York: United Nations.
- Vujošević, M. (2012). About sustainable architecture – a definition. *Protection and restoration of the environment proceedings*. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki.
- Wang, L., Wong, N. H. (2009). Coupled simulations for naturally ventilated rooms between building simulation (BS) and computational fluid dynamics (CFD) for better prediction of indoor thermal environment. *Building and Environment*, 44 (1), 95-112.
- Закон о планирању и изградњи. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 24/2011.
- Zanki-Alujević, V., Galaso, I. (2005). Analysis of sustainable HVAC system in tourism facilities on the Adriatic coast. *Thermal Science*, 9 (3), 53-67.
- Zisko-Aksamija, A., Whalley, L. (2007). Sustainable architecture: social, cultural and technological aspects in reconstruction of war-torn societies. U *Rebuilding sustainable communities in Iraq: Policies, programs and projects* (161-180). Boston: University of Massachusetts.

Трећа група истраживања бави се хотелима – објектима који су најмање истражени са енергетског аспекта, у оквиру чега се очекује извесни допринос докторске дисертације. Разматрају се објекти атријумског типа. О хотелима се детаљније на нашем поднебљу бавио Бао Зхи Фанг (*Bao Zhi Fang*), чији су магистарски рад *Функционални захтеви туристичким објектима и унутрашња*

функционална анализа хотелског објекта са аспекта просторног коришћења (1982) и докторска дисертација *Хотелска соба – могући видови формирања* (1983) одбрањени на Архитектонском факултету у Београду. Он је, такође, аутор књиге *Изградња туристичких објеката у Југославији* (1983). Осим њега, проф. Дејан Настић је издао веома користан приручник за пројектовање хотела под називом *Објекти стандарда II: туристички објекти* (1979), на Архитектонском факултету у Београду, катедра за архитектонску организацију простора. Трећа група информација потиче из следеће литературе:

- Бао Зхи Фанг. (1982). *Функционални захтеви туристичким објектима и унутрашња функционална анализа хотелског објекта са аспекта просторног коришћења*. Магистарски рад. Београд: Архитектонски факултет.
- Бао Зхи Фанг. (1983). *Изградња туристичких објеката у Југославији*. Београд: Архитектонски факултет.
- Baud-Bovy, M., Lawson, F. R. (2002). *Tourism and recreation: handbook of planning and design*. Oxford: Architectural Press.
- Дабић, Д. (2009). Туристичко рангирање бања у Србији. У Пуцар, М., Спасић, Н. (ур.), *Неки аспекти одрживог просторног развоја Србије* (55-75). Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Deng, S., Burnett, J. (2000). A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong. *Energy and Buildings*, 31 (1), 7-12.
- Deru M., Field, K., Studer, D., Benne, K., Griffith, B., Torcellini, P., ..., Crawley, D. (2011). U.S. Department of Energy Commercial Reference Building Models of the National Building Stock: Technical Report. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- Huang, J., Akbari, H., Rainer, L., Ritschard, R. (1991). 481 Prototypical Commercial Buildings for 20 Urban Market Areas. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Jiang, W., Jarnagin, R., Gowri, K., McBride, M., Liu, B. (2008). Technical Support Document: The Development of the Advanced Energy Design Guide

- for Highway Lodging Buildings. Richland: Pacific Northwest National Laboratory.
- Karagiorgas, M., Tsoutsos, T., Moia-Pol, A. (2007). A simulation of the energy consumption monitoring in Mediterranean hotels: Application in Greece. *Energy and Buildings*, 39 (4), 416-426.
  - Настић, Д. (1979). *Објекти стандарда II: Туристички објекти*. Београд: Архитектонски факултет.
  - Пуцар, М., Спасић, Н. (ур.). (2009). *Неки аспекти одрживог просторног развоја Србије*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
  - Радовић, Г. (2007). *Туристичко-угоститељски објекти: принципи пројектовања хотела и ресторана*. Подгорица: Архитектонски факултет.
  - Радовић, Р. (1977). *Физичке структуре*. Београд: Архитектонски факултет.
  - Saxena, A . (2008). *New Trends in Tourism and Hotel Industry*. Delhi, India: Navyug Publishers & Distributors.
  - Shi-Ming, D., Burnett, J. (2000). A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong, *Energy and Buildings*, 31, 7-12.
  - *Закон о туризму*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 36/2009, 88/2010 и 99/2011.

Сазнања из области операционих истраживања су, као посебна научна дисциплина, употребљена у овој тези ради комплетнијег сагледавања проблема вишекритеријумског одлучивања приликом одабира најповољније алтернативе међу предложеним моделима енергетски ефикасних хотелских објеката у Београду. Иако се скоро сваки савремени проблем посматра на основу више критеријума или атрибута, због чега постоје веома разрађене методе за примену у најразличитијим ситуацијама одлучивања, у архитектонској пракси то није чест случај. Нема много радова објављених на тему примене техника операционих истраживања, као што је вишекритеријумска анализа, у архитектури, иако се веома широко користе при проценама одрживости и погодне су за поређење пројектантских алтернатива по више критеријума. Неки од радова на ту тему обухватају следеће изворе:

- Balali, V., Zahraie, B., Roozbahani, A. (2014). A Comparison of AHP and PROMETHEE Family Decision Making Methods for Selection of Building Structural System. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2 (5), 149-159.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200 (1), 198–215.
- Brans, P. (1982). *L'ingénierie de la décision: élaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE*. Québec: Presses de l'Université Laval.
- Brans, J. P., Mareschal, V. B. (2003). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24 (2), 228-238.
- Brans, J. P., Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision making). *Management Sciences*, 31, 647-656.
- Чупић, М., Сукновић, М. (2008). Одлучивање. Београд: Факултет организационих наука.
- Emir, O., Saraçlı, S. (2014). Determination of the thermal hotel location: application of analytic hierarchy process. *Tourism and Hospitality Management*, 20 (1), 71-83.
- García-Lapresta, J.L., Martínez-Panero, M., Meneses, L.C. (2009). Defining the Borda Count in a Linguistic Decision Making Context. *Information Sciences*, 179, 2309-2316.
- Крчевинац, С., Чангаловић, М., Ковачевић-Вујчић, В., Мартић, М., Вујошевић, М. (2004). Операциона истраживања. Београд: Факултет организационих наука.
- Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., Verbeke, A. (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis:

- Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 153 (2), 307-317.
- Pusnik, M., Sucic, B., Urbancic, A., Merse, S. (2012). Role of the national energy system modeling in the process of the policy development. *Thermal Science*, 16 (3), 703-715.
  - Reilly, B. (2002). Social Choice in the South Seas: Electoral Innovation and the Borda Count in the Pacific Island Countries. *International Political Science Review*, 23 (4), 355–372.
  - Stevović, S., Milovanović, Z., Milajić, A. (2010). New methodological approach in techno-economic and environmental optimization of sustainable energy production. *Thermal Science*, 14 (3), 809-819.

### **Критички осврт на досадашња истраживања**

Проблем уштеде енергије, као и питање квалитета животне средине, представљају предмет многих истраживања широм света. Данас се у развијеним земљама изузетно велика пажња посвећује питању енергетске ефикасности зграда, па самим тим и могућностима за уштеду енергије интензивирањем употребе обновљивих извора енергије, као што је нпр. топлотна енергија сунца. Здрав живот представља приоритет савременог доба, због чега квалитет унутрашњег комфора представља веома важан циљ сваке инвестиције у грађевинарству.

У нашој земљи, као и у осталим земљама у развоју, овој теми се не поклања онолико пажње колико би требало. Не постоји довољно писаних информација заснованих на савременим светским искуствима, које се баве проблематиком енергетске оптимизације хотелских објеката. Утицај комбиноване употребе обновљивих и конвенционалних извора енергије, нарочито у области туристичких и угоститељских објеката, као и утицај специфичних техничких елемената омотача на побољшање енергетске ефикасности ових објеката у климатским условима Београда, још увек нису довољно истражени.

Постоји јасна потреба за применом нумеричких симулација у циљу предочавања утицаја архитектонског решења на енергетску ефикасност хотелског објекта и квалитет унутрашњег комфора у њима. Суштински је важно познавати кретања у области архитектонског инжењерства у развијеним земљама и приближити их домаћој стручној јавности. Из тог разлога су за ово истраживање значајна светска искуства из ове области. Ово истраживање испитује допринос коришћења обновљивих извора енергије, посебно сунчеве енергије, како у погледу енергетских уштеда, тако и у погледу унапређења комфора боравка у унутрашњем простору. Главни акценат је на истраживању утицаја стакленика код хотела атријумског типа на енергетску ефикасност целог објекта, као и на формирању оптималног модела хотелског објекта са атријумом за подручје Београда, посматрано са енергетског аспекта. Дата решења посматрају се у циљу њихове примене у поступку пројектовања нових, као и реконструкције постојећих хотелских објеката.

### **Обухват истраживања**

Предложена тема последица је проблема и трендова који су у овом тренутку актуелни како у свету, тако и у Србији. Они обухватају климатске промене, одрживост, енергетску ефикасност, развој одрживог туризма, а тиме и хотелских објеката, као и правни оквир који их регулише. Предмет истраживања односи се на пројектовање енергетски ефикасних објеката и употребу обновљивих извора енергије као основних полазишта у процесу пројектовања хотелских објеката.

Предметно истраживање обухвата област архитектонског пројектовања и материјализације објеката, као и проблематику топлотног комфора у зградама. У том смислу анализирају се атријумски типови хотелских објеката за климатске услове Београда. Интегралним приступом кроз нумеричке симулације које обухватају климатске податке за подручје Београда, као и параметре потребног топлотног комфора, одређује се оптималан модел хотелског објекта атријумског типа за ово подручје.

## Основни циљеви и задаци истраживања

Овај рад представља полазиште у испитивању физичке структуре хотела, чији је циљ да дефинише моделе енергетски ефикасних хотелских објеката са застакљеним атријумом у климатским условима Београда и да формира основу за даља истраживања. Овим истраживањем испитују се могућности унапређења физичке структуре хотела кроз анализу енергетских перформанси креираних модела и алтернатива, која је кључна за достизање урбаних форми прихватљивих у погледу захтева за енергетском ефикасношћу и очувањем животне средине.

На основу претходно изнетог, циљеви овог истраживања су:

- Прикупљање информација о утицајима хотелских објеката на потрошњу енергије и животну средину;
- Дефинисање преферентних модела хотелских објеката атријумског типа за климатске услове Београда;
- Испитивање утицаја атријума на енергетска својства хотелског објекта и формирање препорука за даљи рад.

На основу дефинисаних циљева, проистичу основни задаци овог истраживања:

- Идентификација негативног утицаја које хотели имају на животну средину са аспеката потрошње енергије и емисије угљен-диоксида;
- Идентификација и анализа кључних параметара релевантних за пројектовање и интеграцију енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа у градско ткиво Београда, као што су анализа позиције атријума, оријентација објекта, материјализација, климатске карактеристике Београда, и слично;
- Нумеричке симулације као неопходан алат у поступку енергетске оптимизације атријумских хотелских објеката, као саставни део интегралног пројектантског процеса;

- Анализа и валоризација модела хотелских објеката атријумског типа са аспекта енергетских перформанси, упоредна анализа резултата и сагледавање доприноса;
- Анализа посебних проблема везаних за прегревање хотела атријумског типа у летњем периоду у Београду;
- Систематизација резултата кључних за формирање препорука за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа.

### **Научна оправданост дисертације, очекивани резултати и њихова примена**

*Научна оправданост* овог истраживања је образложена чињеницом да енергетски аспект хотелских објеката атријумског типа није до сада био предмет научног истраживања у доступним изворима како код нас, тако и у свету, иако су и енергетска ефикасност и хотелијерство веома атрактивне теме данашњице. Овим се истраживањем оне повезују, и у том смислу се за хотеле иницира интегрално планирање и пројектовање који, у последње време, повећањем разних захтева за објекте, представљају мултидисциплинарне стваралачке процесе.

*Допринос* овог истраживања је да покаже колико се одређеним пројектантским методама може допринети енергетској уштеди хотелских објеката, као и да покаже да се хотелским објектом атријумског типа доприноси смањењу енергетске потрошње у климатским условима Београда. Допринос се огледа у формирању методологије пројектовања енергетски ефикасних хотела уз узимање у обзир њихове енергетске оптимизације. По први пут се на једном месту обједињују сви код нас доступни извори који третирају проблематику пројектовања хотела, нарочито са аспекта утицаја на животну средину, као и улогу хотела у тој целокупној слици. Први пут се хотели класификују према архитектонским, а не само према угоститељским критеријумима, што даје специфичан типолошки опсег избора могућности при њиховом пројектовању. Такође, приказују се резултати свеобухватног истраживања интеракције хотела са животном средином и у том смислу везе са остварењем енергетске оптимизације.



Допринос истраживања огледа се у формирању референтних модела хотелских објеката атријумског типа и нумеричким симулацијама њихових енергетских перформанси за климатске услове Београда, на основу чега се креирају препоруке за даље пројектовање. Допринос овог истраживања је да покаже на који начин и којим мерама је могуће остварити допринос у погледу енергетске ефикасности хотела атријумског типа, што се показује кроз анализе енергетских перформанси различитих пројектантских алтернатива и оријентације објеката.

*Очекивани резултати* овог истраживања су:

- Методологија и препоруке за енергетску оптимизацију и пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката;
- Типологија хотелских објеката атријумског типа са енергетског аспекта и аспекта примене пасивних система коришћења енергије сунца;
- Допринос атријума енергетским добицима и губицима код хотела атријумског типа у београдским климатским условима;
- Увид у термичке перформансе атријума код хотела у летњем периоду и смернице за превазилажење проблема прегревања;
- Операционализација знања – стављање у функцију пројектовања.

*Практична примена* резултата овог истраживања очекује се при пројектовању најпре хотелских објеката атријумског типа, а затим и објеката сличних физичких карактеристика и режима коришћења. С обзиром на то да резултати истраживања директно зависе од климатских карактеристика локације, ово истраживање је меродавно за објекте који се налазе на локацијама климатски сличним подручју Београда. Ово истраживање првенствено може имати значаја при пројектовању нових објеката, али се може применити и при обимнијој реконструкцији постојећих хотелских објеката, код којих би се фирмирао стакленик на неком делу објекта. Примена добијених резултата се очекује како у науци - као полазиште за даља истраживања на сличну тему, тако и у привреди - код пројектаната као полазни параметар приликом пројектовања хотелских објеката, код произвођача грађевинских материјала, извођача радова и хотелијера, јер указује на извесне могућности одговорног понашања према животној средини када је градња енергетски ефикасних објеката у питању.

## Полазне хипотезе истраживања

У складу са изнетим предметом, проблемима и циљевима истраживања, дефинисане су следеће хипотезе:

**Хипотеза 1:** *Могуће је успоставити методолошки поступак у пројектантској фази који омогућава креирање оптималних решења хотелских објеката за београдске климатске услове у погледу остварења ниских енергетских потреба за грејањем и хлађењем, чиме се смањује и емисија угљен-диоксида – главног узрочника загађења животне средине.*

Предметно истраживање представља методологију за енергетску оптимизацију хотелских објеката у климатским условима Београда што је показано кроз дефинисање референтних модела хотела са атријумом. Ова претпоставка се доказује формирањем оптималног модела одабраног типа хотелског објекта (хотел са атријумом) на подручју Београда, који би својим физичким карактеристикама, (формом, материјализацијом, оријентацијом и сл.) омогућио одговарајући топлотни комфор боравка уз што мањи утрошак енергије за темперирање простора.

**Хипотеза 2:** *Енергетска ефикасност хотела атријумског типа зависи од модела атријума, као и његове оријентације, начина обраде омотача и контроле система природне вентилације.*

У климатским условима Београда се различитим моделима атријума, као пасивним соларним пријемницима сунчеве енергије, остварује различити допринос комфору боравка, уштеди енергије за темперирање објекта, а тиме и смањењу загађења животне средине. Постављање атријума као стакленика представља пасивну меру којом је могуће постићи смањење потрошње енергије за темперирање простора, било тиме што формирају тампон зону и омогућавају топлотне добитке у зимском периоду, или што иницирају природно проветравање и хлађење у летњем периоду. Стакленик може допринети топлотним добицима и природном темперирању простора уз одређену контролу материјализације, постављање различитих система сенила и правилном оријентацијом фасаде, те контролом система природне вентилације у атријуму.

## Програм истраживања - материјал и научне методе истраживања

У овом истраживању примењује се више метода. Следећим научним методама решиће се постављени научни проблем истраживања, доказаће се постављене научне хипотезе и остварити циљеви истраживања.

На почетку се формулише проблем, циљеви и задаци истраживања и интерпретирају се основни теоријски појмови који су од значаја за истраживање. Анализира се садржај доступних претходних научних истраживања, извора и литературе о хотелима, утицају хотелских објеката на животну средину и смерницама за постизање „зелених“ хотела; прикупљени подаци се обрађују и систематишу. На основу изложеног, врши се типолошко истраживање са циљем дефинисања типологије градских хотела и хотела са атријумом.

Како би се провериле хипотезе обавља се експериментални део истраживања. Експерименталном методом, методом моделовања и применом нумеричких симулација врше се квантитативне анализе потрошње енергије хипотетичких модела хотелских објеката са атријумом. Најпре се приступа дефинисању модела на којима ће се вршити анализа. За анализу се узимају хипотетички модели хотела атријумског типа. Београдски хотелски фонд је веома мали, а хотели су углавном ограничени у погледу форме на компактни блок тип. С обзиром на то да постојеће стање не пружа добру подлогу за анализу различитих типова, одлучено је да се анализа врши на хипотетичким моделима хотела, произашлим из извршене типологије градских хотела и хотела атријумског типа.

Метода енергетске симулације спроводи се компјутерским софтвером *EnergyPlus* намењеним за прорачун енергетских перформанси објеката, који се заснива на законима математике, механике флуида и архитектонске физике. Разлог за коришћење симулације је потреба за анализом ситуација које постоје у реалном свету, али не и у Београду, као и за разумевањем механизма догађаја у комплексним ситуацијама реалних процеса. На основу апстрахованог модела зграде и задатих климатских карактеристика, програм врши мерење одређених параметара и предвиђа понашање објекта што приближније реалном стању. Динамички модел – модел континуалног времена демонстрира процес, односно

појаву током одређеног временског периода, у овом случају током целе године. На тај начин се, још у концептуалној фази пројектовања, анализирају енергетске карактеристике објекта и по потреби се приступа измени потребних параметара. Суштина је варирати извесне параметре код одређеног модела и посматрати како се мењају показатељи енергетске потрошње и емисије угљен-диоксида.

Студијом појединачних хипотетичких модела хотела са атријумом и упоредном методом - упоредном анализом резултата нумеричких симулација енергетских перформанси, долази се до закључака који параметри значајно, а који мање утичу на енергетске перформансе зграде. У првом кораку врши се упоредна анализа модела по једном од критеријума у оквиру потребне енергије за климатизацију простора. Затим се спроводи вишекритеријумска анализа и рангирање модела према дефинисаним критеријумима који обухватају факторе енергије и облика. Вишекритеријумска анализа врши се *PROMETHEE II* методом за рангирање модела по сваком од критеријума, а на основу поткритеријума. Коначно рангирање модела по свим критеријумима врши се *Borda* методом. У другом кораку креирају се алтернативе за побољшање енергетских карактеристика модела и сагледавање утицаја оријентације и присуства климатизације атријума. Алтернативе се међусобно пореде према критеријуму потребне енергије за климатизацију.

Након синтезе претходно прикупљених података и добијених резултата анализа, установљавају се основни принципи и закључци и дефинишу се препоруке за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа у климатским условима Београда.

## **Преглед садржаја рада**

Рад је подељен у четири поглавља.

Прво поглавље резултат је теоријског истраживања о узроцима и поводима за истраживање предложене теме. Описују се и тумаче чињенице које доводе до

бољег разумевања значаја предмета истраживања. Говори се о туризму, као једном од водећих сектора светске привреде и поводу за ово истраживање. Представља се значај утицаја туризма на животну средину и на формирање свести о имплементацији принципа одрживости у туризам и туристичке објекте. Разматра се концепт одрживог туризма у Србији. Даје се приказ стања у хотелском сектору Београда и потенцијал за његов развој.

У другом поглављу третира се проблематика хотелских објеката, њихов утицај на животну средину и потрошњу енергије, и даје се типологија градских хотелских објеката. Уводи се појам хотела атријумског типа и даје се пример једног таквог хотела. Приказују се концепти за остварење енергетске ефикасности у хотелским објектима, системи за сертификацију енергетски ефикасних објеката и корпоративна одговорност великих хотелских ланаца према животној средини.

У трећем поглављу креирају се модели градског хотела атријумског типа и спроводе се анализе њихових енергетских перформанси на основу дефинисаних критеријума. Креира се пет модела за анализу, од чега четири модела представљају хотели са атријумом, а пети модел је без атријума. Даје се опис параметара који утичу на нумеричку симулацију енергетских перформанси модела, као што су климатски услови, физичке карактеристике објеката, топлотно оптерећење и режим коришћења простора.

У четвртном поглављу пореде се резултати енергетске симулације изабраних модела и њихових алтернатива према критеријумима потребне енергије за климатизацију, као и према топлотним добицима и губицима. Такође се врши мултикритеријумска анализа резултата симулација на основу више одабраних критеријума истовремено. Дају се предлози за унапређење енергетских карактеристика модела и анализирају се доприноси предложених мера. Закључци анализа и препоруке за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа приказују се у дискусији на крају овог поглавља.

У Закључку даје се приказ резултата истраживања, потврђују постављене хипотезе, образлаже применљивост постигнутих резултата и указује на правце даљих истраживања.

## 1. РЕФЕРЕНТНИ ОКВИР УТИЦАЈА НА ОБЈЕКТЕ ТУРИЗМА

Туризам је један од најперспективнијих покретача светске привреде. Домет овог сектора чини га веома важним из перспективе глобалних ресурса, због чега и мале промене могу имати велике утицаје. Према дефиницији Светске туристичке организације (*United Nations World Tourism Organisation - UNWTO*), туризам се односи на активности особа које путују и бораве ван уобичајеног места боравка не дуже од једне узастопне године, због разоноде, посла или друге сврхе.

Посебно је наглашен развој туризма у другој половини 20. века, који је текао у складу са општим променама у поимању развоја. Економски раст и развој, коме одговара концепт масовног индустријског туризма, поред позитивних економских средњорочних ефеката, производио је дугорочне негативне просторне и социјалне ефекте. Према Maksin, Pucar *et al.* (2011), ти ефекти су имали „повратан утицај на смањење квалитета туристичке понуде и пад тражње за туристичким дестинацијама с деградираним простором, природним и културним ресурсима и животном средином и нарушеним социокултурним вредностима и обележјима локалних заједница“ (стр. 10). Стога се концепт масовног туризма трансформисао у одрживи, уравнотежени развој туризма који подразумева минимизирање негативних и максимизирање позитивних утицаја туризма на окружење и расположиве ресурсе.

Према подацима Светске туристичке организације, укупан инострани туристички промет у свету 2010. године износио је једну милијарду туриста, до 2020. године ће достићи 1,6 милијарди, док 2,3 милијарде туриста остаје у својим земљама. Туризам је показао и изузетну прилагодљивост у време кризе и његов раст се наставља. „Као извозна категорија у светским размерама туризам је заступљен са 83% и главни је извор девизних зарада у 38% земаља света“ (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 182). Сектор туризма запошљава око 250 милиона људи широм света и остварује 11% светског бруто производа. На првом месту по оствареном

туристичком промету је Европа са 57,8%, у којој ће се до 2020. године број туриста удвостручити (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 182).

Као и све привредне гране, туризам може имати негативне еколошке, економске и друштвене утицаје. Ови утицаји углавном су повезани са изградњом и управљањем инфраструктуром као што су путеви, саобраћајни и туристички објекти, голф терени, марине и сл. Проток туриста широм света оптерећује и загађује животну средину. Лоше организован туризам може вршити огроман притисак на простор и довести до ерозије тла, повећане загађености ваздуха, слатководних ресурса, земљишта и мора, до губитка природног станишта, повећаног притиска на угрожене врсте и повећану рањивост од шумских пожара. Коначно, емисија угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>) која се односи посебно на ваздушни саобраћај, представља велики проблем у смислу одрживости, посебно код удаљених дестинација.

Са друге стране, туризам има потенцијал да допринесе заштити животне средине и да прошири свест о еколошким проблемима на планети. Велики утицај који туризам има на простор пружа могућности за примену принципа одрживости у туризму, пре свега биоклиматског и енергетски ефикасног пројектовања и употребу обновљивих извора енергије.

Одрживи туризам се дефинише као туризам који у потпуности узима у обзир садашње и будуће економске, друштвене и еколошке утицаје, задовољавајући потребе посетилаца, привреде, животне средине и локалне заједнице (UNEP, UNWTO, 2005). Развојне смернице и начини управљања одрживим туризмом су примењиве за све облике туризма у свим типовима дестинација. Принципи одрживости односе се на еколошке, економске и социо-културне аспекте развоја туризма, а одговарајућа равнотежа мора бити успостављена између ове три димензије да би се гарантовала дугорочна одрживост. Дакле, одрживи туризам треба да:

- обезбеди оптимално коришћење природних ресурса који представљају кључни елемент у развоју туризма, одржавајући битне еколошке процесе и помажући очувању природне баштине и биодиверзитета,

- поштује социо-културну аутентичност заједнице домаћина, чува њихово изграђено и животно културно наслеђе и традиционалне вредности, као и да допринесе интеркултуралном разумевању и толеранцији,
- обезбеди одрживе, дугорочне економске активности, пружи друштвено-економску корист свим актерима који су правично дистрибуирани, укључујући стабилно запослење и могућности зараде и социјалних услуга за заједнице домаћина и допринос ублажавању сиромаштва. (*UNEP, UNWTO, 2005, стр. 11*).

Одрживи развој туризма захтева информисано учешће свих релевантних актера, као и снажно политичко руковођење да би се остварила међусобна сарадња. Постизање одрживог туризма је континуирани процес и захтева стално праћење утицаја и увођење неопходних превентивних и корективних мера. Кључни изазови за остваривање одрживог развоја туризма су управљање динамичним растом, климатске промене, смањење сиромаштва и подршка заштити наслеђа. Очекивани раст туризма у наредних 15 до 20 година донеће значајне притиске на све ресурсе на којима се развој туризма заснива. Одрживи туризам би требало да одржава висок ниво туристичке сатисфакције и обезбеђује значајно искуство туристима, подижући им свест о питањима одрживости и промовишући им праксу одрживог туризма (*UNEP, UNWTO, 2005, стр. 12*).

Један од видова одрживог туризма, еко-туризам, представља еколошки одговорно путовање и посету очуваним природним подручјима уз низак негативан утицај посетилаца на животну средину и користан утицај на локално становништво. Дестинација еко-туризма обично је незагађена природна област, њене атракције су флора и фауна, као и читав биодиверзитет. Еко-туризам треба да подржи локалну економију и аутохтону атмосферу, да допринесе очувању животне средине и промовисању очувања природе. Концепт одрживог развоја треба да се примењује на свим облицима туризма, па тако и на еко-туризму. Ако су принципи одрживости примењени, онда се туризам може назвати одрживим.

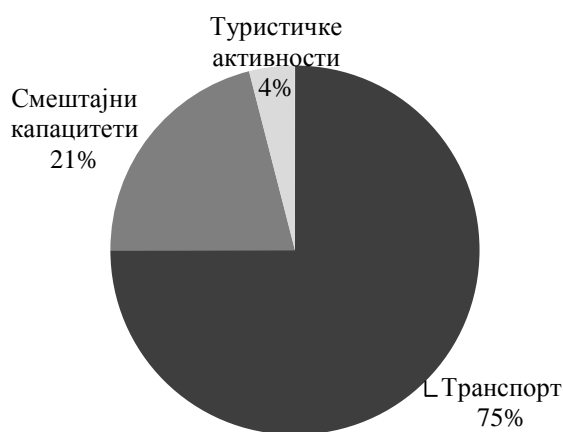


## 1.1 Климатске промене и одрживи развој туризма у свету и Европи

Европа је туристичка дестинација број један у свету и има импресивну густину и разноврсност атракција. Туризам је кључни сектор европске економије који обухвата широк спектар производа и дестинација и укључује различите јавне и приватне актере, са различитим подручјима надлежности, често на регионалним и локалним нивоима. Туристичка индустрија тренутно заузима око 5% бруто друштвеног производа (БДП) Европске уније, са око 1,8 милиона предузећа која запошљавају око 5,2% укупне радне снаге (око 9,7 милиона радних места). Када се повезани сектори узму у обзир, процењени индиректни допринос туризма је знатно већи: туризам индиректно генерише више од 10% БДП-а Европске уније и збрињава око 12% радне снаге, како се наводи у Агенди за одржив и конкурентан Европски туризам (*European Commission, 2011*). Туризам је једна од економских активности са најзначајним потенцијалом за генерисање будућег развоја и политике запошљавања у Европској унији и активност која може имати велики утицај на одрживи развој.

Туризам је, међутим, климатски веома осетљив привредни сектор. Процес глобалног загревања убрзано се одвија услед повећања интензитета људских активности које доприносе повећању концентрације гасова који имају ефекат стаклене баште. Просечна глобална температура је у сталном порасту, а у Европи ће просечна температура порасти више него глобална просечна температура. Климатске промене представљају главни изазов за дугорочну одрживост туризма. Ради се о двосмерном утицају – климатске промене ће утицати на развој туризма, док туризам доприноси климатским променама. Како се наводи у Maksin, Pucar *et al.* (2011), на атрактивност многих дестинација утицаће температурне промене и поремећаји режима падавина, а ефекти климатских промена угрожаваће многе приморске и планинске дестинације - подизањем нивоа мора, повећањем фреквенције и интензитета непогода, ерозијом плажа, проблемима у снабдевању водом за пиће, померањем висинске зоне снега, скраћењем сезоне зимских спортова (стр. 58).

Значајан утицај на еколошко, економско и енергетско стање земље има потрошња енергије у туризму и емисија штетних гасова у атмосферу. Разни извори нуде различите податке о том питању. У Европској унији и САД издаци за енергију у туризму су велики, а око 90% чине издаци за транспорт који обухвата: путовања од куће до туристичке дестинације и назад, транспорт у оквиру туристичке дестинације, транспорт робе и добара неопходних за одржавање и снабдевање туристичких места или објеката, одношење смећа итд. (Maksin, Pucar *et al.* 2011, стр. 183). Допринос туризма укупној емисији гасова стаклене баште (дијаграм 2) процењен је на 4-6% и заснива се на емисији угљен-диоксида из саобраћаја (75%), смештајних капацитета (21%) и туристичких активности 4% (Maksin, Pucar *et al.* 2011, стр. 82). У оквиру транспорта највећи удео чини авиотранспорт са 40% и аутомобили са 32%, док остала транспортна средства учествују са само 3%.



**Дијаграм 2.** Учесће параметара у емисији угљен-диоксида у сектору туризма у свету. Извор: Maksin, Pucar *et al.* 2011, стр. 82

Допринос туризма климатским променама сваким даном све више расте. У наредних двадесет година очекује се удвостручење броја туристичких путовања, ноћења, пређених километара и емисије угљен-диоксида.

Архитектура свакако привлачи посетиоце својим квалитетом, закључено је у студији „Архитектура у туризму“, Министарства економије и рада Аустрије (*Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit*, 2007). Функционалност, квалитет простора, оријентација, хигијена, доступност садржаја, визуелни идентитет,

препознатљивост, специфичан дизајн, укључивање историје и окружења - неопходни су за задовољство госта и пружају предност у односу на конкуренцију. Атрактивна архитектура и окружење представљају стил живота и привлаче пажњу јавности, а добро планирана архитектура је исплатива јер се лако може адаптирати и мењати током времена. Архитектуру као главни маркетиншки фактор види 80% предузетника у туризму, док је њих 88% убеђено да добра архитектура доприноси профитабилности. Добром архитектуром постижу се позитивни ефекти као што су успех у туризму, културна виталност, стварање дестинационих брендова, одрживост регионалног и туристичког развоја. Закључак студије је да потенцијал који лежи у архитектури још увек није довољно искоришћен у сврхе туризма, иако би могао да допринесе процесу креирања идентитета и тржишном позиционирању туристичких дестинација. У туристичке објекте се улаже доста средстава, често без основног архитектонског резоновања. Не обраћа се пажња на уклапање у окружење. Мора се имати на уму да зграде обликују окружење и животну средину и у исто време утичу на перцепцију туриста који ту бораве.

## **1.2 Кључни документи и циљеви одрживог развоја туризма**

Одрживи туризам означава туризам који се заснива на принципима одрживог развоја и почиње да се пропагира крајем 20. века као вид туризма који трајно доприноси унапређењу животне средине, социјалној добробити, економском просперитету и очувању природних и створених ресурса, културној вредности и идентитету локалне заједнице.

Кључни међународни документи који се тичу одрживог туризма су: Агенда 21 за туристичку привреду (1996), План имплементације Агенде 21 (2002), Агенда за одрживи и компетитивни туризам (2007), Повеља о одрживом туризму (1995), Берлинска декларација о одрживом туризму (1997), Општи етички кодекс о туризму (1999), Декларација о екотуризму (2002), Декларације о туризму и климатским променама (2003 и 2007) и др.

Агенда 21 за туристичку привреду (*Agenda 21 for the Travel & Tourism Industry – Towards Environmentally Sustainable Development*) усвојена је 1996. године као документ за реализацију циљева Агенде 21 из 1992. године, ради успостављања система за имплементацију принципа одрживог развоја у процес доношења одлука и предузимања акција које су неопходне за остваривање одрживог туризма. Као главни циљеви одрживог туризма наводе се економска одрживост и конкуритивност дестинација и предузећа, економски просперитет локалних заједница, квалитетно запослење у туризму, социјална једнакост, задовољство туриста, локална контрола и управљање, добробит локалне заједнице, културна разноликост, просторни интегритет, биолошки диверзитет, ресурсна ефикасност и очување животне средине.

Агендом је утврђено десет приоритетних акција учесника туристичке привреде који обухватају минимизирање отпада, штедњу и управљање енергијом, ресурсима чисте воде и отпадним водама, опасне материје, транспорт, планирање и управљање коришћењем простора, пројектовање за одрживи развој, укључивање запослених, потрошача и локалног становништва у процес одлучивања и партнерство за одрживи развој.

Задатак за остваривање развоја одрживих туристичких производа са просторног аспекта је одговорна изградња туристичких објеката у складу са захтевима заштите животне средине, уз поштовање локалне градитељске традиције и примену локалних материјала.

### **1.3 Одрживи туризам у Србији**

У Србији је концепт одрживог развоја све више у примени, мада првенствено у законским и теоријским оквирима него у пракси. Законодавство и општи принципи пословања усклађују се са европским, док фактичке промене у друштву теку спорије. Одржавање конкурентности Србије на међународном туристичком

тржишту захтева одрживо управљање развојем туризма, што је и препознато кључним правним актима.

Националном стратегијом одрживог развоја (2008) препознат је велики интерес сектора туризма за одржавање квалитета животне средине, јер је „чиста и здрава животна средина веома важан предуслов за успешан развој туризма“ (стр. 111). Главне туристичке активности у Републици Србији, наведене у Стратегији, укључују туризам у великим градовима, бањски туризам, културно и природно благо, лов, риболов, сеоски туризам и речни туризам. Негативни утицаји туризма на животну средину укључују притисак на природне ресурсе, биодиверзитет и станишта и стварање отпада и загађење. Неодрживи туризам може проузроковати исте облике загађења као било која друга индустрија: емисију угљен-диоксида у атмосферу, буку, отпад, испуштање отпадних вода, уља и хемикалија, чак и архитектонско загађење. Правовременим планирањем развоја туризма могу се спречити штете и скупе грешке и избећи постепено уништавање животне средине. Циљеви одрживог развоја туризма у Националној стратегији одрживог развоја (2008) су:

- побољшање смештајних капацитета, развијање туристичког система квалитета и система заштите потрошача,
- развијање туристичког информационог система (информативни центри, брошуре, имиџ, позиционирање итд.),
- развијање додатне туристичке понуде уз постизање економске исплативости и локалног просперитета чиме ће се отворити нова радна места, уз највеће могуће очување културног богатства и природне разноврсности,
- утврђивање и отклањање актуелних и потенцијалних конфликта између туризма и других активности везаних за коришћење ресурса (стр. 112).

Сектор туризма се у Стратегији препознаје као сектор који има потенцијал јер учествује са 2,5% у БДП-у и са 5-6% у укупној запослености Републике Србије. Најзаступљенији су хотели са две и три звездице, са просечно 105 соба, просечне старости 42 године и у просеку последњи пут делимично обновљени пре тринаест година. Током 2004. године, просечан српски хотел остваривао је око 8.000 евра

укупног прихода по соби, док је за исту просечну категорију међународни стандард најмање 2,5 пута већи.

Према подацима Светског савета за туризам (*World Travel & Tourism Council [WTTC]*, 2012) директан допринос туризма БДП-у Србије је у 2011. години био 1,7%, док је укупан допринос био 6%, а очекује се његов раст за 5,3% годишње до 2022. године (у Европској унији туризам је допринео 5% директно, односно 10% индиректно). Туризам је 2011. године директно запошљавао 1,5%, а индиректно 5,5% становништва, а процењује се раст запослења од 0,5% годишње (у Европској унији укупно 12% запослених). Инвестиције у сектору туризма су у истој години чиниле 2,5% свих инвестиција у Србији, међутим до 2022. године се очекује раст за 4,1% годишње (*WTTC*, 2012)

Потенцијал Србије за развој туризма препознаје се у њеном природном и друштвеном богатству. Вековима повезујући источну и западну културу, у Србији се преплићу цивилизације, вере, климе и рељефи. Европски путеви Е70 и Е75 и Европски саобраћајни коридори 7 (Дунав) и 10 (друмски и железнички) укрштају се у Београду, чинећи најкраћу везу између западне Европе и Блиског истока (слика 1). Веза са Јадранским морем је железничка пруга Београд – Бар. У Београду је и Аеродром „Никола Тесла“, који се налази на раскрсници главних европских ваздушних путева. У луку Београд долазе бродови из Црног мора, а преко канала Рајна – Мајна – Дунав нашао се у средишту главног пловног пута у Европи: Северно море – Црно море. У Србији свакодневно бораве разне групе туриста, како због одмора, тако и због пословних посета. Статистички гледано, најпосећеније туристичке дестинације у Србији су градови (Београд и Нови Сад), планине (Копаоник и Златибор) и бање (Врњачка Бања и Сокобања).



Слика 1. Мапа Србије са приказом главних саобраћајних веза. Извор: Google Maps.

Београд, према подацима Туристичке организације Србије, обухвата 3,6% територије Србије, у њему живи 15,8% становништва државе, ради 31,2% свих запослених, а у њему се ствара 30% друштвеног производа Србије. У Београду се налазе значајни трговински, банкарски, пољопривредни и привредни капацитети. Бројне локалне и међународне позоришне, филмске, музичке и друге манифестације културног живота чине Београд значајним културним центром. Београд је домаћин бројних међународних и домаћих конгреса и сајмова. На београдским стадионима и спортским теренима одржавају се бројна светска и европска такмичења, Београдска арена је универзална дворана за све спортске, културне и забавне догађаје. На Ади Циганлији постоје отворени терени за многе спортове, нарочито водене и екстремне. Сваке године одржава се Београдски маратон.

Према подацима Републичког завода за статистику (2012), у периоду јануар-октобар 2012. године туристички промет у Београду био је у највећем порасту од истог периода прошле године у односу на остале регионе у Србији. Забележено је

скоро 550 хиљада туриста, са око милион остварених ноћења, односно просечно 2 ноћења по особи (табеле 1 и 2). Домаћи гости највише посећују планинска и бањска места, док инострани долазе претежно у Београд.

**Табела 1.** Број туриста по изабраним туристичким местима у периоду јануар-октобар 2012. године. Извор: Републички завод за статистику, 2012

	Укупно	2012/2011 [%]	Домаћи гости	2012/2011 [%]	Инострани гости	2012/2011 [%]
Република Србија	1 826 647	+ 1	1 125 955	- 2	700 692	+ 6
Београд	542 203	+ 8	149 770	+ 8	392 433	+ 7
Нови Сад	94 285	+ 1	40 454	+ 7	53 831	- 4
Бањска места	313 365	- 8	281 052	- 9	32 313	+ 8
Планинска места	354 647	- 1	311 627	- 1	43 020	+ 3
Остала тур. места	456 005	+ 1	299 838	- 1	156 167	+ 6
Остала места	66 142	- 6	43 214	- 10	22 928	+ 2

У истом периоду највише ноћења остварено је у бањским и планинским туристичким местима, и то од домаћих гостију (табела 2). Разлог томе је дужи боравак на местима за одмор. Инострани гости најдуже одседају у Београду, углавном због пословних обавеза. Међутим, забележен је пораст броја ноћења домаћих гостију у Београду за 11% у односу на исти период прошле године, као и пораст броја ноћења иностраних гостију у осталим туристичким местима.

**Табела 2.** Остварена ноћења по туристичким местима у периоду јануар-октобар 2012. године. Извор: Републички завод за статистику, 2012

	Укупно	2012/2011 [%]	Домаћи гости	2012/2011 [%]	Инострани гости	2012/2011 [%]
Република Србија	5,743.677	- 3	4,194.798	- 6	1,548.879	+ 8
Београд	1,057.003	+ 8	281.040	+ 11	775.963	+ 7
Нови Сад	194.088	+ 1	67.709	+ 7	126.379	- 2
Бањска места	1,838.322	- 12	1,717.937	- 13	120.385	+ 3
Планинска места	1,439.617	+ 1	1,300.522	0	139.095	+ 3
Остала тур. места	1,055.676	+ 2	711.514	- 5	344.162	+ 22
Остала места	158.971	- 16	116.076	- 21	42.895	+ 2



Од европских и ваневропских земаља највећи број ноћења у периоду јануар-октобар 2012. године остварили су туристи из Босне и Херцеговине, затим следе туристи из Италије, Црне Горе, Словеније, Немачке, Русије итд. (табела 3):

**Табела 3.** Доласци и ноћења страних туриста по земљама из којих долазе у периоду јануар-октобар 2012. године. Извор: Републички завод за статистику, 2012

Земља	Доласци страних туриста	2012/2011 [%]	Ноћења страних туриста	2012/2011 [%]
Босна и Херцеговина	53 285	-6	130 959	- 10
Италија	43 551	+36	125 055	+ 72
Црна Гора	54 672	-4	114 549	0
Словенија	55 043	-13	94 190	- 10
Немачка	45 165	+6	91 125	+ 7
Русија	27 311	+26	79 112	+ 21
Хрватска	39 787	-5	77 746	- 1
Бугарска	27 025	+21	61 041	+ 38
Македонија	29 172	+5	57 696	+ 4
Румунија	28 831	+6	55 847	+ 5
Остале ваневропске земље	19 690	+18	54 784	+ 21
Уједињено краљевство	18 117	+1	46 227	- 6
Остале европске земље	19 518	+28	40 698	+ 8
САД	14 819	+15	40 625	+ 19

#### 1.4 Хотелски објекти и потенцијал Београда

Хотели у Београду од самог почетка представљају симболе епохе у којој су настали, симболе града и окосницу друштвеног живота у граду. Изградња хотела у Београду почела је средином 19. века са хотелима Код јелена, Касина, Балкан, Париз, Српски краљ, Српска круна, Национал. Већина првобитних хотела није сачувана, али многи с почетка 20. века јесу, преносећи дух велелепности којим та здања одишу. Најлепши хотел у Београду који је успео да сачува и поврати стари сјај, хотел Москва, потиче управо из 1906. године (слика 2). На најатрактивнијој позицији у граду, хотел Москва већ читав један век представља сам центар и симбол Београда.



**Слика 2.** Најлепши хотел у Београду, хотел Москва. Извор:  
<https://www.facebook.com/hotelmoskva/photos/pb.138948016169492.-2207520000.1432595177./594177997313156/?type=3&theater>

Током 20. века изграђен је велики број хотела, претежно у старом делу града. Са експанзијом градње после Другог светског рата на Новом Београду настају хотели

великих размера као што су хотел Југославија током 60-их и хотел Интерконтинентал (данас *Crown Plaza*) током 80-их година (слика 3).



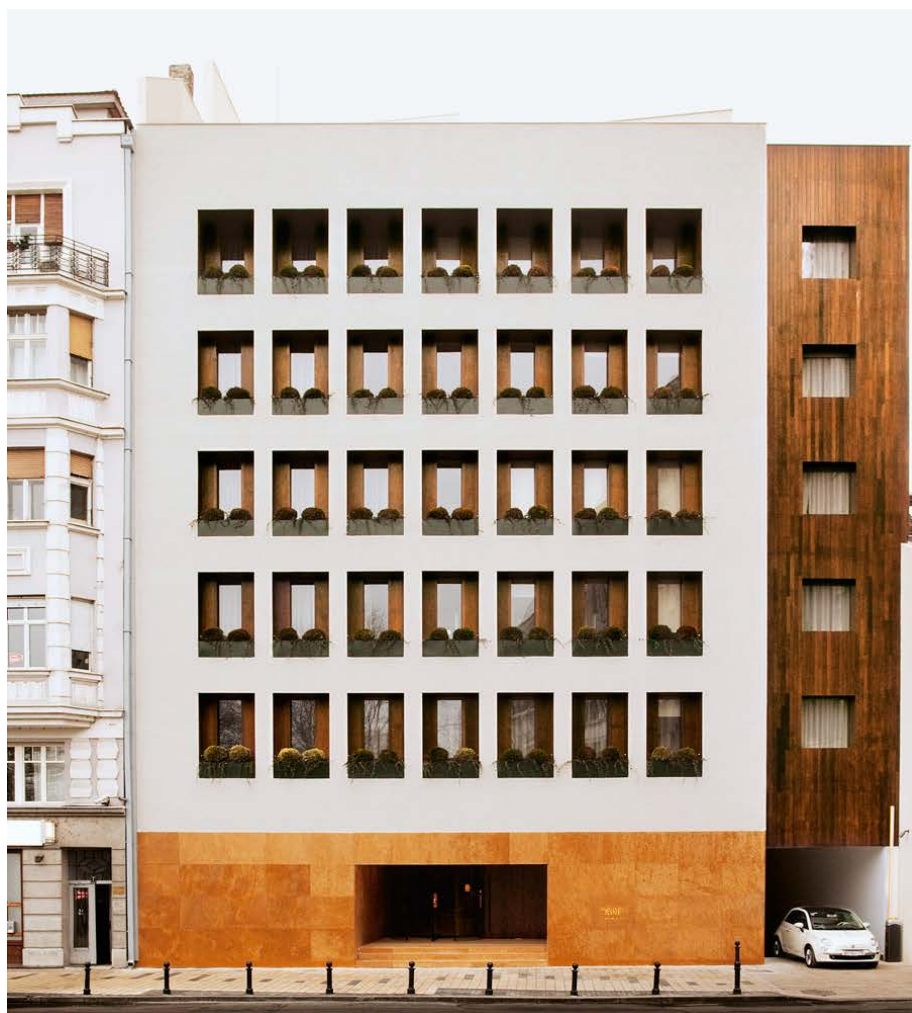
Слика 3. Највећи хотел у Београду, хотел *Crown Plaza*. Извор: <http://hospitality-on.com/fileadmin/actualites/CrownePlazaBelgrade.jpg>

Многи градски хотели прошли су кроз реконструкцију и данас изгледају чак и боље него у време њиховог настанка. Један од њих је и хотел Метропол, који такође представља један од симбола Београда (слика 4).



Слика 4. Хотел Метропол у Београду. Извор: <http://www.metropolpalace.com/en/gallery>

Савремени хотелски објекти у Београду у потпуности прате светске трендове када је архитектура и хотелско пословање у питању. Један од најновијих хотела, *Square Nine*, пример је изванредне интерполације новог објекта у постојеће градско ткиво и формирања хотела са пет звездица у скученим градским условима (слика 5).



Слика 5. Хотел *Square Nine*. Извор: <http://www.e-ahpba-belgrade2013.com/wp-content/uploads/2012/04/10.jpg>

У Београду данас постоји преко 80 хотела разних категорија и њихов број се из дана у дан повећава. Структура хотела показује само четири хотела са пет звездица, око 40 хотела са четири звездице и око 30 хотела са три звездице. У току је изградња или реконструкција већег броја хотела, чиме ће се употпунити понуда смештајних садржаја разних категорија.

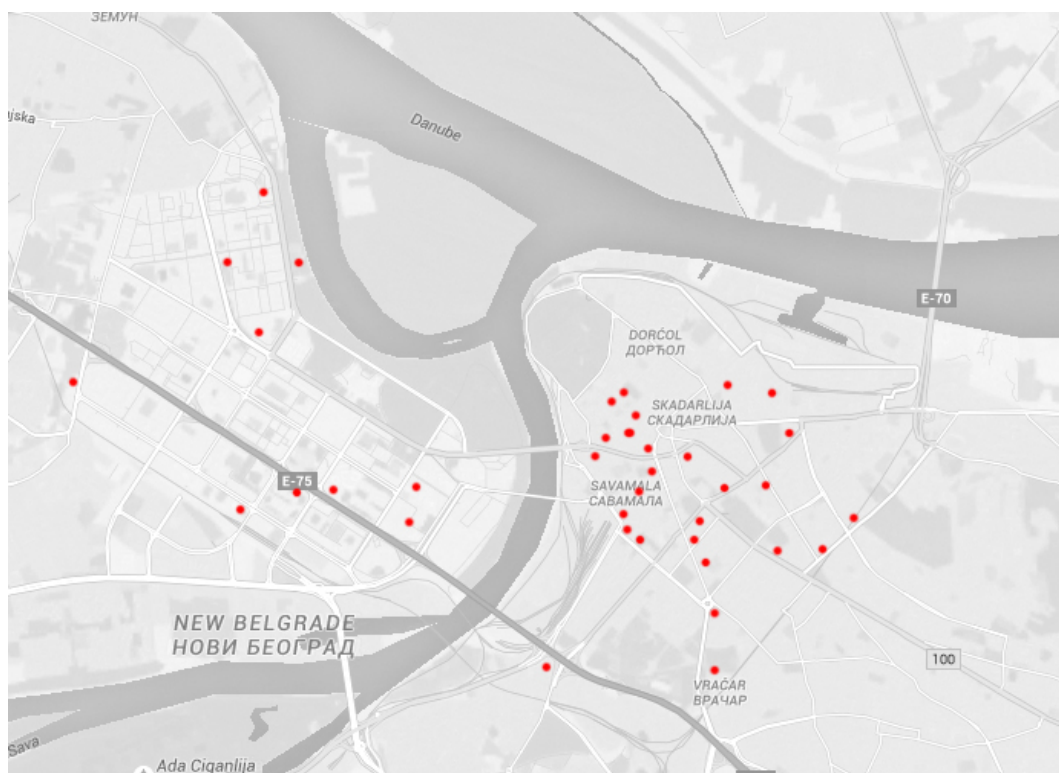


Капацитет хотелских објеката у Београду је различит и креће се од 20 до 500 лежајева, односно од 20 до 400 смештајних јединица. Најзаступљенији су хотели са 80 до 150 соба. Спратност објеката варира од услова локације, а претежно се креће од 6 до 8 спратова. У табели 4 дат је приказ капацитета и спратности познатијих хотела који се налазе у ширем центру Београда.

**Табела 4.** Приказ хотелских капацитета у Београду

Категорија	Хотел	Капацитет			Спратност
		Соба	Апартмана	Лежајева	
*****	Hotel Hyatt Regency	302	36	365	8
	Hotel Metropol Palace	199	40		10
	Hotel Square Nine	30	15	49	6
****	Хотел Москва	129	5	268	4
	Hotel Crowne Plaza	383	33	535	8
	Radisson Blu Old Mill hotel	222	14	300	8
	Best Western M	180	8	239	3
	Hotel Falkensteiner	162		338	8
	IN hotel Beograd	159	28	250	7
	Hotel Holiday Inn	136	4	169	6
	Hotel Zira	117	10	262	5
	Hotel Majestic	88	6	115	5
	Hotel 88 Rooms	88	3	164	7
	Belgrade City hotel	87	4	140	3
	Hotel Queen Astoria	85		145	6
	Hotel Palace	86	15	140	6
	Хотел Праг	82	11	129	6
	Hotel Mr. President	61		81	6
	Belgrade Art hotel	50	5	110	6
	Hotel Crystal	44	9	75	6
	Jump In hotel	41	8	81	5
	Hotel Constantine the Great	40		80	6
	Гарни хотел Србија	35	3	70	7
	Hotel Prestige	28	4	49	3
	Hotel Townhouse 27	21	9	42	5
	Hotel Allure Caramel	13	4	29	2
	Хотел Невски	12	29	92	6
	Zepter Apart Hotel	5	27	49	7
	Хотел Европа			21	4
	***	Хотел Србија	302	18	560
Хотел Парк		126	3	185	7
Hotel Tulip Inn Putnik		105	20	144	7
Хотел Балкан		87	6		6
Хотел Касина		85	5	130	7
Хотел Славија Гарни		80	11	182	7
Hotel Excelsior		76	2	151	6
Хотел Унион		60	2	95	5
Хотел Југославија		44			7
Хотел Арго		20		40	7
**	Хотел Београд	54	4	89	5
	Хотел Бристол	52	110		3
*	Хотел Славија	460	11	882	16

Распоред постојећих хотела у градском ткиву показује већи број хотелских објеката у старом делу града у односу на Нови Београд (слика б). То је очекивано ако се узме у обзир историјат настанка првих угоститељских и смештајних садржаја у центру града и у близини железничке и аутобуске станице. Са експанзијом туризма у последњем периоду, све више постојећих стамбених или комерцијалних зграда у ужем градском језгру пролази кроз пренамену у хотелске објекте, што одговара великом броју иностраних туриста који долазе у посету Београду. Међутим, објекти у густом градском ткиву су често ограничени по питању диспозиције просторија и отворености фасада, јер су парцеле мањих димензија и намећу изградњу објеката у низу који углавном имају само једну главну фасаду, док је друга окренута ка дворишту. Такође, један од проблема који се у овом делу града јавља јесте паркинг, који посебно код реконструкције старијих или објеката друге намене не задовољава комфор гостију. Из наведених разлога широке локације на Новом Београду добијају на значају када је у питању изградња великих пословних хотела који могу да приме већи број гостију, добро су повезани широким саобраћајницама и имају слободну оријентацију за флексибилан распоред простора унутар објекта.



Слика б. Распоред постојећих хотелских објеката у градском ткиву Београда

Велики број хотела у Београду налази се под заштитом државе (слика 7). У објекте културно-историјског наслеђа, као културно добро од великог значаја спада зграда хотела Москва (Балканска 1, 1906, пројектант Јован Илкић), док у културна добра – споменике културе спадају: хотел Бристол (Карађорђева 50, 1912, пројектант Никола Несторовић), хотел Мажестик (Обилићев венац 28, 1937, пројектант Милан Минић), хотел Метропол (Булевар краља Александра 69, 1953, пројектант Драгиша Брашован), хотел Национал (Париска 9, 1869), хотел Праг (Краљице Наталије 27, 1929, пројектант Ђура Борошић) и хотел Авала (врх Авале, 1928, пројектант Виктор Лукомски). Објекат градске архитектуре који ужива претходну заштиту је хотел Интерконтинентал, данас *Crown Plaza* (Владимира Поповића 10, 1983, пројектант Стојан Максимовић). Вредне урбанистичко-архитектонске целине у режиму претходне заштите обухватају парк иза хотела Метропол и дунавски кеј код хотела Југославија.

У Генералном урбанистичком плану Београда до 2021. године (2003), као објекти под претходном заштитом предложени су још и хотел Петроград (Трг Братства и јединства 5-7, 1910, пројектант Петар Поповић) и хотел Југославија (Булевар Николе Тесле 3, 1947-1969, пројектант Лавослав Хорват). У истом списку се за режим потпуне заштите предлажу хотел Парк (Његошева 2-4, 1974, пројектант З. Јанковић, С. Матић), хотел Младост (Булевар ЈНА 56а, 1987, пројектант Дејан Настић) и хотел Хајат (Милентија Поповића 5, 1990, пројектант Иван Антић).



Слика 7. Распоред хотела под заштитом државе

Процењује се да је Србији и Београду неопходно још хотела, а посебно оних високе категорије, јер је Србија од 2007-2010. године, према званичној листи Међународне конгресне асоцијације (*International Congress and Convention Association [ICCA]*, 2012), била најбрже растућа конгресна дестинација у Европи. Ранг листа држава и градова по броју одржаних конференција приказује да је Србија поправила свој светски ранг за више од 20 места за три године, јер се број одржаних пословних скупова утростручио између 2007. и 2010. године, што је Београд сврстало у треће најзначајније конгресно одредиште у источној Европи након Прага и Будимпеште.

Стратегијом развоја туризма града Београда (2008), издвојено је шест кључних туристичких производа за град Београд у оквиру којих је могуће допринети хотелским објектима, а то су пословни туризам и *MICE* (*meetings, incentives, conferencing, exhibitions*), градски одмори, догађаји, кружне туре, специјални интереси и наутика.

Пословни туризам и *MICE* обухватају путовања индивидуалних лица или група људи у одређене дестинације из професионалних разлога. Овај производ састоји се од индивидуалних пословних путовања и састанака, подстицајних путовања, семинара, програма образовања и тренинга, конвенција и корпоративних пословних састанака, пословних сајмова и изложби. Пословни туризам обезбеђује добар финансијски прилив и представља одличан маркетиншки потез на промоцији земље.

Градски одмор је кратки одмор, који обично траје између једног и четири дана, а за који су главни мотиви посао, историјско наслеђе, култура, шопинг, догађаји и ноћни живот. За разлику од одморишног путовања, бележи пораст од преко 100% последњих година.

Догађај, као туристички производ, специфична је повремена активност која промовише туризам одређене дестинације и подстиче госте на директно учествовање. Типови догађаја могу бити културне прославе (фестивали, карневали, верске манифестације, параде), уметност и забава (концерти, изложбе, доделе награда), економија и трговина (сајмови, берзе, излагања, састанци и конференције), политика и држава (инаугурације, седнице, скупови), догађаји



публицитета, догађаји прикупљања помоћи, спортска такмичења, образовање и наука (семинари, радионице, конгреси), приватни догађаји (годишњице, породична окупљања, забаве) и слично.

Кружна путовања, (*touring*), карактерише пракса да се у жељену дестинацију долази аутобусом, аутом или авионом, након чега започиње одређена тема туре (ужитак, сценографија, истраживање, егзотика, крузинг). Осим пословних разлога доласка у градове, остали доласци су углавном део кружних путовања по градовима, као и успутне станице у, или, из дестинције главног одмора.

Генерални урбанистички план Београда до 2021. године (2003) препознаје управо пословни туризам и ширење регионалне туристичке понуде као прилику за остварење годишње стопе раста друштвеног производа од 3,9% по основу повећања обима промета, броја ноћења и ванпансионске потрошње у туризму и угоститељству. Предлаже се употпуњавање текуће туристичке понуде и повећање понуде хотелских услуга високе категорије (изградња хотела познатих светских компанија) и луксузних угоститељских објеката. Са друге стране, мишљење хотелијера је да је Београду потребно више хотела ниже категорије (са три звезде), јер се већи приход од туризма остварује масовношћу, а не малим бројем високо платежних пословних туриста. Без обзира што се тежи одрживом туризму и малим групама, економски гледано чињеница је да се са повећањем броја доласка туриста повећава и приход. Успоставити равнотежу између економске добити предузетника и заштите животне средине, очувања туристичког производа и опште друштвене добити, изазов је чак и за много уређеније државе.

Према првом фазном извештају Стратегије туризма Републике Србије (2005), пројекције раста основних параметара туристичког сектора Републике Србије и њихова регионална дистрибуција заснивају се на претпоставкама да је Београд регионални пословни центар и европски позиционирана дестинација за кратке одморе у градовима и кружне туре, као и на претпоставкама присуства глобалних и регионалних хотелских ланаца.

На основу правила трансформације и компатибилне намене, туристички капацитети се могу развијати у привредним зонама, уз становање, јавне објекте, спортске објекте и комплексе, зелене површине, саобраћајне површине и

терминале, уз археолошка налазишта, а пре свега у комерцијалним зонама и градским центрима. Генералним урбанистичким планом [ГУП] до 2021. године (2003), предвиђа се и трансформација великих привредних, административних, саобраћајних и других комплекса који су изгубили своју функцију у централној зони града, у комерцијалне зоне и градске центре од којих значајан део може бити у функцији угоститељства, туризма и забаве. Такав развој се очекује на простору Старог сајмишта, на простору Савског амфитеатра, на Дорћолу, у склопу новог центра градске подцелине на Ада Хуји и на другим привлачним локацијама.

Значајни капацитети угоститељско-туристичког карактера очекују се у будућим великим вишефункционалним центрима у посебним пословним комплексима. ГУП-ом су одређене нове целине у простору града које ће до 2021. године добијати претежно туристичко-угоститељски карактер:

- потез аутопута од Аеродрома „Београд“ до петље „Ласта“, као градска авенија која већ сада обједињује најзначајније туристичке капацитете и градске терминале, може се формирати као јака концентрација забавних функција и пословања,
- водени булевари Београда – Дунав и Сава посебно у централној зони (са ресторанима, културним, спортским и забавним манифестацијама и ревијалним програмима на води уз развој речног градског путничког и такси саобраћаја,
- транзитни наутички центри на Европском коридору 7 - Дунав и рукавци Дунава са великим марилама ван пловног пута,
- транзитни туристички центар на коридору 10 у зони Бубањ потока. Овај туристички центар ослања се директно на Зучко поље и белопоточке падине Авале као меморијални, излетнички и рекреативни комплекс Београда и као најзначајнији простор за прихват транзитних туриста,
- парк минијатура као музеј – Србија кроз простор и време, за које треба урадити истраживање најпогодније локације,

- туристичка бицикличка трансферзала од Аде Циганлије преко Топчидера, Железовачким потоком до Спомен парка „Јајинци“ и транзитног туристичког центра „Авала“.

Нове локације за веће хотеле планиране су, према ГУП-у, у старим језгрима (окретница у Рајићевој улици, „Три листа дувана“), уз обале река (Карађорђева улица, Косанчићев венац, Дорђолска marina, Савски амфитеатар, Ада Хуја, Земун, Блок 12), уз велике терминале (Аеродром „Београд“, железничка станица „Нови Београд“ и „Центар“) и уз спортске и забавне објекте (слика 8). Мањи смештајни капацитети, који недостају Београду, као комплементарни садржаји могу се развијати на читавом простору града.



Слика 8. Зоне за веће хотеле планиране Генералним урбанистичким планом

Осим поменутих хотелских капацитета, ГУП-ом се планирају и смештајни капацитети уз марине, а посебно на Ада Хуји, на левој обали Дунава - ново острво „Чапља“ и на десној обали Дунава код археолошког налазишта Винча и у осталим комерцијалним зонама, посебно у централној зони и у центрима градских

подцелина. Планира се развој рецептивног туризма - изградњом 10 нових већих хотела и великог броја малих хотела. Овакав раст у пословном простору пратило би и повећање броја запослених у овом сектору са приближно 113.000 на око 174.500. Да би планирани раст био остварив, потребна су нова улагања од око 1,3 милијарде евра, односно просечно годишње око 70 милиона евра, што се може сматрати достижним, с обзиром на атрактивност и исплативост ових инвестиција за домаће и стране улагаче.

Туристичка понуда Београда је у ГУП-у планирана као основа за експанзију многих грана привреде у целини. Планирани простори за комерцијалне садржаје, развој специјализованих ванстандардних и уникатних садржаја, развој садржаја уз реке и мрежа марина, омогућиће развој ове привредне гране. Градски простори примарне туристичке вредности у Београду везују се за стара језгра Београда и Земуна. Планира се економски оправдано и културно-историјски сврсисходно уређење Београдске тврђаве и Гардоша, пристаништа на Сави и проширење пешачких зона. У том контексту, а ослањањем на стандардни и пословни туризам, треба рачунати и на озбиљно унапређење мреже хотела са акцентом на малим смештајним јединицама породичне организације, уз неколико великих хотела из познатих светских хотелских ланаца.

## **2. КОНЦЕПТИ ХОТЕЛСКИХ ОБЈЕКТА СА ЕНЕРГЕТСКОГ И ЕКОЛОШКОГ АСПЕКТА**

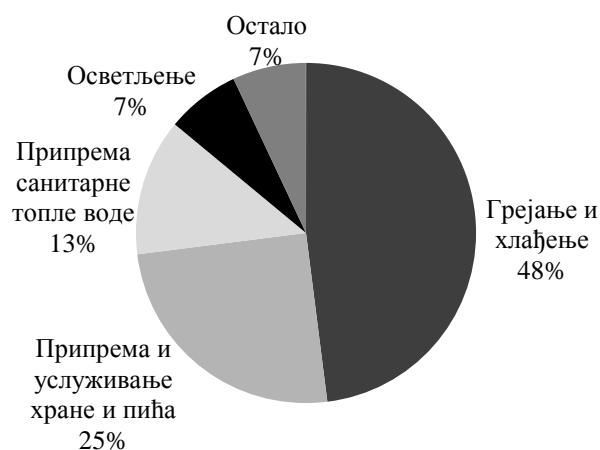
Хотелска индустрија једно је од најдинамичнијих и енергетски најинтензивнијих поља у сектору туризма и један од главних покретача глобалног запошљавања. Међутим, велики интензитет активности у хотелијерству за последицу има и велику потрошњу енергије и загађење животне средине. Процењује се да је само сектор смештаја одговоран за петину емисије угљен-диоксида у туризму. Енергија уопште чини највећи део оперативних трошкова хотела после трошкова за особље. Највећим делом енергија се троши на неефикасно грејање објеката. Обновљиви извори енергије, посебно они из локалних извора, не примењују се у довољној мери, чинећи утицај хотелских објеката на окружење посебно неповољним ако се узме у обзир чињеница да се хотелијерство у великој мери ослања на квалитет околног природног амбијента.

Потрошња енергије у хотелима зависи од различитих фактора, укључујући пружене садржаје, категорију и врсту хотела, заузетост, број ноћења, број корисника и начин коришћења објекта, географски положај, климатске факторе, услове локације, локално окружење, националност клијената (што утиче на потрошачке навике и понашање), архитектуру зграде, годину изградње, коришћене материјале, постојање термоизолације, технику и технологију изградње, тип и квалитет опреме, пројекат и контролу инсталација (грејање, хлађење, ефикасност електричних уређаја). На потрошњу посебно утиче извор енергије, у зависности од локалне политике цена енергије и услуга енергетских компанија. Главни потрошачи енергије у хотелима могу се поделити на:

- климатизацију, грејање и хлађење (КГХ),
- припрему хране,
- припрему санитарне топле воде (СТВ),
- осветљење,
- чишћење и прање веша,

- остало (услуге, лифтови, пумпе и слично).

У структури трошкова хотелских објеката готово 40% односи се на енергију (грејање, хлађење, кување, осветљење, чишћење, прање и др.), а од тога се скоро половина троши на грејање и хлађење простора. У зависности од категорије хотела за осветљење се троши између 12 и 20% (у неким случајевима и до 40%) од укупно потрошене енергије, док се потрошња топле воде креће од 90-150 литара по госту дневно, што износи до 15% од укупно потрошене енергије (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 222). На дијаграму 3 приказан је процентуални удео потрошача енергије у хотелима, према истраживању Zanki-Aluјевић у Хрватској (2005). Због знатног удела система за климатизацију, грејање и хлађење у потрошњи енергије, неопходно је направити промене у дизајнирању система, имплементирати мере енергетске ефикасности и користити обновљиве изворе енергије. Пре свега, међутим, треба водити рачуна о квалитету и извођењу омотача зграде.



Дијаграм 3. Финална потрошња енергије у хотелима. Извор: Zanki-Aluјевић, 2005

Потрошња енергије у хотелима директно је пропорционална њиховој категорији. „Хотел са једном звездицом троши око 157 kWh/m<sup>2</sup> годишње, за хотеле са две звезде потрошња се повећава за око 46%, док хотел са 4 звезде троши око 380 kWh/m<sup>2</sup> годишње и представља пораст потрошње од 142% у односу на хотел са једном звездицом“ (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 184). Емисија угљен-диоксида и загађење животне средине директно су пропорционални потрошњи

енергије у зградама, будући да се енергија још увек претежно добија сагоревањем фосилних горива уместо из обновљивих извора. У сектору туризма „највећи потрошачи енергије, то јест извори емисије CO<sub>2</sub> јесу хотели и апартмани (са 20,6 и 19,0 kg CO<sub>2</sub> по ноћењу), следе викенд куће и наменски изграђена туристичка насеља (са 15,9 и 14,3 kg CO<sub>2</sub> по ноћењу), а најмањи извор (са 7,9 и 4,0 kg CO<sub>2</sub> по ноћењу) су кампови и пансиони“ (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 82).

Резултати истраживачких студија о потрошњи енергије у европским хотелима, добијени у оквиру пројекта *Hotel Energy Solution* (2011) показују да већина хотела троши од 200-400 kWh/m<sup>2</sup> годишње, а потрошња се просечно креће од 305-330 kWh/m<sup>2</sup>. Приликом овог истраживања потрошње енергије у хотелима, посматрани су стандард хотела, површина или број соба или кревета, број степен дана грејања и хлађења, број ноћења (заузетост), број (топлих) obroka, присуство грејаног базена, присуство садржаја за припремање хране, ниво комфора, припадност ланцу хотела, корпоративна одговорност (управа и особље) и свест купаца.

## **2.1 Типологија градских хотела према критеријумима који утичу на потрошњу енергије**

Туристички објекти троше више енергије по јединици површине од објеката других намена. Од свих туристичких објеката, хотели троше највећу количину енергије по посетиоцу, посебно они са вишом категоријом и разноврсним садржајима као што су ресторани, перионице, базени, спортски садржаји и сл. Поред енергије потребне за системе климатизације, грејања и хлађења, осветљење и стандардну опрему објекта, енергија је потребна и за припрему санитарне топле воде, припрему хране, одржавање, пречишћавање воде и остало.

За постизање енергетске ефикасности хотела најважније је правилно пројектовање објекта. У исто време треба водити рачуна и о решавању система грејања, хлађења и климатизације, као и о изворима енергије која ће се користити, те о разматрању коришћења обновљивих извора енергије. Енергетски ефикасан

објекат је објекат који користи што мање енергије за грејање, хлађење, климатизацију, осветљење и опрему на начин да не угрози комфор боравка у објекту (Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011). Услови комфора су сви они у којима се човек осећа угодно (топлотни, ваздушни, светлосни, звучни). Иако је неопходно задовољити све услове комфора, на енергетску ефикасност највећи утицај има топлотни комфор, јер се тежи смањити потрошња енергије која у највећој мери одлази на климатизовање простора. Топлотни комфор представља психолошко стање које одговара угодном осећају топлотних услова у простору, односно, којима је постигнута топлотна равнотежа организма. Објективни параметри топлотног комфора су: температура ваздуха, средња температура зрачења површина, брзина кретања и влажност ваздуха. Главни циљ градње енергетски ефикасног објекта је да се рационално користе енергија и ресурси, смањи загађење животне средине и побољшају услови боравка у објекту. На потрошњу енергије у највећој мери утиче тип објекта, због чега следи класификација смештајних туристичких објеката према врсти услуга (табела 5).

**Табела 5.** Врсте угоститељских објеката

Врста услуга које се пружају у објекту	Врста угоститељских објеката
Примарни угоститељски објекти за пружање услуге смештаја и услуге припремања и услуживања хране и пића	<ul style="list-style-type: none"> <li>- туристичко насеље</li> <li>- одмаралиште</li> <li>- ризорт хотел</li> <li>- хотели (хотел, хостел, пансион, мотел)</li> <li>- етно село</li> <li>- вила</li> </ul>
Комплементарни (допунски) угоститељски објекти за пружање услуге смештаја и услуге припремања и услуживања хране и пића – смештај је допунска делатност у оквиру организационе целине чија основна делатност није угоститељство	<ul style="list-style-type: none"> <li>- кућа за изнајмљивање, туристички апартман и соба за изнајмљивање</li> <li>- гостионица, преноћиште</li> <li>- планинарски и ловачки дом</li> <li>- одмаралиште за запослене, децу или омладину</li> <li>- камп</li> <li>- лечилиште (бањско, климатско)</li> <li>- кола за спавање</li> <li>- бродске кабине и сл.</li> </ul>
Угоститељски објекти за пружање услуге припремања и услуживања хране и пића (могу се наћи у оквиру хотелских објеката)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ресторан (класични, специјализовани, национални, млечни, експрес, самопослуживање)</li> <li>- пицерија</li> <li>- коноба</li> <li>- група кафе барова (кафе бар, кафана, кафетерија, диско клуб, ноћни клуб, бистро пивница, чајданица, гостионица, бифе, бар, крчма и сл.)</li> <li>- кетеринг објекат</li> <li>- објекат брзе хране</li> <li>- објекат једноставних услуга (посластичарница, печењара, кантина и сл.)</li> </ul>



У даљем раду фокус је на примарним угоститељским објектима за пружање услуге смештаја и услуге припремања и услуживања хране и пића из групе хотела, и то оних који се најчешће могу наћи у градским срединама.

**Хотел** је „репрезентативни угоститељски објекат за смештај, који у техничко-технолошком и организационо-кадровском смислу обезбеђује пружање услуга смештаја, најчешће обједињених са услугама хране и пића, укључујући и пружање додатних услуга функционално повезних у интегрални производ“ (Радовић, 2007, стр. 10). Хотели су смештени у скоро свим градовима, пословним и комерцијалним центрима, као и главним туристичким дестинацијама. Потенцијал хотела је, стога, ограничен на ова подручја. Хотел по правилу садржи смештајни део са јединицама за ноћење, јавни део са холем, рецепцијом и ресторанима и економски део са кухињом и пратећим техничким просторијама. У свом саставу хотел често садржи банкет сале, конференцијске садржаје, сале за плес и забаву, продавнице, туристичке агенције, мењачнице, сефове и слично.

Један од најважнијих критеријума који утиче на потрошњу енергије у хотелима, њихов тип, врсту садржаја и услуга, и најважније на њихову архитектуру јесте локација. Према локацији на којој се налазе, разликујемо следеће типове угоститељских објеката и хотела (табела 6):

**Табела 6.** Типови хотела према локацији на којој се налазе

Критеријум	Типови хотела
Локација	<ul style="list-style-type: none"> <li>- градски хотел</li> <li>- приградски хотел</li> <li>- уз саобраћајнице (углавном мотели)</li> <li>- транзитни хотел уз саобраћајна чворишта (аеродроми, железничке и аутобуске станице)</li> <li>- рурални хотел</li> <li>- бањско лечилиште</li> <li>- планински хотел</li> <li>- приморски хотел</li> <li>- на води (плутајући хотели, крузери)</li> <li>- свемирски хотел</li> <li>- подводни хотел</li> </ul>

Фокус овог истраживања је на градским хотелима, те се у даљем раду детаљније разматрају њихове карактеристике.

**Градски хотел** је објекат лоциран у градском подручју, у околини саобраћајних терминала, административних и трговачких зона, конгресних и сајамских центара, спортско-рекреативних центара, универзитетских или клиничко-болничких комплекса. Мотив посете градовима је разноврстан, али је задржавање госта у хотелу краткотрајно. Градски хотел се одликује добром локацијом, квалитетним смештајем, високим комуникационим стандардом, одвојеним простором за рад, додатним услугама (фотокопирање, дактило услуге, простор за пословне састанке, фризер, масер, прање и пеглање, теретана, паркиралиште са гаражом и ауто-перионицом).

Хотели се разврставају у категорије према међународно признатом систему класификације од једне до пет звездица, а у складу са националним прописима Једна звездица представља најнижу, а пет звездица највишу категорију, док шест и седам звездица додељују независни експерти или сами хотели, често у маркетиншке сврхе, веома луксузним хотелима који су ту титулу заслужили изузетном услугом, архитектуром и материјализацијом. Категоризација се врши у зависности од уређења, опреме, архитектуре, одржавања објекта, врсте и квалитета услуга и других критеријума.

Поред категорије, хотел који је категорисан са 3 и више звездица надлежни орган може разврстати у подврсту према посебним стандардима за специјализацију хотела према садржајима услуга који се у њему пружају (табела 7).

**Табела 7.** Специјализација градских хотела

Критеријум	Типови хотела
Специјализација	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пословни хотел</li> <li>- конференцијски хотел</li> <li>- породични хотел</li> <li>- гранд хотел</li> <li>- гарни хотел</li> <li>- тематски хотел</li> <li>- спортски хотел</li> <li>- казино хотел</li> <li>- <i>spa-wellness</i> хотел</li> <li>- <i>boutique</i> хотел</li> <li>- <i>lifestyle</i> хотел</li> <li>- <i>design &amp; art</i> хотел</li> <li>- <i>event</i> хотел</li> <li>- еко хотел</li> <li>- „зелени“ хотел</li> <li>- <i>bed &amp; bike</i> хотел</li> </ul>

**Пословни хотел** најчешћа је варијанта градског хотела чија је карактеристика обезбеђивање додатних пословних услуга, простора за састанке и за релаксацију госта који се кратко задржава.

**Конференцијски хотел** служи преваходно за одржавање разних стручних, политичких и других скупова, па према томе садржи конгресне сале различитог капацитета са одговарајућом опремом (аудио-визуелна презентација, симултано превођење, замрачење итд.). Уз конгресне сале су и разни пословни салони, просторије за састанке и остали додатни садржаји са услугама (штампање, фотокопирање итд.). За конференцијски блок хотела треба обезбедити посебан улаз и везу са друштвеним и кухињским простором (Радовић, 2007).

**Spa - wellness хотел** је посебно опремљен базенима, саунама, купатилима, просторима за масажу, фризерским и козметичким салонима и осталим сличним садржајима.

**Boutique Lifestyle и Design & Art хотели** су специјална врста луксузног хотела, посебно дизајнираног и стилизованог, смештеног на атрактивној локацији, са посебним акцентом на приватност гостију, као и љубазност менаџмента и особља.

**Гранд хотели** су хотели изузетне величине и квалитета услуга које пружају.

**Тематски хотел** је настао као један од видова материјализације постмодерних тенденција у туризму. Највећи хотели су у Лас Вегасу, са темом реплицирања античког доба или светских метропола Венеције и Париза.

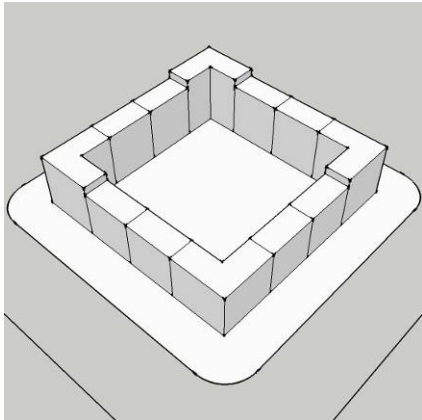

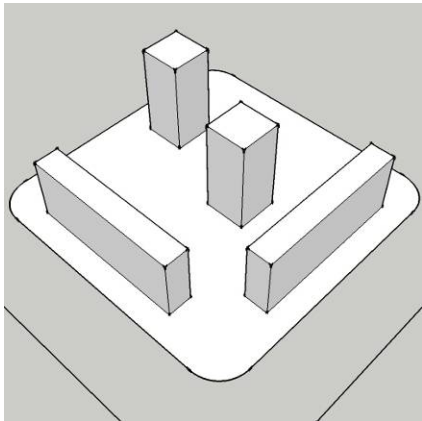

**Спортски хотел** је намењен спортистима и оријентисан је ка спортско-рекреативним садржајима. Хотел располаже разним спортским теренима, дворанама и њиховим пратећим садржајима. Опрема и намештај у собама су већих нестандардних димензија.

**Казино хотел** је објект чија је преваходна намена обезбеђење простора и опреме за игре на срећу. То су хотели са високим комфором и великог капацитета, од којих су највећи у Лас Вегасу.

Потрошња енергије у хотелима, поред врсте објекта и његове локације, зависи и од многих других фактора као што су физичке карактеристике објекта (облик, позиционираност, организација унутрашњег простора, материјализација), тип понуђених садржаја и услуга, систем управљања хотелским објектом и начин искоришћења обновљивих ресурса и сл. У том контексту следи преглед класификације хотела на основу одговарајућих критеријума.

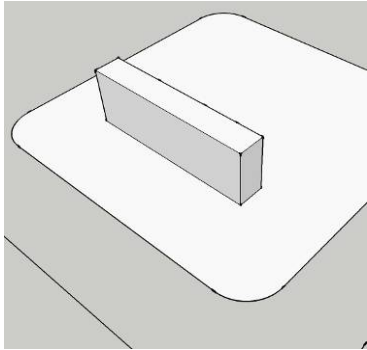

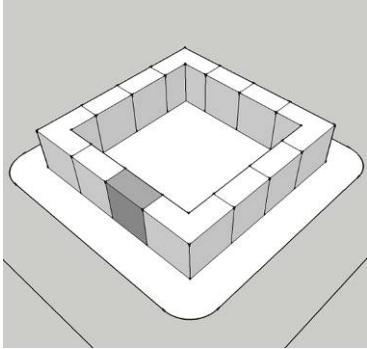

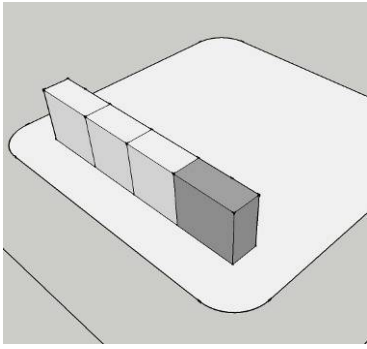

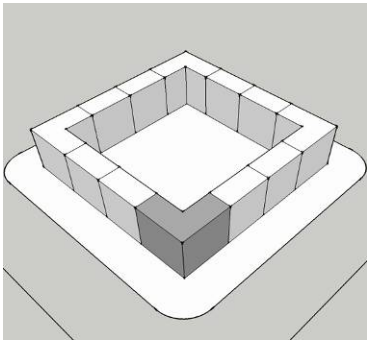

У изграђеној градској структури, хотел се може наћи у различитом окружењу које утиче на његов облик и организацију простора. Урбана матрица Београда разликује два типа градских блокова – затворени, својствен ужем градском језгру и отворени, који је заступљен на Новом Београду и другим насељима планираним у том типу (табела 8).

**Табела 8.** Морфологија - тип изграђене градске структуре

Типови блока	Скица	Пример
Затворени градски блок		 <p data-bbox="983 1384 1310 1413">Хотел <i>Square Nine</i>, Београд</p>
Отворени градски блок		 <p data-bbox="951 1836 1342 1865">Хотел <i>Holiday Inn (IHG)</i>, Београд</p>

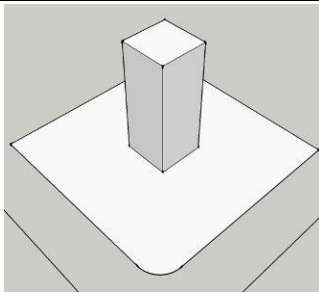

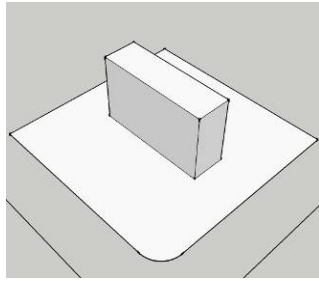

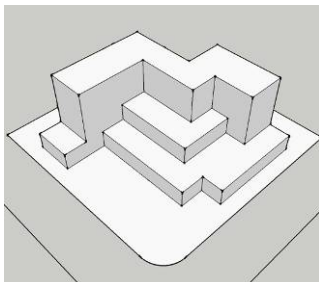

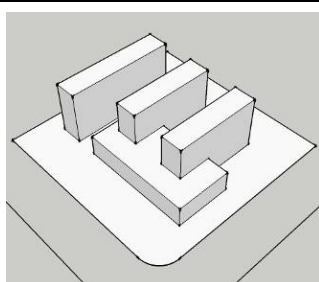
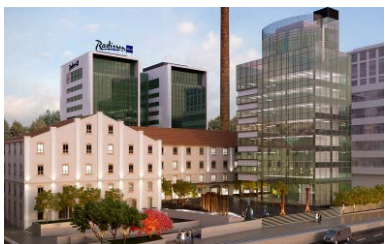
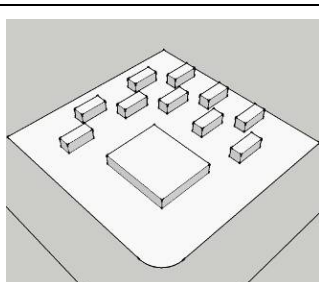

У оквиру градског блока, хотел може бити постављен као индивидуалан слободностојећи објекат или објекат у низу (табела 9). Код објеката у низу, хотел може бити уграђен са обе своје стране, може бити на почетку низа, или на углу.

Табела 9. Позиција хотела у блоку

Типови хотела	Скица	Пример
Индивидуалан слободностојећи објекат		 <p data-bbox="938 857 1353 887">Хотел <i>Crowne Plaza</i> (IHG), Београд</p>
Објекат у низу, уграђен у блоку са 2 стране		 <p data-bbox="970 1229 1321 1258">Хотел <i>Falckensteiner</i>, Београд</p>
Крајњи објекат у низу, уграђен са једне стране		 <p data-bbox="1007 1601 1283 1630">Хотел <i>Москва</i>, Београд</p>
Угаони објекат у низу, на углу блока		 <p data-bbox="1023 1973 1267 2002">Хотел <i>Праг</i>, Београд</p>

Индивидуалан слободностојећи хотелски објекат, односно превасходно његов смештајни део може бити организован као кула, блок, разуђени облик, депаданс или у форми бунгалова, што је чешћи случај код приморских хотела (табела 10).



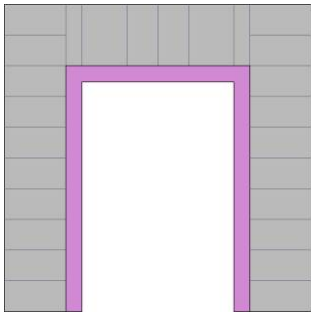

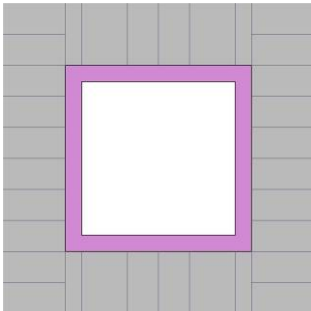

Табела 10. Облик индивидуалног слободностојећег хотела

Типови хотела	Скица	Пример
Кула		 Хотел Славија, Београд
Блок		 Хотел Југославија, Београд
Разуђени облик		 Хотел <i>Hyatt Regency</i> , Београд
Депаданс		 Хотел <i>Radisson Blu</i> , Београд
Бунгалов		 Хотел Златна обала, Сутоморе



Према начину организације смештајног дела хотелског објекта разликујемо коридорски, галеријски и атријумски тип хотела (табела 11). Коридорски тип подразумева смештајне јединице распоређене са обе стране дугог ходника. Код галеријског типа у собе се приступа преко галерија, тј. ходника са чије се једне стране налазе собе, а са друге може бити отворен ка холу хотела или затворен, односно застакљен уколико је окренут ка спољашњости.

**Табела 11.** Типови хотела према начину организације смештајног дела

Типови хотела	Скица	Пример
Коридорски тип хотела		 Хотел <i>Metropol Palace</i> , Београд
Галеријски тип хотела		 Хотел <i>Excelsior</i> , Београд
Атријумски тип хотела		 Хотел <i>Hilton</i> , Праг

Атријумски тип хотела садржи отворено или затворено унутрашње двориште уоквирено смештајним јединицама којима се приступа углавном преко галерија, а ретко могу бити и коридорског типа, када је један број соба оријентисан ка атријуму.

## 2.2 Атријумски тип у архитектури хотелских објеката

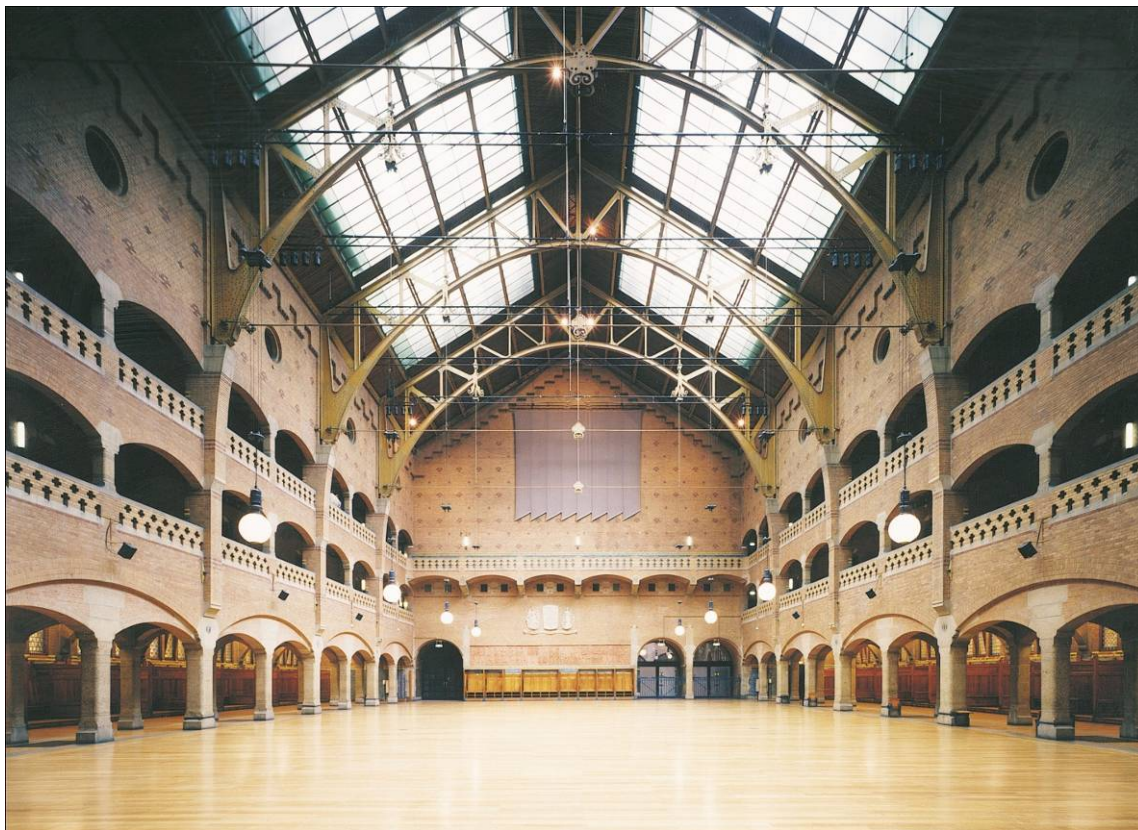
Атријум (латински *atrium*) првобитно је означавао централни део куће, углавном отворен на врху, а са свих страна ограђен објектом. Међу првим познатим примерима употребе атријума појављују се велелепне куће атријумског типа које су се у старом Риму градиле још пре више од 2000 година (слика 9). Код њих је атријум дословно представљао „унутрашње двориште“.



Слика 9. *Casa de los Vettii (Domus Vettiorum)*, Помпеја, Италија. Извор: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vettii2.jpg>

Касније је кроз историју тренд формирања атријума настављен са објектима већег габарита, који су нужно у свом средишту, због диспозиције просторија, имали централно двориште или атријум. У тој врсти објеката атријум је углавном био отворен ради природног осветљења и проветравања. Индустриска револуција у 19. веку доноси велики напредак у производњи стакла и челика, омогућавајући формирање конструкција за покривање атријума. Већи комерцијални објекти, тржнице, галерије, банке и сл. добијају централну дворану затворену стакленим кровом, што чини претечу атријума који данас познајемо. Један од најпознатијих раних примера модерне архитектуре јесте зграда амстердамске берзе, архитекте Hendrik Verlage-a, грађена од 1896-1903. године (слика 10).





Слика 10. Зграда амстердамске берзе, Амстердам, Холандија, арх. Hendrik Berlage. Извор:  
<http://www.beursvanberlage.nl>

Атријум представља главни елемент зграде, како у просторном, тако и у функционалном смислу. Обично је то централни или улазни хол који је наткривен, простран и прозачан. Он не заузима нужно централно место у геометрији објекта, али заузима централно место у психолошком доживљају средишта свих збивања у објекту. У савременој комерцијалној архитектури, атријум све више представља симбол моћи, пространости, велелепности и богатства којим одређени објекат одише. Корисницима пружа динамичан унутрашњи простор заштићен од временских непогода, док у исто време остварује визуелни контакт са спољашношћу. Атријумски тип објеката представља савремени тренд у архитектури комерцијалних објеката у свету, где постоји много примера његове примене. Веома се често користи у архитектури већих комерцијалних објеката, као што су пословне зграде, хотели, тржни центри, аеродроми и слично (Вујошевић, 2014а).

Хотелски објекти већег капацитета веома често изискују формирање већег централног простора који обједињује више функција. Тај се простор углавном налази одмах иза улаза у зграду, чинећи улазни хол пространијим и спремним да прими више различитих корисника, од гостију хотела, до посетилаца ресторана, барова, конференцијских сала и евентуално других садржаја који се у хотелу нуде. Како би се остварио утисак велелепности, а уједно и задовољили сви функционални захтеви, неретко се овај простор централног хола простире кроз више нивоа. Веома често се срећу хотели с улазним холем кроз две спратне висине. Међутим, у случајевима када обликовни, функционални, просторни и други захтеви то предвиђају, централни хол се протеже кроз све етаже до самог врха објекта. Такви простори углавном формирају атријум застакљен на врху који омогућава природно осветљавање централног дела унутар зграде, уједно стварајући утисак велелепности и лепршавости. У свету има много хотела са атријумом и међу њима заиста влада богатство облика и материјализације атријумског простора (Вујошевић, 2014b).

Један од новијих примера архитектуре хотелских објеката са атријумом представља и гранд хотел Камеха (слика 11), који се од 2009. године налази на десној обали Рајне у Бону (Немачка). Пројектант хотела је арх. Карл-Хајнц Шомер (*Karl-Heinz Schommer*) из Бона, а ентеријера холандски дизајнер Марсел Вондерс (*Marcel Wanders*).



Слика 11. Гранд хотел Камеха, Бон. Извор: <http://www.schommer-architekt.de/>

Овај хотел је специфично пројектован, другачије од уобичајеног типа хотела са атријумом који се из централног хола пружа преко галерија смештајних етажа до крова. Код овог хотела, иза улазног хола постоје чак два атријума (слика 12), први

класични отворени (унутрашње двориште) и други затворени (стаклена дворана). Циљ пројектанта био је да се ентеријери великодушно споје, а са друге стране да се креирају различите оазе привременог боравка: лоби са камином, атријум са зелениом и стаклена дворана за разне догађаје повезана са баровима.

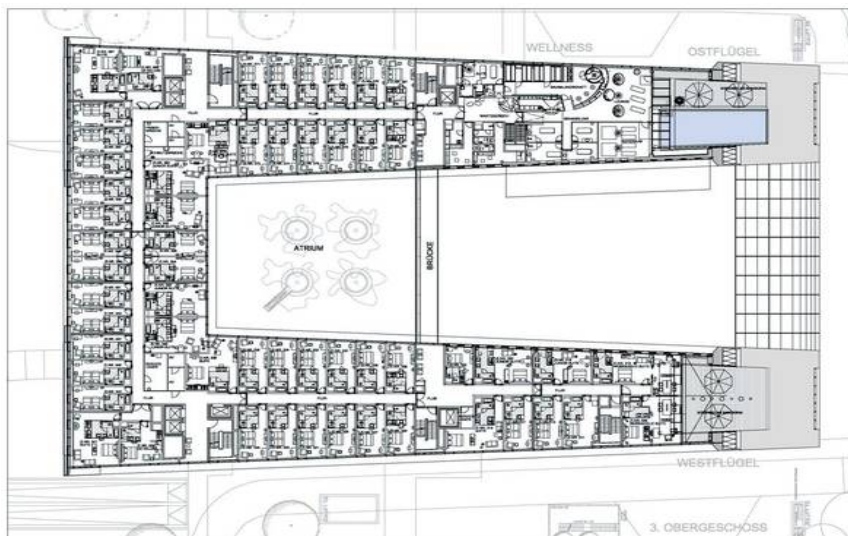


Слика 12. Поглед из ваздуха на хотел Камеха са отвореним и затвореним атријумом Извор: [http://www.bilderbuch-bonn.de/Fotos/oberkassel\\_kameha\\_grand\\_gyrocopter\\_luftbild\\_hotel\\_architektur\\_171582](http://www.bilderbuch-bonn.de/Fotos/oberkassel_kameha_grand_gyrocopter_luftbild_hotel_architektur_171582)

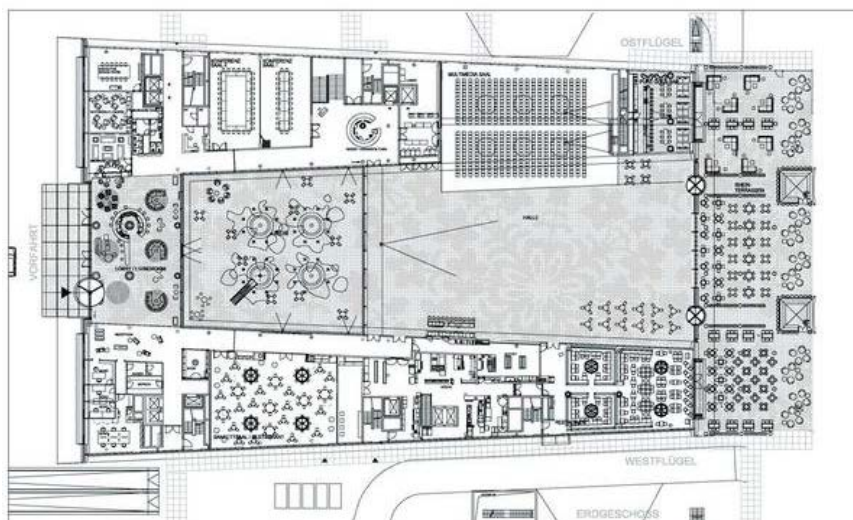
Спратност хотела опада ка реци са шест етажа на три. Зграду сачињавају два крила дуга 104 m и широка 16 m, спојена попречним трактом, која уоквирује централни простор хотела. Крила се трапезасто сужавају према реци, пружајући гостима бољи поглед на реку и формирајући према реци отворен, транспарентан простор. Тиме је госту већ са улаза омогућен поглед кроз целу зграду преко отворене терасе на реку.

Хотел у основи има облик потковице са смештајним етажама коридорског типа са 253 собе и апартмана оријентисаним ка спољашњости и ка атријуму (слика 13). Срце хотела чини велика вишенаменска стаклена дворана која формира мултифункционални простор за догађаје и састанке до 2500 људи и која на транспарентан начин уоквирује унутрашње двориште хотела. Димензијама подсећа на велелепност енглеских стаклених дворана и пасажа из 19. века: висина 21 m, дужина 55 m, ширина од 24-30 m. Хотел садржи још неколико мањих сала за скупове, неколико ресторана и барова, базен на крову и спа центар (слика 14).





Слика 13. Основа трећег спрата хотела Камеха. Извор: <http://www.detail.de/architektur/themen/hotel-kameha-grand-in-bonn-018276.html>



Слика 14. Основа приземља хотела Камеха са партером. Извор: <http://www.detail.de/architektur/themen/hotel-kameha-grand-in-bonn-018276.html>

Хотел Камеха је само један од „зелених“ хотела који се данас у свету граде, о чему ће бити речи у поглављу 2.4. Еколошка одговорност и свеобухватна одрживост императив су у пословању овог хотела. Хотел користи геотермалну енергију за климатизовање преко подних и плафонских системима и бетонских језгара, док се у стакленој дворани додатно користе профили металне конструкције испуњени водом. Поред архитектонских, политика одрживог пословања спроводи се и разним другим мерама, између осталог и набавком производа из окружења у циљу смањења емисије CO<sub>2</sub> током транспорта.

У Београду постоји много стамбених и комерцијалних објеката који својом организацијом простора формирају унутрашње двориште, односно атријум. Међутим, такви атријуми углавном нису наткривени, већ служе за природно осветљавање и проветравање просторија које су ка њему оријентисане. Хотели у Београду који имају неки вид унутрашњег дворишта су Бристол, Москва, Балкан и Ексцелзиор, али та дворишта су изузетно мале површине и без визура, тако да се углавном и не користе.

Савремени архитектонски концепти хотела са наткривеним атријумом који су присутни широм Европе и света, у Србији нису заступљени. Разлози за то су многи, а пре свега се огледају у недостатку изградње великих хотела уопште. Иако је у последње време забележен пораст у броју отворених хотела, углавном се ради о реконструкцијама постојећих објеката. Остаје нада да ће и хотели атријумског типа наћи своју примену у архитектури хотела у Београду и Србији.

### **2.3 Одржива архитектура, енергетска ефикасност и примена пасивних система код хотелских објеката**

Одржива архитектура обухвата веома широк спектар карактеристика које излазе из домена физичког поимања архитектуре. Одржива архитектура производи дуготрајан резултат, користи ресурсе који су доступни у довољној количини да задовоље општу тражњу и не оштећују животну средину, значајно користи локално доступни материјал и локална превозна средства, не зависи од опреме која није лако доступна, одговара локалној клими, користи вештине које се могу реално развити у заједници, обезбеђује флексибилност да се прилагоди локалним навикама и потребама и може се реплицирати од стране локалне заједнице. Одржива архитектура зависи од контекста, јер свака од њених карактеристика је суштински специфичност одређеног контекста и односи се на ресурсе који су на располагању на локалном нивоу, или на обичаје и потребе локалног становништва. Тако се одређена технологија изградње не може класификовати као „одржива технологија“, нити се може претпоставити да ће сертификациони

систем који добро функционише на једном месту, функционисати добро на другом. Али може се проценити потенцијал одређеног процеса да направи валидан допринос одрживој архитектури на датом локалитету.

Одржива архитектура не подразумева само примену савремених технолошких достигнућа како би се смањио негативан утицај објеката на животну средину, већ се она постиже и применом традиционалних концепата градње. Одрживост подразумева уклапање зграда у локални контекст, било да се ради о естетици, природним условима или социо-економском аспекту градње.

Високо-технолошки приступ одрживој архитектури подразумева савремене технолошке концепте као што су системи управљања зградом (контрола климатизације, грејања, хлађења, пожара, осветљења, безбедности, сензорске контроле и др.), начин функционисања зграде, примена високо-ефикасних уређаја, интеграција система за коришћење алтернативних извора енергије, рационално коришћење и штедња енергије у циљу постизања енергетске ефикасности, затим адекватна употреба обновљивих и одрживих материјала, рециклажа материјала, дизајн фасаде, естетика, топлотно понашање зграде, конструктивне карактеристике и слично.

Ниско-технолошки приступ одрживој архитектури подразумева грађење у складу са специфичностима локације, контекстом, локалном климом, околном вегетацијом, локалним и поново употребљеним материјалима, ресурсима и вештинама, доступном опремом, употребом традиционалних метода планирања и градње, узимајући у обзир приступачност, локалне видове превоза, оријентацију и облик зграде, распоред просторија, локални социо-економски контекст и интеракцију међу корисницима.

Одржива архитектура је много више од енергетски ефикасне зграде. Међутим, енергетска ефикасност је најважнија мера која омогућава решавање три актуелна проблема данашњице - еколошки, енвајероментални и енергетски. Смањење потрошње енергије је кључни приоритет, јер „најодрживија енергија је сачувана енергија“ (Wolf, 2010, стр. 2).

Један од начина за постизање енергетске ефикасности у архитектури јесте применом биоклиматских принципа пројектовања. То је пројектовање које је у

складу са природним карактеристикама, ресурсима, климом и живим светом који окружују предметну локацију. Циљеви биоклиматског пројектовања су да се добије објекат који троши мање енергије за грејање, хлађење и климатизацију, да се обезбеде услови за комфоран боравак унутар објекта и да се кроз уштеду енергије обезбеди краткорочни поврат свих додатних трошкова у поређењу са објектима конвенционалне градње. Биоклиматски приступ планирању, пројектовању и грађењу туристичких објеката, нарочито ако се ради о новим објектима, не захтева скоро никакве додатне инвестиције. Најчешће се примењују принципи градње компактних зграда, оријентисање просторија у којима се борави према југу (уз заштиту од прегревања), постављање споредних просторија према северу, одговарајуће уређење терена и слично. „Оно што, међутим, повећава цену радова за 10-20% јесте примена материјала који обезбеђују мању потрошњу енергије. Таква инвестиција је оправдана само ако се исплати за 4-5 година“ (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 213).

Приликом планирања и пројектовања енергетски ефикасних хотелских објеката треба поштовати основна правила која се односе на биоклиматско планирање као што су клима, избор и планирање локације, конфигурација терена, оријентација, изложеност ветру, вегетација, међусобни односи зграда, план уређења терена и нивелациони план (Пуцар *et al.*, 1994).<sup>1</sup>

Побољшање енергетске ефикасности хотелских објеката и смањење загађења животне средине се, између осталог, остварује и употребом обновљивих извора енергије доступних на локацији, која може бити постигнута активним и пасивним системима. Активно прикупљање енергије, које подразумева уграђивање додатних система за пријем и прераду енергије из обновљивих извора, дели хотелске објекте према типу енергије и употребљеног система (табела 12):<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Детаљније о урбанистичким параметрима биоклиматског планирања видети у Пуцар *et al.* (1994). *Биоклиматско планирање и пројектовање: урбанистички параметри*. Београд: Завет.

<sup>2</sup> Активни соларни системи детаљно су обрађени у докторској дисертацији *Примена топлотних пријемника сунчеве енергије у циљу унапређења енергетских перформанси зграда у Београду* (Косорић, 2010) и овде о њима неће бити речи.

**Табела 12.** Класификација хотелских објеката према активним системима прикупљања енергије

Критеријум	Типови хотелских објеката
Активно прикупљање енергије	<ul style="list-style-type: none"> <li>- хотелски објекти са топлотним пријемницима сунчеве енергије</li> <li>- хотелски објекти са фотонапонским панелима</li> <li>- хотелски објекти са геотермалним сондама</li> <li>- хотелски објекти са ветро турбинама</li> <li>- хотелски објекти који користе мале хидроелектране</li> </ul>

Један од најбољих начина за постизање енергетске ефикасности објекта применом биоклиматских принципа пројектовања јесте пројектовањем пасивног сунчевог пријемника у оквиру омотача зграде у виду стакленика, атријума, дупле (двоструке) фасаде или Тромбовог зида (табела 13). Циљ је минимизирати топлотне губитке омотача зграде и искористити сунчеву топлотну енергију за пасивно грејање, при чему се мора водити рачуна о заштити од прегревања, природној вентилацији, хлађењу и осветљавању. Пасивно прикупљање енергије постиже се тако што се цео објекат понаша као пријемник топлоте на основу физичких и термодинамичких принципа, што дели хотелске објекте према елементу којим се то прикупљање постиже. Највећи пасивни пријемник сунчеве енергије је застакљени корисни део зграде који формира стакленик, односно застакљени атријум.

**Табела 13.** Класификација хотелских објеката према примењеним пасивним соларним системима

Критеријум	Типови хотелских објеката
Пасивни соларни системи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- хотелски објекти са стаклеником</li> <li>- хотелски објекти са дуплом фасадом</li> <li>- хотелски објекти са Тромбовим зидом</li> </ul>

За разлику од активних соларних система код којих постоје посебни уређаји за прикупљање енергије, код пасивних система не постоји посебан систем уређаја, већ читав објекат ради као колектор сунчевог зрачења. Пасивни соларни системи представљају збир принципа традиционалних и савремених сазнања које је потребно пажљиво интегрисати у нове и у постојеће објекте. Како се наводи у Maksin, Pucar *et al.*, (2011), „неки од пасивних соларних система не захтевају велика додатна средства (Тромб-Мишелов зид, водени зид, кровни базен). Основна предност пасивног соларног система је што користи конвенционалне елементе зграде који преузимају функције сакупљања, складиштења и расподеле



соларне енергије“ (стр. 230). Значајан елемент система су природни фактори окружења, као што су: клима, конфигурација терена, оријентација, ветар, вегетација, међусобни односи зграда итд. „Суштина архитектуре која користи пасивне соларне системе је у томе да се познавањем и применом физичких закона загревања, хлађења, циркулације ваздуха и топлотним изолацијама, омогући да се сама кућа понаша као регулатор топлоте“ (Maksin, Pucar *et al.*, 2011, стр. 230).

## 2.4 „Зелени“ хотели и смернице за њихово остварење

Будући да је тренд „зелених“ зграда у пуном јеку широм планете, разне светске институције и правна регулатива појединачних земаља дају препоруке за пројектовање, изградњу и функционисање објеката који ће имати што мањи негативан утицај на животну средину. Посебан акценат ставља се на објекте туризма као кључни сегмент за заштиту и обогаћење туристичког производа који је директно зависан од квалитета природног окружења.

„Зелени“ хотели представљају концепт хотелских објеката који су пријатељски настројени према животној средини ефикасним коришћењем ресурса уз континуирано пружање квалитетних услуга. Овај концепт обједињује принципе за постизање одрживе архитектуре и енергетски ефикасних зграда као подврсте, и проширује своје значење и на домен пословања хотела. Односи се на планирање туристичког производа почевши од пројектовања и градње одрживог хотелског објекта, до функционисања и начина одржавања хотела, и напослетку одрживог пословања. Првенствено се одликују очувањем животне средине, воде и других ресурса, ограничавањем потрошње енергије и смањењем чврстог отпада. Активности које се предузимају у функционисању „зелених“ хотела делују у домену набавке ресурса (енергије, воде, хране и осталих производа), коришћењу одговарајуће технологије (нпр. за кухиње, перионице, климатизацију, осветљење и опрему), планирању и контроли процеса (нпр. раздвајање отпада или управљање водом), дизајну хотелског производа (нпр. „зелене“ собе, „зелени“ јеловници) и слично (Alvarez *et al.*, 2001). Један разлога за подстицај развијања овог концепта

јесте и повећана профитабилност. Како се наводи у Maksin, Pucar *et al.* (2011), у неким „зеленим“ хотелима, након добро осмишљеног маркетинга, дошло је до повећане потражње за смештајним капацитетима и до 25% (стр. 214).

Архитектонске мере за постизање „зелених“ хотела обухватају различите елементе. Оријентација ка странама света и природни и створени услови локације дефинишу функционални концепт зграде. Облик зграде треба да буде што компактнији, како би се смањила површина омотача која је изложена спољашњим утицајима. Просторије за боравак треба оријентисати ка југу, без већег засенчења у току зиме и са заштитом од сунца у току лета. Потребно је обезбедити енергетски најефикаснији однос површине и запремине зграде у односу на климатске услове и окружење. Просторије треба топлотно зонирати, односно груписати у складу са њиховим температурним захтевима. Потенцира се коришћење природног осветљења и вентилације. Препоручује се коришћење локалних материјала који захтевају минималан транспорт и нису штетни за животну средину, као и рециклираних материјала и оних који се могу касније рециклирати или поново употребити. Омотач зграде, осим што је потребно да је добро топлотно изолован, пожељно је да има уграђене пасивне и активне соларне системе. Потрошња воде пожељно је да се смањи економичном водоводном арматуром, отпадне воде треба пречишћавати и заједно са падавинама користити за наводњавање зеленила и креирање водених амбијената, а подземне воде треба користити за грејање и хлађење зграде.

Поред наведених активности у домену архитектонског пројектовања, системи за грејање, хлађење и вентилацију и електрични уређаји и осветљење треба да буду енергетски ефикасни, аутоматизовани и да постоји могућност регулације њиховог рада када се просторија не користи. Maksin, Pucar *et al.* (2011) истиче да је посебно важно обезбедити енергетско управљање (менаџмент) и успоставити интелигентни систем мониторинга енергије, посебно у великим туристичким комплексима (стр. 223). Према препорукама Уједињених нација (UNEP, 2012), акценат се у туристичким објектима ставља првенствено на повећање ефикасности ресурса. Пре свега, потребно је максимизирати коришћење обновљивих извора енергије (сунце, вода, ветар). На ефикасну употребу ресурса једнако утиче и техника обликовања пејзажа. Пејзажни радови на побољшању

летњег комфора (попловање, вода у партеру, вегетација, дрвеће, зелени зидови, зелени кровови) могу смањити потребу за хлађењем хотела за 20-100% (*Hotel Energy Solutions*, 2012). Најбоље је задржати што више локалног пејзажа, укључујући и постојеће дрвеће. За нове засаде треба разматрати само аутохтоно биље које ће минимизирати употребу воде и потребу за ђубривом. Оно ће се такође добро уклопити у природни екосистем и локални живи свет. Што се техничких система на објекту тиче, подстиче се примена пасивне и природне вентилације која се постиже ефектом „димњака“ у атријумским зградама убацивањем хладнијег ваздуха на дну и издизањем топлог ваздуха у вис. Природно осветљење се максимизира изградњом светларника и атријума прекривеног транспарентним материјалом који такође пружа добро осветљење просторија које гледају на њега. Енергетски ефикасно осветљење може смањити потрошњу енергије за осветљење за трећину, док се уз употребу сензора за покрет, уштеда креће од 40-50% у односи на традиционалну зграду.

У циљу креирања смештајних капацитета који немају лош утицај на околину, Америчка хотелска асоцијација препоручује хотелијерима формирање одбора за животну средину који би био одговоран за доношење и спровођење плана за коришћење енергије, воде и чврстог отпада, уз праћење информација о употреби електричне енергије, гаса, воде и отпада на месечном и годишњем нивоу. Такође, препоручује се инсталирање лед осветљења и дигиталних термостата у хотелу, као и инсталирање тушева са мањим протоком и економичнијих водокотлића у собама за госте. За заштиту животне средине значајна је имплементација програма рециклаже, као и имплементација програма рециклаже опасних материја који се налазе у сијалицама, батеријама и слично, а сав канцеларијски папир мора имати преко 20% рециклираног садржаја.

На европском нивоу од 2008. године функционише међународни пројекат *Hotel Energy Solutions* који пружа информације, техничку подршку и обуку за помоћ малим и средњим предузећима у туризму да повећају своју енергетску ефикасност и употребу обновљивих извора енергије. Пројекат пружа могућност хотелима да смање загађење животне средине и трошкове, и тако повећају пословни профит.

## 2.5 Корпоративна одговорност хотелских компанија и одрживост хотела

Хотели који припадају хотелским ланцима генерално су активнији у питањима заштите животне средине него хотели у индивидуалном власништву и управљању од којих многи чине мала и средња предузећа. Различити фактори доприносе овој ситуацији. Прво, од великих компанија се све више захтева да покажу посвећеност природи и друштву у циљу одржавања доброг имиџа. Као резултат тога, већина хотелских ланаца спроводи политике и програме заштите животне средине. Друго, финансијска средства хотелских ланаца углавном су виша од оних хотела који су у индивидуалном власништву.

Веће компаније имају већи утицај на животну средину. Када је реч о загађењу, употреби ресурса и резултујућем отпаду, Bohdanowicz (2001), износи податак да скоро 200 милиона гостију производи годишње 160-200 kg угљен-диоксида по m<sup>2</sup> хотелске собе, односно 1 kg отпада дневно по госту, односно 39 TWh енергије годишње. Поред тога, чињеница да ова врста привреде има видљив утицај на животну средину, да је лакше контролисати централизоване изворе загађења, као и то да они представљају узор мањим компанијама, оправдава велики притисак који велике хотелске компаније трпе од свих актера (Alvarez *et al.*, 2001). Штавише, изложеност притиску заинтересованих страна расте са величином компаније (Tzschentke *et al.*, 2004). Ова чињеница, такође, утиче на менаџмент хотела да развије напреднији систем управљања заштитом животне средине, јер има више средстава за инвестирање, формалније управљање и могућност економије обима за поновну употребу, рециклажу или вредновање отпада. Дакле, хотели великих димензија развијају обимније праксе управљања заштитом животне средине од хотела мањих димензија (Alvarez *et al.*, 2001), што значи да се еколошке перформансе пропорционално смањују са величином (Tzschentke *et al.*, 2004). Другим речима, велики хотели ће лакше од мањих постајати еколошки одговорнији, јер генерално могу да приуште веће инвестиције. Доступност ресурса може представљати разлог да хотел постане одржив.

Припадност хотела хотелском ланцу, било да је у питању франшизна припадност или уговор о управљању, у великој мери утиче на политику коју хотел, односно

ланац води према разним питањима, па тако и према питању заштите животне средине. Хотелски ланци теже да стандардизују своје активности, што побољшава њихову репутацију, а у исто време им даје корист од економије обима, што доприноси повећању ефикасности (Alvarez *et al.*, 2001). Они преносе знање о томе које активности на заштити животне средине треба развијати и како их ефикасно спровести, што је теже реализовати на нивоу индивидуалног хотела. Чак се одређене новине тестирају на појединим јединицама и, ако се покажу успешним, дистрибуирају се међу осталима. Хотелски ланац, такође „намеће минималне или заједничке норме за заштиту животне средине у циљу уједињења погледа на животну средину“ (Вегођа, Marion, 2008).

Сви велики хотелски ланци данас постављају одрживост као императив пословања. Четири највеће хотелске групације премашују бројку од 600.000 соба широм света захваљујући развојној стратегији фокусираној на франшизингу: *IHG* (*Intercontinental Hotels Group*), *Hilton Worldwide*, *Marriot International* и *Wyndham Hotel Group* (табела 14).

**Табела 14.** Десет највећих светских хотелских групација у 2011. години. Извор: *MKG Hospitality database*, 2011

Top ten worldwide hotel groups at Jan. 1st. 2011							
RANK	GROUPS	HOTELS 2011	HOTELS 2010	EVOL. HOTELS	ROOMS 2011	ROOMS 2010	EVOL. ROOMS
1	1 IHG	4 437	4 432	5	647 161	643 787	0,5%
2	3 HILTON WORLDWIDE	3 689	3 526	163	605 938	587 813	3,1%
3	2 WYNDHAM WORLDWIDE	7 152	7 112	40	605 713	597 674	1,3%
4	4 MARRIOTT INTERNATIONAL	3 446	3 329	117	602 056	580 876	3,6%
5	5 ACCOR	4 229	4 111	118	507 306	492 675	3,0%
6	6 CHOICE HOTELS	6 142	6 021	121	495 145	487 410	1,6%
7	8 STARWOOD HOTELS & RESORTS	1 041	979	62	308 700	291 638	5,9%
8	7 BEST WESTERN	4 015	4 048	-33	307 155	308 477	-0,4%
9	9 CARLSON HOSPITALITY	1 078	1 059	19	165 061	159 756	3,3%
10	10 HYATT HOTEL CORPORATION	423	399	24	120 806	120 031	0,6%

Што се светских брендова тиче, *Best Western* са својим маркетиншким стратегијама истрајава чак и када његова понуда опада (табела 15). Исто важи за *Holiday Inn*. Четири бренда су имала висок раста током 2010. године: *Ibis* и *Mercure* (*Accor*), затим *Crowne Plaza* (*IHG*) и *Hampton Inn* (*Hilton Worldwide*).

**Табела 15.** Двадесет највећих светских хотелских брендова у 2011. години. Извор: *MKG Hospitality database, 2011*

Top twenty worldwide hotel brands at Jan. 1st. 2011									
RANK	BRANDS	GROUPS	HOTELS 2011	HOTELS 2010	EVOL. HOTELS	ROOMS 2011	ROOMS 2010	EVOL. ROOMS	
1	1	BEST WESTERN	BEST WESTERN	4 015	4 048	-33	307 155	308 477	-0,4%
2	2	HOLIDAY INN	INTERCONTINENTAL HOTELS GROUP	1 247	1 319	-72	230 117	240 568	-4,3%
3	4	MARRIOTT HOTELS RESORTS	MARRIOTT INTERNATIONAL	554	545	9	204 019	198 755	2,6%
4	3	COMFORT INNS & COMFORT SUITES	CHOICE	2 621	2 603	18	202 132	201 165	0,5%
5	5	HILTON HOTELS	HILTON	547	535	12	192 866	192 726	0,1%
6	6	EXPRESS BY HOLIDAY INN	INTERCONTINENTAL HOTELS GROUP	2 075	2 069	6	191 228	188 007	1,7%
7	7	HAMPTON INN	HILTON	1 817	1 740	77	178 353	171 253	4,1%
8	8	DAYS INN OF AMERICA, INC.	WYNDHAM HOTEL GROUP	1 859	1 858	1	148 155	149 633	-1,0%
9	9	SHERATON HOTELS & RESORTS	STARWOOD	401	392	9	141 500	139 411	1,5%
10	10	SUPER 8 MOTELS	WYNDHAM HOTEL GROUP	2 156	2 137	19	134 827	132 876	1,5%
11	12	COURTYARD	MARRIOTT INTERNATIONAL	892	858	34	131 069	125 206	4,7%
12	11	QUALITY INNS, SUITES & RESORTS	CHOICE	1 389	1 354	35	128 092	127 747	0,3%
13	13	RAMADA WORLDWIDE	WYNDHAM HOTEL GROUP	894	910	-16	117 842	118 880	-0,9%
14	15	IBIS	ACCOR	900	861	39	107 735	102 167	5,4%
15	14	MOTEL 6	ACCOR	1 090	1 060	30	107 646	105 651	1,9%
16	16	CROWNE PLAZA HOTELS & RESORTS	INTERCONTINENTAL HOTELS GROUP	388	366	22	106 155	100 994	5,1%
17	17	HYATT HOTELS	GLOBAL HYATT	223	221	2	94 694	97 023	-2,4%
18	18	RADISSON HOTELS WORLDWIDE	CARLSON HOSPITALITY	423	422	1	94 557	94 659	-0,1%
19	20	MERCURE	ACCOR	724	699	25	90 078	85 639	5,2%
20	19	JIN JIANG (*)	JIN JIANG	NC	546	-	NC	89 251	-

Европа чини скоро половину светског хотелског тржишта. У Европској унији *Accor* је највећа хотелска групација, са скоро 250.000 соба далеко испред конкуренције (табела 16). Најновији подаци откривају појаву преко 23.000 нових соба у европским хотелским ланцима у 2011. години, што је раст од 1,6%.

**Табела 16.** Десет највећих европских хотелских групација у 2011. години. Извор: *MKG Hospitality database, 2011*

Top ten hotel groups in the European Union at Jan. 1st. 2011								
RANK	GROUPS	HOTELS 2011	HOTELS 2010	HOTELS GROWTH	ROOMS 2011	ROOMS 2010	ROOMS GROWTH	
1	1	ACCOR	2 272	2 231	41	246 665	242 288	1,8%
2	2	BEST WESTERN	1 309	1 289	20	89 092	87 017	2,4%
3	3	INTERCONTINENTAL HOTEL GROUP	545	548	-3	84 653	84 522	0,2%
4	4	GROUPE DU LOUVRE	942	995	-53	66 705	71 544	-6,8%
5	5	NH HOTELES	354	352	2	51 121	50 502	1,2%
6	7	CARLSON EUROPE /REZIDOR	247	228	19	49 237	44 471	10,7%
7	6	SOL MELIA	204	203	1	44 531	45 960	-3,1%
8	8	TUI	164	158	6	41 639	39 914	4,3%
9	9	HILTON INTERNATIONAL	177	163	14	41 214	39 713	3,8%
10	10	WHITBREAD	588	579	9	40 975	39 142	4,7%

Највећа светска хотелска групација са преко 4.400 хотела широм света, *Intercontinental Hotels Group*, дефинише одрживост као мисију и стандард бренда (*Environmental sustainability*, 2014). Одрживост је један од циљева њеног пословања, поред квалитета услуга или прихода. С обзиром на то да свакодневно долази у додир са хиљадама локалних заједница и милионима људи, за компанију је важно да послује одрживом праксом која пружа задовољство гостима и чува окружење.

*Intercontinental Hotels Group* идеју о одрживости животне средине спроводи кроз *IHG Green Engage* систем управљања енергијом, емисијом угљен-диоксида, отпадом и водним ресурсима. Систем управљања одрживошћу показује хотелима шта могу да ураде да смање свој утицај на животну средину, од смањења употребе енергије и очувања воде до смањења отпада. Коришћење овог система за праћење еколошких перформанси хотела и предузимање акција за њихово побољшање такође помаже хотелима да управљају трошковима.

*IHG Green Engage* систем је програм одрживости присутан широм *Intercontinental* хотелске групе. Омогућава хотелима праћење, мерење и извештавање о потрошњи енергије и воде, емисијама угљен-диоксида и количини отпада, предлажући више од 200 решења за смањење утицаја на животну средину и повећање одрживости. Подржава хотеле у креирању акционих планова за заштиту животне средине, чини хотеле исплативијим и побољшава ниво услуге коју хотели пружају гостима. Овај систем је од 2012. године утицао на повећање енергетске ефикасности и смањење трошкова за енергију за 25%, на смањење емисије угљен-диоксида за 3% и смањење потрошње воде за 4,2% (*Environmental sustainability*, 2014). Систем препознаје напредак кроз четири нивоа сертификације. Глобални стандард који морају да испуне сви хотели у групацији представљен је 2014. године, а већ до краја 2015. сви хотели треба да задовоље први ниво сертификације.

Очување биодиверзитета је важно опредељење ове групације хотела, а одговорно пословање се пре свега односи на свођење узнемиравања животиња, биљака и њихових природних станишта на минимум. У оквиру *IHG Green Engage* система развијено је низ препорука у циљу очувања локалне флоре и фауне и регионалног екосистема, како би се спречио негативан утицај од пословања хотела.

Подстицањем гоститују да смање потрошњу ресурса и користе одржива превозна средства развија се њихова свест о учешћу у заштити животне средине. Хотели подстичу еколошки оријентисано понашање инсталирањем станица за снабдевање хибридних возила електричном енергијом, као у случају *Intercontinental* хотела у Сан Франциску.

*Intercontinental* хотелска групација имала је главну улогу у развоју хотелског стандарда за емисију угљен-диоксида *Hotel Carbon Measurement Initiative (HCMI)*, и прва га је увела у праксу 2012. године у оквиру *IHG Green Engage* система. Повод је да се сагледава директна емисија гасова од сагоревања фосилних горива у хотелу, као и индиректна емисија гасова од електричне, топлотне и енергије за хлађење набављене за нормално функционисање зграде. Циљ компаније је смањити емисију угљен-диоксида за 12% до 2017. године (у односу на почетну 2012. годину). До 2014. године је емисија смањена за 3%.

Што се тиче управљања отпадом, хотели праве план којим се дефинише како ће се складиштити и одлагати отпад, како на локацији тако и ван ње. Преко 200 хотела у оквиру САД сарађује са фондацијом која прикупља и рециклира одбачене сапуне и шампоне из хотела и дистрибуира их сиромашним становницима да би се спречиле болести повезане са хигијеном. Кроз пажљиво планирање менија у ресторанима користе се сезонски доступни састојци и смањује се количина отпада од хране. Систем подстиче хотеле да користе програм донације хране где год је то могуће.

Многи делови света сусрећу се с недостатком воде за пиће, а очекује се да климатске промене погоршају постојеће стање. Систем *IHG Green Engage* пружа хотелима водич за технологије и процесе уштеде воде. Преко 40% воде се користи у хотелима за тушеве, тоалете, славине и кухиње, али инсталирање водоводних арматура са малим протоком би смањило ту потрошњу.

Као подршка развоју одрживих хотела, *IHG* је развила *on-line* платформу *Innovation Hotel* на којој су доступне одрживе идеје, технологије, интеграција са *IHG Green Engage* системом, као и примери добре праксе који показују како би хотел будућности требало да изгледа.



Осим наведеног, хотелски ланци имају дефинисане смернице и упутства за све сегменте пословања, од пројектовања и изградње објеката, до управљања и одржавања хотела у свом бренду. Један од њих, највећи европски и пети у свету ланац хотела *Accor*, у смерницама за пројектовање нпр. захтева потрошњу енергије у границама од 200-400 kWh/m<sup>2</sup> годишње, те приликом пројектовања и градње хотела нарочито препоручује примену сертификационих система као што су *LEED* (САД и Азија), *BREEAM* (Велика Британија), *GREENSTAR* (Аустралија), *HQE* (Француска), *MINERGIE* (Швајцарска) или *PASSIVHAUS* (Немачка). У табели 17 приказане су неке опште смернице за одрживу градњу и обнову хотела који послују у хотелском ланцу *Accor*.

**Табела 17.** Опште смернице за градњу и обнову хотела у хотелском ланцу *Accor*. Извор: *Accor Hospitality, nd*.

<b>Интеграција у окружење</b>	
Опште	Интеграција у локалну архитектуру и окружење је кључни услов. Пројекат и градња хотела треба да узме у обзир могућности и ограничења локације, као што су локално доступни материјали или обновљиви извори енергије, доступност воде за пиће, кишница, третман отпадних вода.
Однос према суседима	Хотел пројектовати тако да минимизира ометање суседних објеката у смислу природног осветљења, ефекта ветра на суседним објектима, биљака, довода ваздуха, буке, непријатних мириса, визуелног изгледа.
Енергија	Архитектура треба да се прилагоди локалној клими и обухвати пасивну оптимизацију енергије.
Вода	Несташицу воде треба узети у обзир код примене технологија за уштеду воде.
Биодиверзитет	Када локација поседује постојеће зеленило и друге природне карактеристике пре изградње хотела, хотелска зграда и њен облик треба да воде рачуна о очувању или премештању таквих постојећих елемената. Пејзажно уређење треба да фаворизује локалне биљне врсте.
Загађење локације	Истраживање животне средине и загађења локације спровести од стране квалификованог стручњака пре изградње. Било какве загађујуће или штетне материјале и производе уклонити са локације пре почетка изградње.
Транспорт	Пешачке и бицикличке стазе морају постојати до места јавног превоза. Хотелски паркинг треба да обухвата и површину посвећену бициклима.
<b>Материјали за градњу</b>	
Опште	Приступ пројектима треба да буде „Смањити, поново употребити и рециклирати“ ( <i>Reduce, Re-use and Recycle</i> ) где год је могуће. Фаворизује се коришћење локално расположивих материјала.
Дрво	Дрво коришћено у изградњи и у готовом хотелу мора потицати из одрживих извора и имати за то признат сертификат ( <i>Forest Stewardship Council - FSC</i> ).
Азбест	Испитивање азбеста на постојећем објекту треба да спроведе квалификована особа. Постојећи материјал који садржи азбест треба уклонити пре почетка градње. Материјале који не чине део постојећег објекта уклонити и одложити у одобреном објекту за одлагање, у складу са важећим прописима. Грађевински материјал не сме садржати азбест. Извођачи треба да обезбеде о томе потврду.

<b>Енергија</b>	
Опште	Архитектура мора да се прилагоди локалној клими уз примену пасивне енергетске оптимизације: <ul style="list-style-type: none"> <li>- одговарајућа оријентација зграде, локација и величина прозора или других стаклених површина, осунчање, природно осветљење,</li> <li>- добра топлотна изолација, елиминисање топлотних мостова, ветробрани,</li> <li>- оптимизација изграђене површине, димензионисање машинске опреме.</li> </ul>
Надзор	Мерни системи свих енергетских потрошача морају бити укључени према главној врсти употребе, као што су топла вода, кухиња, грејање, хлађење.
Климатизација, грејање и хлађење	Димензионисање свих машинских и електро система и опреме мора бити оптимизирано у фази пројектовања. Предвидети енергетске системе за континуално напајање. Доток свежег ваздуха оптимизирати тако да уводи у зграду само онолико колико је потребно у зависности од заузетости просторије (према радном времену кухиње, заузетости ресторана и сала за састанке). Чилери морају бити високо ефикасни. Хлађење са CFC/HCFC је забрањено. Гасни котлови морају садржати најмање једну кондензациону јединицу. У циљу ограничења губитака у дистрибуцији и оптимизацији ефикасности производње, температура топле воде за грејање не сме прећи 50°C, а хладна вода не сме бити испод 8°C. Подно грејање ће радити на (врло) ниској температури (max 30°C). Водоводне цеви и клима канали морају бити добро изоловани: енергетски губици у дистрибуцији морају бити мањи од 7% (водовод) и 5% (ваздушни водови). Циркулационе пумпе и вентилатори морају имати променљиви број обртаја мотора.
Санитарна топла вода	Соларну производњу топле воде применити кад год климатски и економски услови дозвољавају.
Осветљење	Осветљење у собама и на јавним местима мора бити у значајном делу нискоенергетско: флуоресцентне лампе, LED лампе. Када су потребне нисконапонске халогене лампе, користити само високо ефикасне од 20W или 35W. У свим другим областима користити само нискоенергетску опрему (иза зграде, на паркиралиштима, за спољну расвету, сигнализацију). Спољно осветљење контролисати тајмером и фото-ћелијама. Осветљење у собама контролисати главним прекидачем (картицом - кључем, или на други начин). Осветљење контролисати сензорима у просторима као што су просторије за састанке, споредне просторије и ходници, подручја за фитнес, базен. Осветљење фасаде мора бити високо ефикасно и ниске УВ емисије ради смањења светлосног загађења.
<b>Вода</b>	
Надзор	Треба свести потрошњу воде на минимум, без утицаја на комфор гостију. Мерни систем потрошене воде мора имати под-метре на главним тачкама употребе, као што су припрема топле воде, кухиња и сл.
Ефикасна опрема и прибор	Регулаторе протока воде поставити на свим умиваоницима (6 литара /mn), ручним тушевима (9-12 литара /mn), плафонским тушевима (20 литара /mn). Водокотлићи могу имати највише 6 литара и 2 тастера (мали и редовни проток) Умиваонике и писоаре у јавним тоалетима опремити контролисаним инфра црвеним славинама. Умиваонике и писоаре у тоалетима особља, опремити славинама на додир.
Пејзаж	Пејзажно уређење пројектовати тако да захтева минимално додатно наводњавање и интегрисати у пројекат ефикасну опрему за наводњавање.
Несташица воде	На местима где је годишње обновљиво снабдевање водом квалификовано као екстремно оскудно треба извршити комплетну процену утицаја водних ресурса, као и економску процену свих могућих решења (нпр. рециклажа кишнице и сиве воде, пејзажно уређење са биљкама ниске потрошње воде).

<b>Кишница</b>	
Опште	Хотели морају бити пројектовани тако да задовољавају природни циклус упијања кишнице у терен и на тај начин спрече преоптерећење јавне канализације, поплаве и загађење низводних области или водених токова, и треба да промовишу очување воде за пиће.
Смањење одлагања	Задржавање воде кроз засађена подручја, баре, подземне резервоаре, предимензионирану дренажу, ровове, влажне зелене површине, потоке. Регулисање протока отпадне воде (природни гравитациони систем или са пумпама).
Природни циклус воде	Ровови, одводни ровови, травнати паркинг простори, потопни путеви, баре или цистерне за задржавање.
Поновна употреба кишнице	Заливање баште и чишћење система (уштеда питке воде). Инсталације за испирање тоалета (предмет изводљивости). Цистерне противпожарне воде. Декоративне пејзажне функције, као што су језера, фонтане.
Превенција загађења	Раздвајање и отакање нафтних производа са спољних паркиралишта.
<b>Отпадне воде</b>	
Третман вода	Отпадне воде или успешно третирати колективним постројењем или преко индивидуалног постројења за третман отпадних вода. Прихватач масти инсталирати на кухињским одводима.
Рециклирање воде	Изводљивост рециклаже кишнице или сиве воде препустити стручњаку.
<b>Отпад</b>	
Селективно сортирање	Сваки хотел организује селективно сортирање смећа. За ту сврху, неколико просторија или области треба пројектовати тако да одвојено примају: враћене празне флаше, органски отпад, картон, стакло, метал, лименке, папир.
<b>Захтеви у току градње</b>	
Животна средина	Извођач треба да успостави и спроведе следеће мере: <ul style="list-style-type: none"> <li>- процес управљања градилиштем, штитићи суседство од узнемиравања,</li> <li>- политику управљања отпадом ради смањења расипања материјала и осигурања да се велики проценат отпада са градилишта рециклира.</li> </ul>
Друштвена средина	Извођач треба да спроведе следеће захтеве: <ul style="list-style-type: none"> <li>- да поштује принципе основних споразума Међународне организација рада и да се понаша у складу са важећим локалним прописима,</li> <li>- да користи локалну радну снагу и поштује локалне обичаје,</li> <li>- недискриминише у односу на пол, расу, веру и политичку припадност,</li> <li>- да одбије телесно кажњавање, психичко и сексуално узнемиравање,</li> <li>- да уведе план заштите и безбедности на раду, укључујући процес надзора.</li> </ul>

Одрживост је основни услов за развој хотелске привреде. Њена примена требало би да почне од почетне фазе пројекта. Од 2006, године *Accor* је покренуо програм одрживог развоја *Earth Guest*. У односу на очување животне средине, сви хотели деле исти глобални алат за управљање *Accor Hotels Environment Charter*, заснован на 65 акција (слика 15). Сви важећи прописи и стандарди морају бити испуњени, а произвођачи и добављачи треба да послују у складу са препорукама ове повеље.



Слика 15. Повеља Accor хотелског ланца о животној средини. Извор: <http://www.accorhotels-group.com/en/sustainable-development.html>

## 2.6 Сертификација енергетски ефикасних и „зелених“ хотелских објеката

Заштита животне средине и очување природе обрнуто су пропорционални количини енергије која се троши у објектима на разне процесе. Стога је у већини друштава присутна обавеза да се грађевински објекти рангирају према потрошњи енергије, чиме би се стекао увид у њихове енергетске перформансе и омогућило фаворизовање објеката са нижом потрошњом. Поред националних сертификационих система који су обавезни за примену у датој држави и углавном се базирају на количини енергије која је потребна за климатизовање простора уз услов остварења комфора боравка, постоје и независни међународни системи сертификације „зелених“ зграда који нису обавезни за примену већ се користе према жељи инвеститора и који осим енергетске потрошње сагледавају шири спектар чинилаца од значаја за очување животне средине и ресурса.

Потписивањем уговора са Енергетском заједницом, Република Србија преузела је обавезу имплементације европских директива у национално законодавство, од којих је за област архитектуре најзначајнија Директива 2010/31/EU о енергетским својствима зграда (*EPBD*, 2010). Ова директива поставља захтеве у погледу опште методологије израчунавања енергетских својстава зграда, примене захтева за енергетске карактеристике нових зграда и постојећих објеката који су предмет обимније обнове, побољшања енергетских својстава омотача зграде и техничких система у згради. Такође се односи на повећање броја зграда скоро нулте потрошње енергије, енергетско сертификавање зграда и редовну контролу техничких система за грејање, хлађење и климатизацију у зградама.

Доношењем Правилника о енергетској ефикасности зграда (2011) и Правилника о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (2011), дефинисан је поступак за прорачун енергетских карактеристика зграде и сврставање зграда у енергетске разреде.

Према важећем Закону о планирању и изградњи (2011), објекти високоградње, у зависности од врсте и намене, морају бити пројектовани, изграђени, коришћени и одржавани на начин којим се обезбеђују прописана енергетска својства. Прописана енергетска својства утврђују се издавањем сертификата о енергетским својствима објекта који издаје овлашћена организација и који чини саставни део

техничке документације која се прилаже уз захтев за издавање употребне дозволе (као обавезан технички прилог у фази тражења грађевинске дозволе, потребно је приложити елаборат о енергетској ефикасности). Сертификат о енергетским својствима објекта садржи израчунате вредности потрошње енергије у оквиру одређене категорије зграда, енергетски разред и препоруке за побољшање енергетских својстава зграде. Годишња потребна енергија за грејање и хлађење, припрему санитарне топле воде, вентилацију и осветљење, према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011), рачуна се у складу са стандардима SRPS EN ISO 13790, SRPS EN 15316, SRPS EN 15241, SRPS EN 15243, SRPS EN 15316-3, SRPS EN 15193, као и националним специфичностима датим у Прилогу 6 Правилника. Класификација у енергетске разреде се врши на основу релативне вредности годишње потрошње финалне енергије за грејање [%] и представља процентуални однос специфичне годишње потребне топлоте за грејање  $Q_H$  [kWh/m<sup>2</sup>a] и максимално дозвољене  $Q_{H,max}$  [kWh/m<sup>2</sup>a] за одређену категорију зграда. Према Правилнику о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (2011), зграде намењене туризму и угоститељству имају посебне граничне вредности за сврставање у енергетске разреде (табела 18).

**Табела 18.** Енергетски разреди зграда намењених туризму и угоститељству. Извор: Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, 2011

Зграде намењене туризму и угоститељству		Нове зграде	Постојеће зграде
Енергетски разред	$Q_{H,rel}$ [%]	$Q_H$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$Q_H$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
A+	≤ 15	≤ 14	≤ 15
A	≤ 25	≤ 23	≤ 25
B	≤ 50	≤ 45	≤ 50
C	≤ 100	≤ 90	≤ 100
D	≤ 150	≤ 135	≤ 150
E	≤ 200	≤ 180	≤ 200
F	≤ 250	≤ 225	≤ 250
G	> 250	> 225	> 250

Зграде се сврставају у осам енергетских разреда према енергетској скали од „A+“ до „G“, с тим да „A+“ означава енергетски најповољнији, а „G“ енергетски најнеповољнији разред. Енергетски разред нове зграде мора бити најмање „C“, према томе, дозвољена максимална годишња потрошња финалне енергије за грејање нових зграда намењених туризму и угоститељству износи  $90 \text{ kWh/m}^2$ .

За разлику од поменуте класификације према домаћим стандардима, инострани прописи приликом сретификовања објеката узимају у обзир укупну енергију потребну и за грејање и за хлађење објеката и проширују типологију на објекте који троше што мање енергије. Тако је настао стандард пасивних зграда чија је граница потрошње енергије за грејање и хлађење до  $15 \text{ kWh/m}^2$  годишње, затим категорија објеката са скоро нултом потрошњом енергије (*zero-energy*) и зграде које производе више енергије него што им је потребно (*positive-energy building*).<sup>3</sup>

Један од најважнијих фактора који утиче на потрошњу енергије у згради јесу термичке карактеристике омотача зграде, односно његов пролаз топлоте изражен коефицијентом (табела 19). Прорачунска вредност коефицијента пролаза топлоте мора да буде мања или једнака максимално дозвољеној.

**Табела 19.** Највеће дозвољене вредности коефицијента пролаза топлоте за омотач зграде. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

Опис елемента / система	Коеф. проласка топлоте за нове зграде $U_{\text{max}}[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$
Спољни зид	0,30
Раван кров изнад грејаног простора	0,15
Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	1,50
Стаклени кровови, изузимајући зимске баште, светлосне куполе	1,50
Спољна врата	1,60
Међуспратна конструкција испод/изнад негрејаног простора	0,30
Под на тлу	0,30

<sup>3</sup> Према EPBD (2010), сви нови објекти грађени после 2020. године у Европској унији морају имати скоро нулту потрошњу енергије која треба да буде покривена у значајној мери из обновљивих извора. Данас таквих објеката има мање од 1%. У већини градова у Немачкој већ важи правило да се нове и реновиране јавне зграде раде као пасивне зграде. У Француској нове и реновиране зграде од 2012. морају трошити мање од  $50 \text{ kWh/m}^2$  енергије годишње, а све нове зграде од 2020 ће морати да имају позитиван енергетски биланс (*positive-energy building*).

Правилником о енергетској ефикасности зграда (2011), дефинисани су и пројектни параметри за разне врсте објеката високоградње. Хотелски објекти нису посебно изложени, али су приказани захтеви примењиви за хотелске објекте, јер се они сами састоје од простора различитих намена, као што су смештајне јединице, ресторани, пословни и комерцијални простори и простори за састанке (табела 20).

**Табела 20.** Прорачунски подаци за пројектовање хотелских објеката. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

Улазни подаци	Стамбена зграда са више станова	Пословна зграда	Ресторани	Трговински центри	Сале за састанке	Јединица
Унутрашња пројектна температура за зимски период	20	20	20	20	20	°C
Унутрашња пројектна температура за летњи период	26	26	26	26	26	°C
Површина по особи (заузетост)	40	20	5	10	5	m <sup>2</sup> /per
Одавање топлоте по особи	70	80	100	90	80	W/per
Одавање топлоте људи по јединици површине	1,8	4,0	20	9,0	16	W/m <sup>2</sup>
Присутност током дана (просечно месечно)	12	6	3	4	3	h
Годишња потрошња електричне енергије по јединици површине грејаног простора	30	20	30	30	20	kWh/m <sup>2</sup>
Проток свежег ваздуха по јединици површине грејаног простора	0,7	0,7	1,2	0,7	1,0	m <sup>3</sup> /(h×m <sup>2</sup> )
Проток свежег ваздуха по особи (оброк по особи)	28	14	6	7	5	m <sup>3</sup> /(h×per)
Топлота потребна за припрему СТВ по јединици површине грејаног простора	20	10	60	10	10	kWh/m <sup>2</sup>

За прорачун емисије угљен-диоксида настале функционисањем система за климатизацију простора, користи се податак о примарној количини потребне енергије у згради. За разлику од финалне енергије која представља прорачунску вредност енергије потребне за климатизовање простора без обзира на врсту енергента, примарна енергија узима у обзир и врсту енергента који се користи за рад техничких система. Стога се годишња примарна енергија за рад техничких система добија множењем годишње финалне енергије фактором претварања за одређени енергент (табела 21).



**Табела 21.** Фактори претварања за прорачунавање годишње примарне енергије за поједине врсте извора топлоте. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

Енергент	Фактор претварања
уље за ложење	1,2
гас	1,1
угаљ	1,3
дрвена биомаса	0,1
електрична енергија	2,5
даљинско грејање на фосилна горива	1,8
даљинско грејање когенерацијом	1,0

Емисија угљен-диоксида која настаје приликом рада техничких система за климатизацију одређује се на основу података специфичне емисије угљен-диоксида за поједине врсте енергената и узима у обзир годишњу примарну енергију (табела 22). Показатељи емисије угљен-диоксида, произашли као последица рада техничких система, исказују се у облику годишњих емисија угљен-диоксида (kg/a), или годишњих емисија угљен-диоксида по јединици површине унутар термичког омотача зграде (kg/ m<sup>2</sup>a).

**Табела 22.** Специфичне емисије CO<sub>2</sub> за поједине врсте енергената. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

Енергент	По јединици горива	По јединици енергије
земни гас	1,9 kg/m <sup>3</sup>	0,20 kg/kWh
течни нафтни гас	2,9 kg/kg	0,215 kg/kWh
екстра лако уље за ложење	2,6 kg/l	0,265 kg/kWh
лако уље за ложење	3,2 kg/kg	0,28 kg/kWh
даљинска топлота	0,33 kg/kWh	0,33 kg/kWh
електрична енергија	0,53 kg/kWh	0,53 kg/kWh
смеђи угаљ (домаћи)	1,5 kg/kg	0,32 kg/kWh
смеђи угаљ (страни)	1,88 kg/kg	0,40 kg/kWh
лигнит (домаћи)	1,0 kg/kg	0,33 kg/kWh

Велике хотелске компаније, осим обавезне националне регулативе из области енергетске ефикасности, дефинишу сопствене стандарде и смернице за све сегменте пословања, од пројектовања и изградње објеката, до управљања и одржавања хотела. Тако на пример, смернице за пројектовање хотела дефинишу потрошњу енергије у одређеним границама, а приликом пројектовања и градње хотела нарочито се препоручује примена неког од заступљених система сертификације „зелених“ зграда као што су *LEED* (САД и Азија), *BREEAM* (Велика Британија), *GREENSTAR* (Аустралија), *HQE* (Француска), *MINERGIE* (Швајцарска) или *DGNB* и *PASSIVHAUS* (Немачка). Ови системи сертификације превазилазе оквире енергетски ефикасних зграда и третирају шири спектар чинилаца који чине објекат одрживим. Својим обимом и детаљношћу ови системи су се изборили за примену изван граница простора у коме су настали, тако да се данас користе на међународном нивоу.

Савет зелене градње САД руководи међународним *LEED* системом за сертификацију енергетски ефикасних и еколошких објеката. *LEED* је само систем оцене који предвиђа одређену методологију за пројектовање зграда и зависи од постојећих стандарда (нпр. *ASHRAE* стандард). Приликом сертификације оцењује се шест кључних категорија: одрживо градилиште, потрошња воде, енергија и загађење ваздуха, материјали и сировине, квалитет унутрашњег окружења и иновације у пројекту. Према броју добијених бодова објекти се класификују у четири нивоа, од основног, сребрног, златног до платинастог.

*DGNB* је примарни систем сертификације „зелене“ градње у Немачкој. Објекти се сертификају на основу више од 60 критеријума који су подељени у шест категорија: еколошки квалитет, економски квалитет, друштвено-културни и функционални квалитет, технички квалитет, квалитет процеса и квалитет локације. Процентом испуњености захтева од 50% добија се бронзани сертификат, 65% сребрни, а за 80% златни.

*Passivhaus* сертификат је систем за сертификацију пасивних објеката, настао у Немачкој. За разлику од других стандарда градње, *Passivhaus* сертификат се не односи на потрошњу воде, квалитет унутрашњег ваздуха, избор материјала, итд.,

већ се заснива искључиво на потрошњи енергије. Да би добио овај сертификат, објекат не сме да троши више од 15 kWh/m<sup>2</sup> годишње за грејање и исто толико за хлађење, а укупна потрошња енергије не сме да пређе 120 kWh/m<sup>2</sup> годишње и то за све уређаје, системе и осветљење. Објекти морају бити компактног облика, добро изоловани, заптивени, са ефикасном вештачком вентилацијом.

*BREEAM* систем сертификације, настао у Великој Британији, користи се широм света и његова предност је у томе што се лако може прилагодити свакој локалној регулативи и условима и то по питањима значаја појединих области сертификације за локалну средину, детаљима конструктивних система, производа и материјала, као и повезивањем са локалним прописима, стандардима и искуствима добре грађевинске праксе. Поени се додељују узимајући у обзир енергију и емисију угљен-диоксида, управљање градилиштем, здравље и питање комфора, транспорт, потрошњу воде, примењене материјале, минимализацију отпада, намену земљишта, загађење околине и екологију. Укупан број поена у свакој од ових области множи се коефицијентом утицаја на околину који даје релативни значај сваке области. Објекти се рангирају у пет категорија.

## 2.7 Еко-ознаке и еко-сертификати у хотелијерству

Постоји широк спектар еко-ознака и еко-сертификата у сектору туризма и хотелијерства. Већина од њих се односе на смештајни сектор и заснивају се углавном на уштеди енергије и воде, очувању ресурса и управљању отпадом. Њихов главни циљ је да стимулишу позитиван однос према животној средини, како са становишта произвођача, тако и са становишта потрошача. Имају за циљ да помогну еколошки оријентисаним купцима да пронађу одговарајуће хотеле и да створе подстицај хотелима да побољшају свој однос према животној средини.

Тренутно постоји преко 100 еко-ознака и сертификационих система доступних за туризам, екотуризам и угоститељство широм света. Само Европа има преко 60 система различитог квалитета, базираних на различитим критеријумима и

садржајима, дизајнираних за различите секторе и географске регионе. Упркос постојећим разликама, системи имају неке заједничке компоненте као што је дефинисање критеријума који су у складу са локалним прописима или су изнад њих, посвећеност компаније одрживом развоју, процена и ревизија (по могућности од независне акредитоване организације), а подразумевају добровољни упис у систем, чланство и таксе. Најзначајније еко-ознаке и системи сертификације хотелских објеката у Европи су: *Eco-Label for Tourist Accommodation Service ELTAS*, *HVS EcoServices Ecotel*, *DEHOGA* (у Немачкој), *Hotel Label* (у Аустрији), *Tourist Accommodation Eco-label* (у Луксембургу), *The Green Key* (у Данској, Француској и другим европским земљама), *Nordic Swan Ecolabel* (у скандинавским земљама), *Catalan Emblem* (у Каталонији).

## 2.8 Међународни стандарди управљања у хотелијерству

Међународни стандарди примењују се у свим секторима привреде, па тако и у туризму. Они су одраз озбиљности предузећа и оствареног квалитета у пословању. Већина хотела, како страних тако и домаћих, сертифициује своје пословање према међународним стандардима управљања заштитом животне средине *ISO 14001:2004*, управљања квалитетом *ISO 9001:2008*, као и према *ISO 50001:2011* стандарду за управљање енергијом.

*ISO 14000* група стандарда бави се различитим аспектима управљања заштитом животне средине. Систем управљања заштитом животне средине је управљачки алат који омогућава организацији да идентификује и контролише утицај својих активности, производа и услуга на животну средину, побољша однос према животној средини, имплементира систематски приступ којим ће постизати циљеве који се односе на заштиту животне средине и обезбеди доказ да су циљеви постигнути. Рад у складу са овим стандардом обезбеђује сигурност менаџмента компаније, запослених, као и спољних актера да се утицај на животну средину мери и побољшава. Имплементација система управљања заштитом животне средине може се односити на читаву компанију, један огранак или на само један

радни процес, а избор углавном зависи од потребе компаније. Предности имплементације система заштите животне средине су смањење негативних утицаја на животну средину, смањење ризика од еколошких катастрофа, повећање способности брзе и ефикасне интервенције, побољшање угледа и стварање поверења код заједнице, конкуритивна предност, правна сигурност због поштовања закона о заштити животне средине, лакше добијање овлашћења и дозвола од локалних и државних власти, побољшање угледа организације и њеног клијента, боље коришћење енергије и заштита вода, пажљиво бирање сировина и рециклажа отпада, смањење трошкова и подизање конкурентности, побољшање квалитета радних места, отварање нових могућности на тржиштима где је важна еколошка производња, привлачење еколошки свесних клијената, јер се истиче обавеза према очувању животне средине.

*ISO 9000* група стандарда бави се различитим аспектима управљања квалитетом. Спроводи се у преко милион различитих компанија у преко 170 земаља. Ови стандарди пружају смернице и алате за предузећа која желе да осигурају да њихови производи и услуге непрекидно испуњавају захтеве купаца, и да се квалитет стално побољшава. Стандарди из ове групе постављају захтеве система управљања квалитетом, чине систем управљања квалитетом ефикаснијим и ефективнијим и утврђују смернице за интерне и екстерне ревизије система управљања квалитетом.

*ISO 50001* стандард бави се аспектима управљања енергијом. Подржава организације у свим секторима да ефикасније користе енергију, што доводи до уштеде новца, очувања ресурса и смањења климатских промена. Овај стандард пружа оквир за развијање политике за ефикаснију употребу енергије, одређивање циљева за испуњење те политике, коришћење података за боље разумевање и доношење одлука о употреби енергије, мерење резултата, преглед функционисања политика, и континуирано побољшавање управљање енергијом. *ISO 50001* заснива се на моделу система управљања континуираног побољшавања који се такође користи и у другим познатим стандардима као што су *ISO 9001* и *ISO 14001*. То олакшава организацијама да интегришу управљање енергијом у свој целокупни напор да се побољша и квалитет и управљање заштитом животне средине.

### **3. КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ГРАДСКОГ ХОТЕЛА АТРИЈУМСКОГ ТИПА ЗА КЛИМАТСКЕ УСЛОВЕ БЕОГРАДА**

На основу свега наведеног у првом делу, други део фокусира се на испитивање енергетских својстава конкретних модела хотелских објеката атријумског типа креираних за ово истраживање на подручју Београда. Поред многобројних типова физичке структуре хотела, за разматрање је узет атријумски тип објекта који представља савремени тренд у архитектури комерцијалних објеката у свету. С обзиром на то да у Београду нема хотелских објеката са наткривеним атријумом, примери из централне Европе и окружења наводе на испитивање њихових енергетских перформанси у овим климатским условима. Истраживање би могло бити спроведено на стварним објектима, али недостатак адекватних зграда с атријумом у Београду, нарочито међу хотелима, као и могућност варирања разних алтернатива пројектног решења условили су то да истраживање буде спроведено на компјутерском моделу. Стога је неопходно дефинисати карактеристичне типове атријумских зграда погодне за анализу. Приликом дефинисања модела, разматрани су фактори који у већој мери могу утицати на енергетске карактеристике атријумских хотелских објеката. Ради се углавном о физичким факторима, будући да се једино на њих може утицати у пројектантској фази и на њих се може утицати архитектонским мерама.

#### **3.1. Формирање критеријума за одабир и вредновање модела**

Архитектонским пројектантским методама може се утицати првенствено на физичку структуру зграде. С обзиром на то да се анализирају хотели атријумског типа и утицај атријума на енергетске карактеристике зграде, критеријуми су дефинисани према положају, величини и оријентацији атријума у односу на остатак зграде. За постизање енергетске ефикасности зграда дефинише се

оријентација и функционални концепт зграде, облик и компактност зграде (фактор облика), топлотно зонирање зграде, оптимизација структуре зграде и други параметри из домена примене пасивних и активних система искоришћења природних ресурса којима се користе природни услови локације. У наставку следи попис критеријума који могу имати утицаја на енергетске карактеристике хотелског објекта.

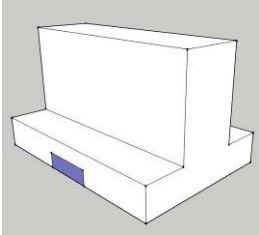

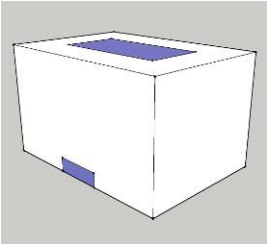

**Критеријум 1: Форма објекта** може бити компактна, карактеристична углавном за градско блоковско решење, али и разуђена, што је случај код слободностојећих објеката градских, планинских, приморских или бањских хотела окружених парковским површинама (табела 23). У даљем раду ће се разматрати компактна форма слободностојећег објекта, јер она испољава најбоље карактеристике када је енергетска ефикасност у питању, има најбољи однос површине и запремине и најмању површну омотача изложену климатским утицајима.

**Табела 23.** Компактна и разуђена форма објекта

Форма објекта	Скица	Пример
Компактна форма објекта		 Хотел Југославија, Београд
Разуђена форма објекта		 Хотел <i>Hyatt Regency</i> , Београд

**Критеријум 2: Решење унутрашњег простора у зони пријема гостију** може бити изведено мањим пријемним холем без грандиозног карактера или великим холем, обично са атријумом, који у функционалном смислу служи првенствено за осветљавање и формирање централног места у хотелу које сједињује више јавних функција и заједничких простора хотела (табела 24).

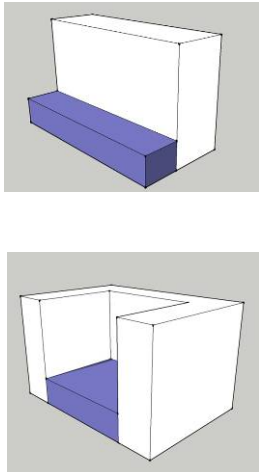


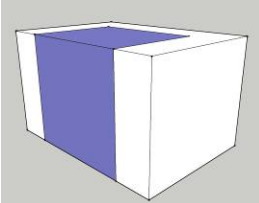

**Табела 24.** Хотел са пријемним холем у нивоу приземља и са пријемним холем у виду атријума

Решење пријемног хола	Скица	Пример
Мали хол са рецепцијом		 <p data-bbox="879 1039 1246 1068">Хотел <i>Metropol Palace</i>, Београд</p>
Велики хол са атријумом		 <p data-bbox="866 1503 1262 1532">Хотел <i>Sofitel (Accor)</i>, Будимпешта</p>

**Критеријум 3: Висина атријума у објекту** одређује да ли се атријум простире само у оквиру приземља, у виду застакљене баште, или се наставља кроз целу висину објекта, обухватајући све етажне и обједињујући их у један простор (табела 25). Атријум такође може обухватати неколико одређених етажа, уколико је тако пројектом предвиђено.

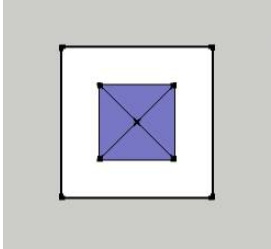

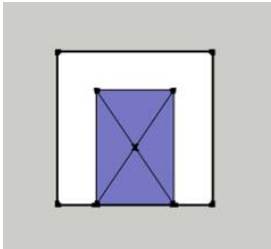

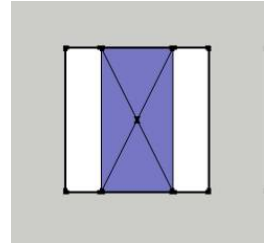




Табела 25. Висина атријума у хотелском објекту

Висина атријума у објекту	Скица	Пример
Атријум у нижим етажама		 <p data-bbox="863 678 1262 707">Хотел <i>Crown Plaza (IHG)</i>, Београд</p>  <p data-bbox="887 1088 1238 1117">Хотел <i>Kempinski</i>, Будимпешта</p>
Атријум кроз све етаже		 <p data-bbox="868 1545 1257 1574">Хотел <i>Hyatt</i>, Orange County, САД</p>

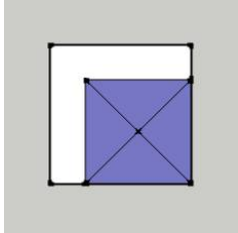

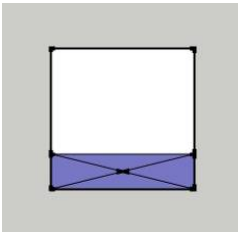

**Критеријум 4:** Позиција атријума у основи објекта може бити централна или бочна (табела 26). Централно постављен атријум може бити уоквирен са свих страна објектом; уоквирен са три, а отворен са једне бочне стране; или постављен централно и отворен са две наспрамне бочне стране, док се са друге две налазе просторије хотела.

Табела 26. Централна позиција атријума у основи објекта

Позиција атријума у основи објекта	Скица	Пример
<p>Централно постављен атријум уоквирен са свих страна објектом</p>		 <p>Хотел <i>Hilton</i>, Праг</p>
<p>Централно постављен атријум уоквирен са три, а отворен са једне бочне стране</p>		 <p>Хотел <i>Gaylord (Marriott)</i>, Maryland, САД</p>
<p>Централно постављен атријум уоквирен са две наспрамне бочне стране</p>		 <p>Хотел <i>Hilton Munich Airport</i>, Минхен</p>  <p>Хотел <i>Corinthia</i>, Будимпешта</p>

Бочно постављени атријум (стакленик) може бити постављен на углу зграде и отворен са две стране, или може бити постављен дуж целе једне фасаде и са три стране изложен климатским утицајима (табела 27). У свим случајевима се подразумева да је атријум застакљен са страна које су изложене спољним утицајима, као и да је отворен на крову, то јест да је застакљен стакленим покривачем.

**Табела 27.** Бочна позиција атријума у основи објекта

Бочна позиција атријума у основи објекта	Скица	Пример
<p>Бочно постављен стакленик на углу зграде, отворен са две стране</p>		 <p>Хотел <i>Marriott</i>, Лондон</p>
<p>Бочно постављен стакленик дуж целе фасаде, отворен са три стране</p>		 <p>Пословни комплекс <i>The Park</i>, Праг</p>

**Критеријум 5: Оријентација атријума,** тј. страна света којој је атријум окренут и одакле прима одређене климатске утицаје у многоме утиче на енергетска својства објекта. Највећа је разлика у климатским утицајима код претежно јужно или претежно северно оријентисаних атријума, мада источна и западна оријентација такође имају своје особености у погледу осунчања пре или после подне.



**Критеријум 6: Материјализација омотача атријума** који се климатизују може бити изведена термоизолационим стаклом или неком другом врстом савремених транспарентних мембрана које формирају термоизолационе ваздушне јастуке (слика 16). Атријуми који служе првенствено као стаклене баште или заштита од буке и не користе се интензивно током целе године, могу бити изведени и од стакла или мембрана без нарочитих термичких карактеристика.

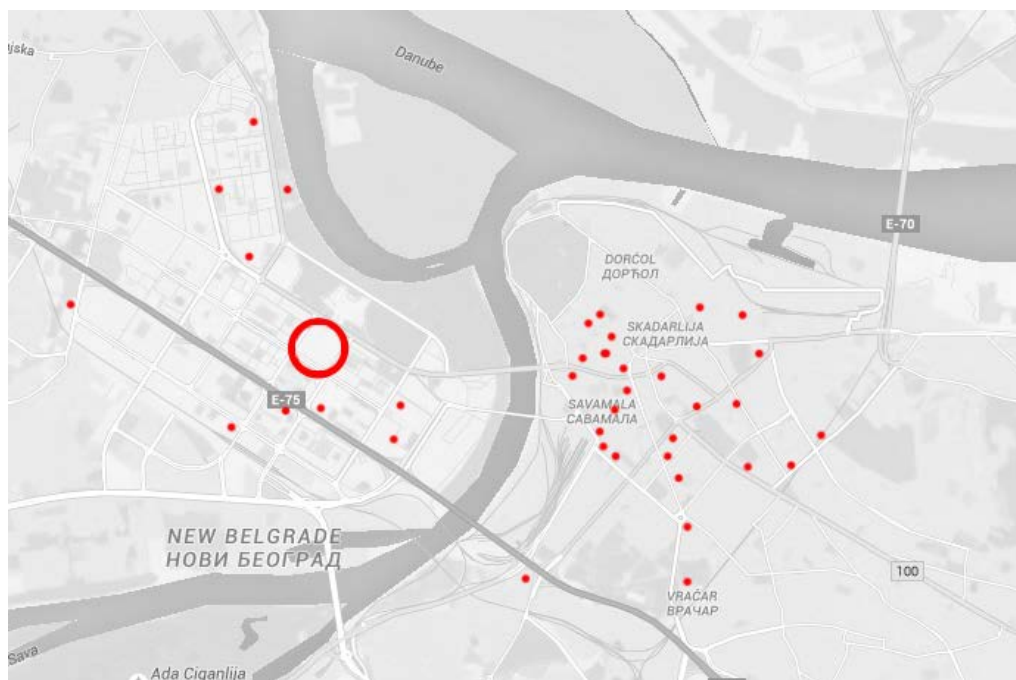


**Слика 16.** Покривач атријума од транспарентне *ETFE* фолије која формира ваздушне јастуке изванредних термоизолационих својстава, објекат *Amazon Court*, Праг. Извор: [http://respekt.ihned.cz/75-1557930--1194370-R00000\\_gallery-3e](http://respekt.ihned.cz/75-1557930--1194370-R00000_gallery-3e)

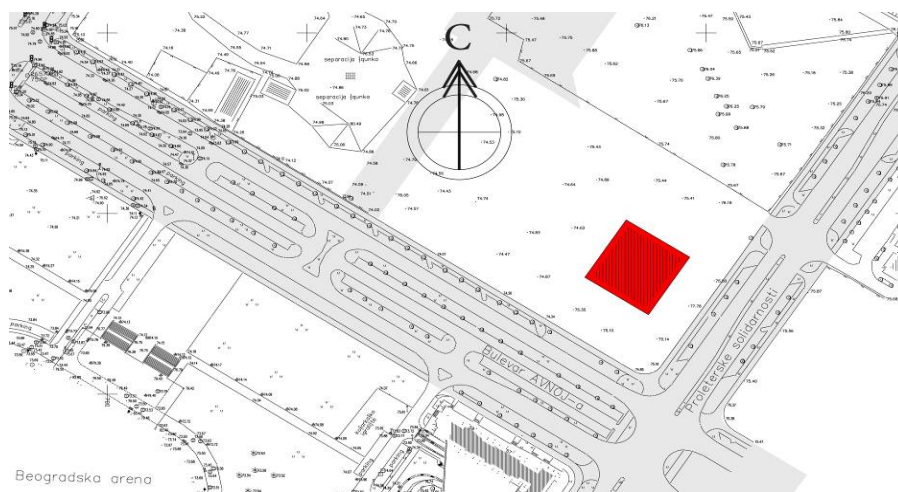
**Критеријум 7: Отварање атријума**, у смислу могућности отварања делова његовог омотача са циљем проветравања, дели атријуме на оне чији омотачи немају и оне чији омотачи имају могућност отварања, било у зони приземља, спратова, на врху или комбиновано. Ова карактеристика је битна због могућности природне вентилације и проветравања у летњем периоду, чиме се донекле може смањити температура од прегревања атријума преко дана.

### 3.2. Избор локације и оријентација

Ради сагледавања утицаја различите оријентације или изложености странама света на објекат који ће бити предмет анализе, потребно је објекат конкретно позиционирати у простору града. Најрелевантнији резултати утицаја оријентације добијају се за слободностојеће објекте који нису заклоњени околним објектима у погледу осунчаности и дејства ветра. Због тога је изабрана локација на Новом Београду која пружа идеалне услове за анализу. Урбана матрица Новог Београда у основи је заротирана под углом од  $33^\circ$  од осе север-југ у смеру кретања казаљки на сату, што повољно утиче на осунчаност објеката са свих страна, јер ниједна фасада није окренута доминантно ка југу или северу (слика 17). Због тога је и модел хотела за анализу предвиђен са таквом диспозицијом. За конкретну локацију изабрана је неизграђена парцела на углу Булевара др Зорана Ћинђића и Антифашистичке борбе (слика 18), јер се на основу увида у просторни распоред постојећих хотелских објеката у градском ткиву Београда (слике 6 и 17) и добре саобраћајне доступности може претпоставити да ова локација има потенцијал за изградњу хотела.



Слика 17. Просторни распоред постојећих хотела и позиција пројектованог хотела у Београду



Слика 18. Локација пројектованог хотела за анализу у Блоку 26 на Новом Београду

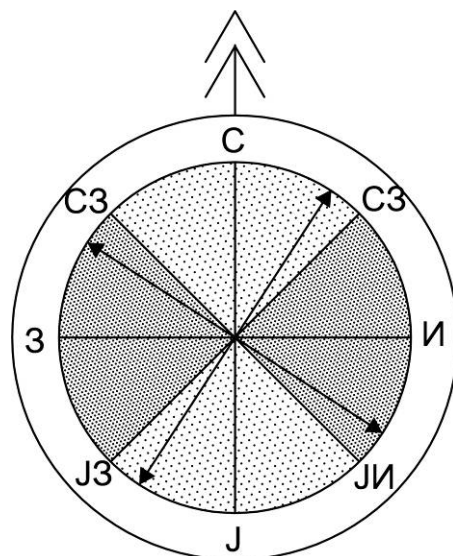
Приступна фасада основног модела хотелског објекта за анализу окренута је за  $33^\circ$  од југа ка западу, тако да је и оријентација атријума условљена постојећом матрицом. Да би се у потпуности испитао утицај оријентације на објекат, модел се у другом кораку ротира за  $90^\circ$  од почетне позиције као што је и предвиђено *ASHRAE* 90.1.2010 стандардом (*ASHRAE*, 2010) и испитују се енергетске карактеристике за преостале три оријентације.

Оријентација површине која прима сунчево зрачење одређује се нагибним углом и азимутом. Нагибни угао је угао између пријемне површине и хоризонталне равни и креће се од  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . Најчешће је од  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , а ако је између  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , то значи да је површина паралелна са тлом. Анализирани модели имају вертикалне странице (нагиб  $90^\circ$ ), тако да је за различиту оријентацију у овом случају релевантан азимут приступне фасаде или фасаде ка којој је оријентисан атријум, зависно од модела. Азимут пријемне површине дефинисан је као хоризонтални отклон нормале на пријемне површину од јужне оријентације. Према *ASHRAE* стандардизацији (*ASHRAE*, 2009), површине оријентисане ка западу имају позитиван азимут, док оне оријентисане ка истоку имају негативан (табела 28).

Табела 28. Оријентација и азимут објекта, мерено од јужне оријентације

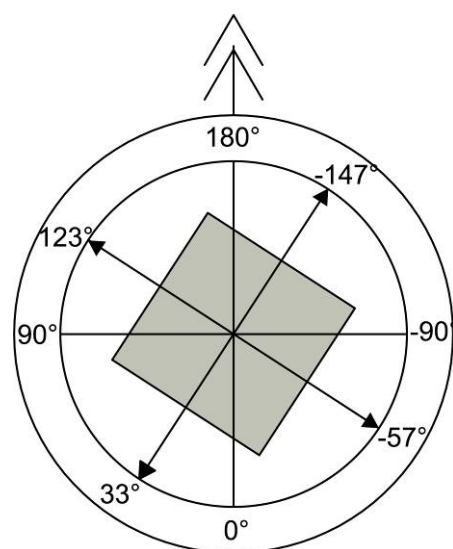
Оријентација	С	СИ	И	ЛИ	Ј	ЈЗ	З	СЗ
Азимут површине	180	-135	-90	-45	0	45	90	135

Оријентација фасадних зидова се, према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011), дефинише према претежној оријентацији ка једној од четири стране света (исток, запад, север и југ), као што је приказано на слици 19.



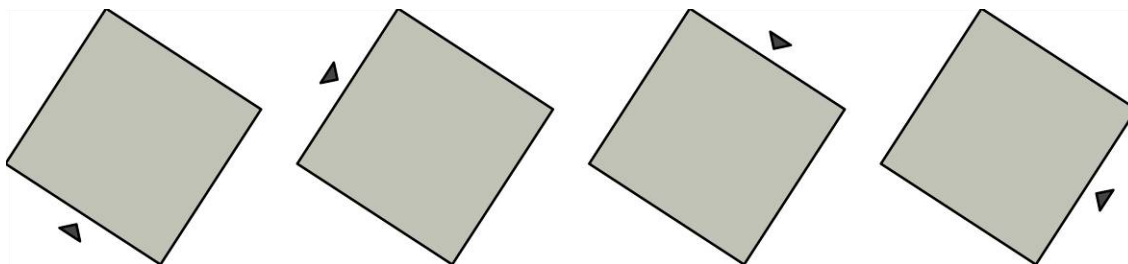
Слика 19. Означивање оријентације објекта. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

С обзиром на то да се анализирани објекат налази примарно заротиран за  $33^\circ$  од јужне стране света, усвојено је да је оријентација објекта претежно јужна. У следећем кораку анализира се објекат са азимутом фасаде  $123^\circ$ ,  $-147^\circ$  и  $-57^\circ$ , односно оријентација је редом западна, северна и источна (слика 20).



Слика 20. Азимут фасаде објекта у односу на јужну страну света

Оријентација се код посматраних модела односи превасходно на положај атријума и његову отвореност на фасади (слика 21). Јужно оријентисани атријуми примају више сунчевог зрачења од северно оријентисаних, па према томе варирају и потребне количине енергије за грејање односно хлађење самог атријума и целог објекта.



Слика 21. Варијација оријентације објекта према странама света

### 3.3. Дефинисање модела за анализу

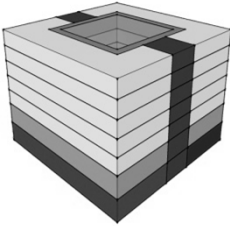
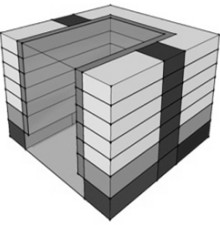
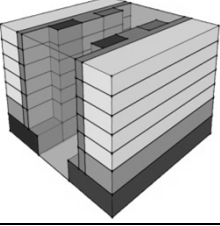
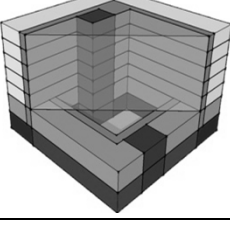
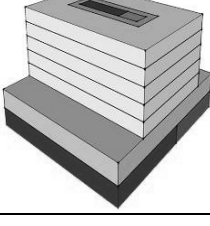
На основу претходно изнетих критеријума, истраживања о хотелима, анализе београдског хотелског фонда и њихових просторних карактеристика, формиран су модели хотела атријумског типа који би били анализирани у погледу погодности за изградњу на подручју Београда. У зависности од диспозиције и отворености атријума, разликују се и енергетске карактеристике атријумског простора и целокупног објекта, што је предмет разматрања у даљем раду. Изабран је компактан објекат код кога се атријум простире од приземља кроз све етажне до крова. Ради сагледавања утицаја оријентације на енергетске карактеристике објекта, анализа је извршена за све четири оријентације ка странама света (југ, север, исток, запад). Атријум је посматран као простор који се климатизује, застакљен термоизолационим стаклом. Примарно је анализиран атријум који нема могућност отварања фасадних и кровних делова, а у другом кораку су разматране алтернативе са повећаном природном вентилацијом у атријуму током лета. У зависности од позиције атријума у објекту, за анализу су дефинисана четири модела хотелског објекта са атријумом:



1. хотел са централно постављеним затвореним атријумом,
2. хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом,
3. хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом,
4. хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом.

Као пети модел за упоредну анализу утицаја атријума формиран је хотел без атријума, са стамбеном кулом блок типа (табела 29).

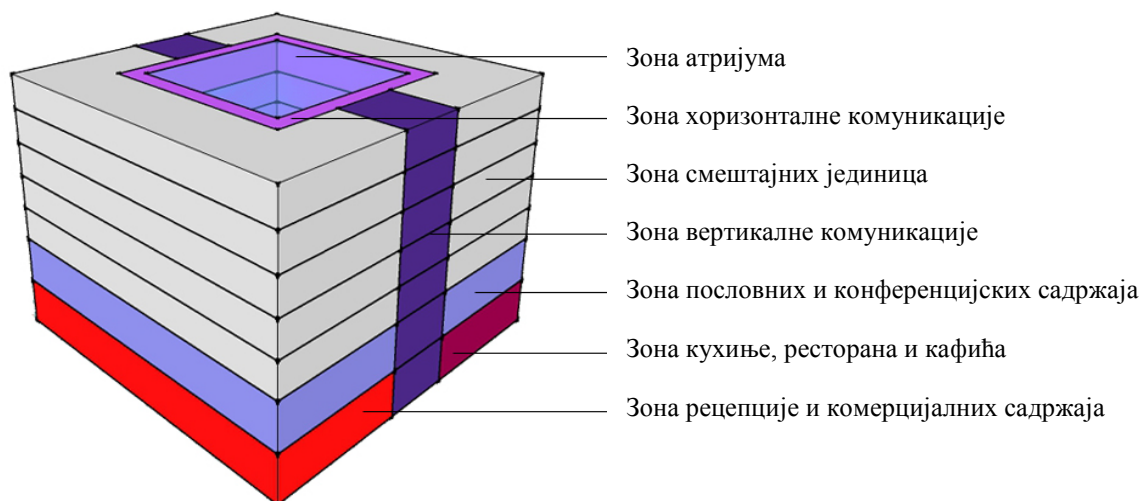
**Табела 29.** Пет модела хотелских објеката изабраних за анализу

Модел М1	Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом	
Модел М2	Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	
Модел М3	Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	
Модел М4	Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	
Модел М5	Хотел блок типа без атријума	

На приземљу је предвиђена зона рецепције и јавних и комерцијалних садржаја као једна целина, те зона ресторана и кафића, као друга велика целина. Први спрат је предвиђен за управне просторије, конференцијске сале и пратеће пословне садржаје. Од другог до шестог спрата простире се пет етажа са смештајним јединицама. Смештајне етаже галеријама су оријентисане према атријуму. Атријум се простире од приземља до последње етаже.

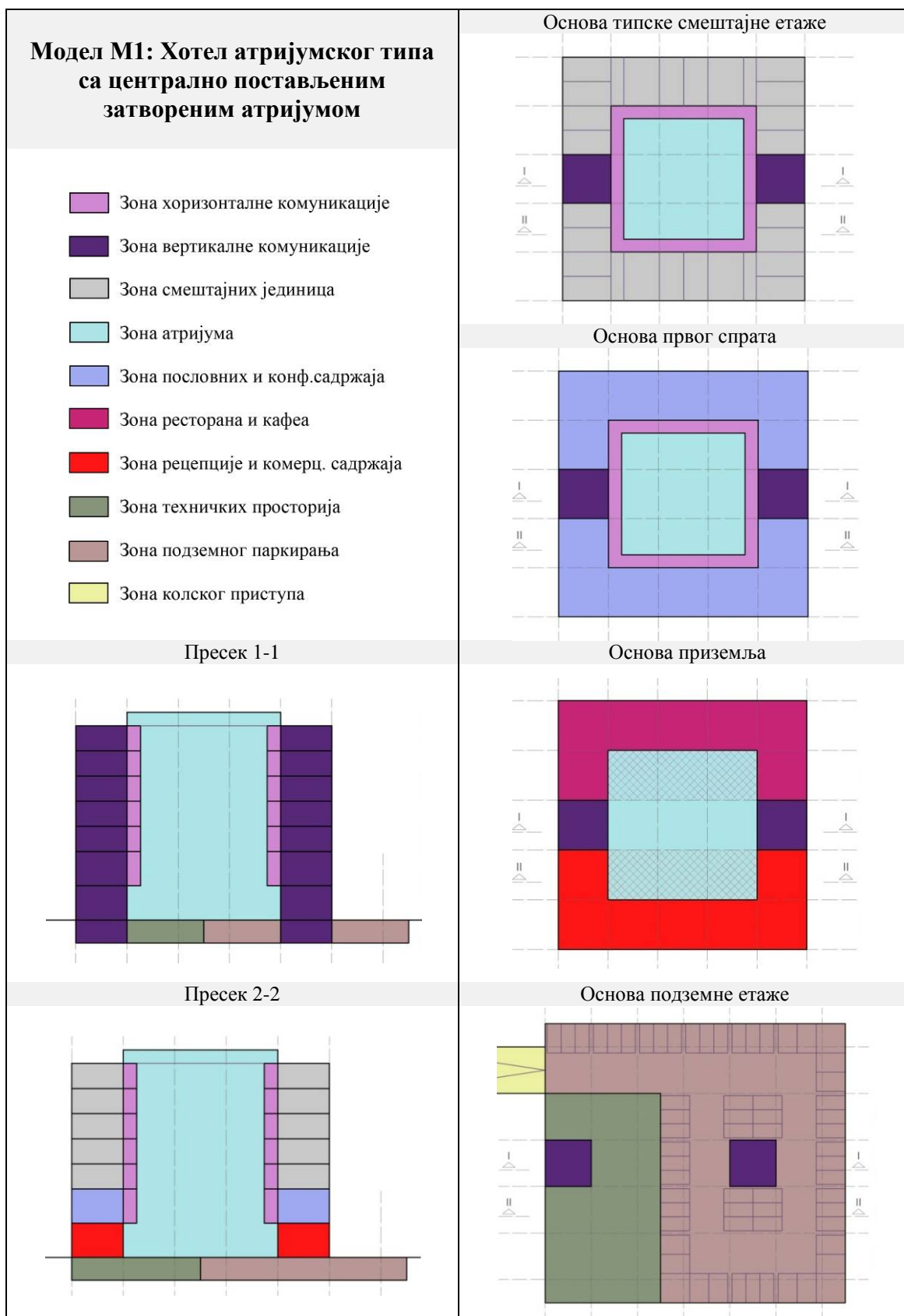
### 3.3.1. Модел М1: Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом

Први модел хотела са атријумом је онај код кога се атријум налази у централном делу објекта и са свих страна је окружен објектом, а отворен, односно застакљен је само на врху. Овакав објекат идеалан је као слободностојећи, са собама оријентисаним ка све четири стране света. Сличан ефекат постиже се и код зграда у низу, када су собе распоређене на приступној и задњој фасади, а са бочних страна се пружају суседни објекти, те опет чине атријум ограђен са свих страна објектима (слика 22, табела 30).



Слика 22. Модел М1: Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом

Табела 30. Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М1



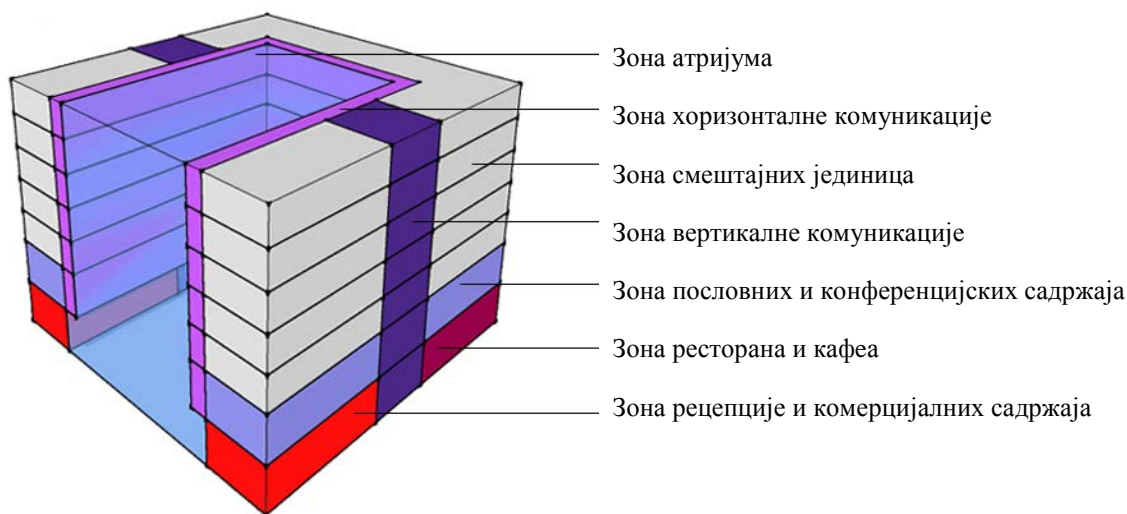
Приземље и први спрат објекта намењени су јавним функцијама. У приземљу се налази улазни хол са рецепцијом и комерцијалним просторима. Ту је, такође, део са кафеом и ресторанома. У атријумском делу се све те функције прожимају, уз могућност организовања јавних скупова, изложби, заједничког седења и слично. Креира се један динамичан и живописан простор, увек препун разних активности. На првом спрату налази се канцеларијски простор и сале за састанке и конференције. Од другог до шестог спрата простире се пет етажа са смештајним јединицама. Овакав начин организовања смештајних јединица пружа добру искоришћеност простора, јер се велики број соба може сместити на једној етажи, не чинећи централни део зграде мрачним и неискоришћеним. У овом случају се на етажи налазе 24 собе и два степенишна језгра са пратећим садржајима. Техничке просторије хотела и гаража за паркирање возила налазе се у подземној етажи. У гаражи има места за 60 возила, а паркирање се делимично изводи и на парцели.

Код овако организованог објекта атријум добија светлост само са горње стране, па његови топлотни добици зависе првенствено од односа површине основе атријума, односно његовог крова, и висине, тј. спратности зграде. Атријум мање површине пропушта мање сунчевог зрачења у објекат, а велика спратност такође утиче на то да нижи спратови не остварују директне соларне добитке. Стога су топлотни соларни добици ограничени само на оно што се пропусти кроз кровну конструкцију атријума и акумулира у објекту.

### **3.3.2. Модел М2: Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом**

Други модел хотела са атријумом је онај код кога је атријум са три стране окружен објектом, а са једне бочне стране и на врху је застакљен и отворен пријему сунчевог зрачења. Овакав тип објекта врло често се среће у савременој архитектури комерцијалних објеката, код којих атријум, као централни елемент на приступној фасади, доминира како спољашњим, тако и унутрашњим

простором (слика 23, табела 31). Осим тога, сама конструкција застакљене фасаде може бити изведена на разне начине, чинећи објекат веома атрактивним.

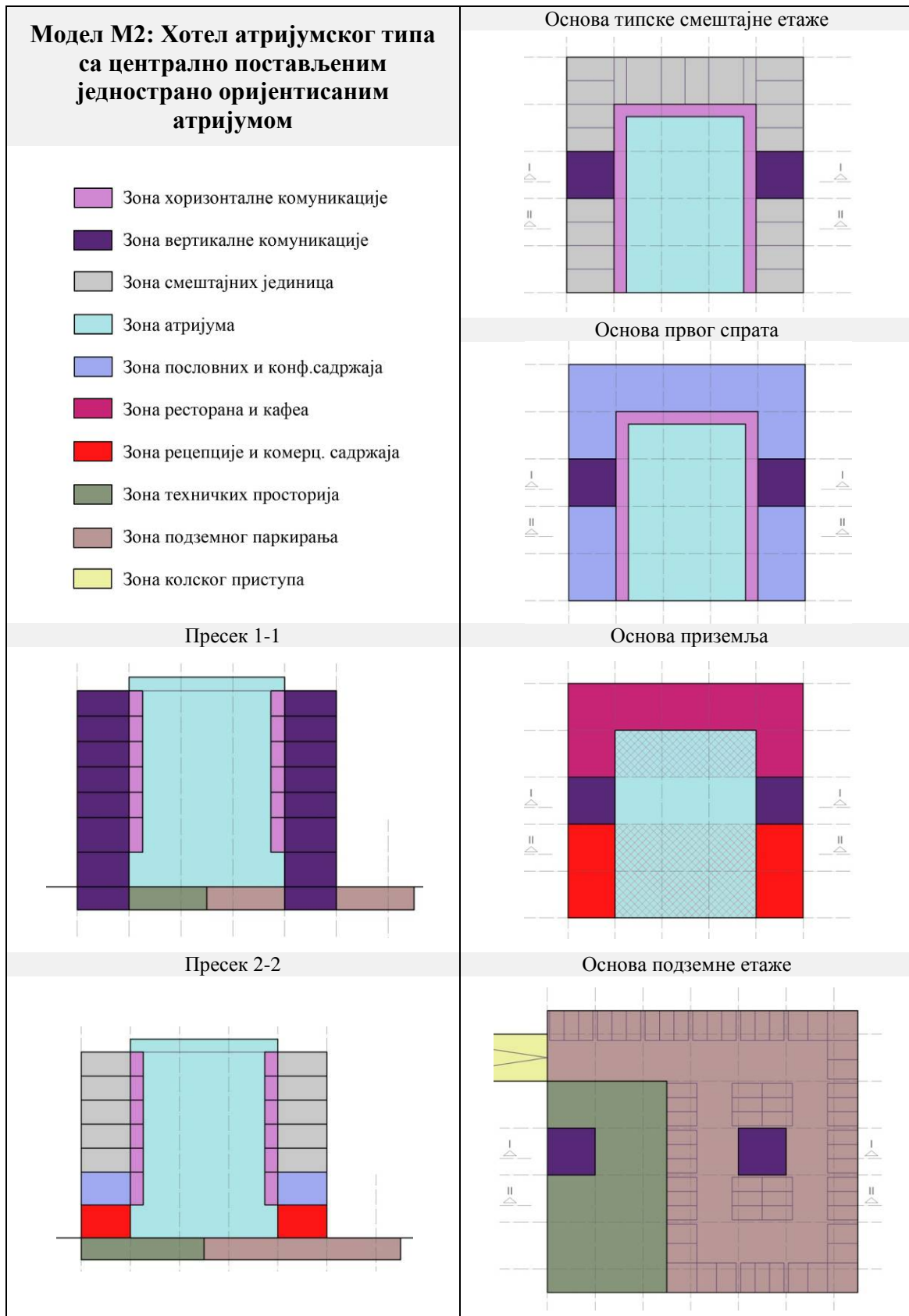


**Слика 23.** Модел М2: Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом

У приземљу се налази зона за пријем гостију са пратећим комерцијалним и угоститељским садржајима, као и зона кафеа и хотелског ресторана. Атријум као централни хол чини главно место окупљања у објекту, чинећи га погодним за разне врсте јавних садржаја и догађаја. На првом спрату налази се пословно-административни део са канцеларијама и салама за састанке и конференције. Од другог до шестог спрата атријум окружују смештајне јединице са три његове стране, док је четврта слободна. На свакој етажи могуће је сместити до 20 смештајних јединица. У подземној етажи се налазе зоне техничких просторија хотела и подземне гараже за 60 возила.

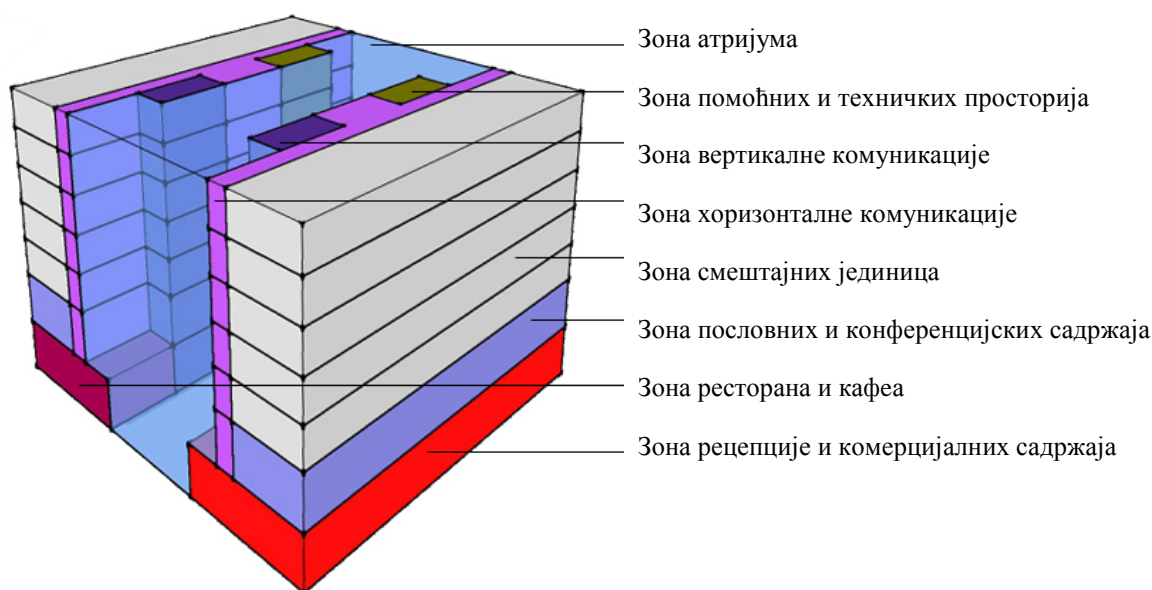
Због изложености читаве једне стране атријума сунчевом зрачењу, енергетске карактеристике, а преваходно топлотни соларни добици, зависе од оријентације атријума ка странама света. Јужно оријентисан атријум остварује веће топлотне добитке од оних окренутих претежно ка северу. Но то може имати негативне последице у летњем периоду године уколико дође до прегревања затвореног простора атријума.

Табела 31. Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М2



### 3.3.3. Модел М3: Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом

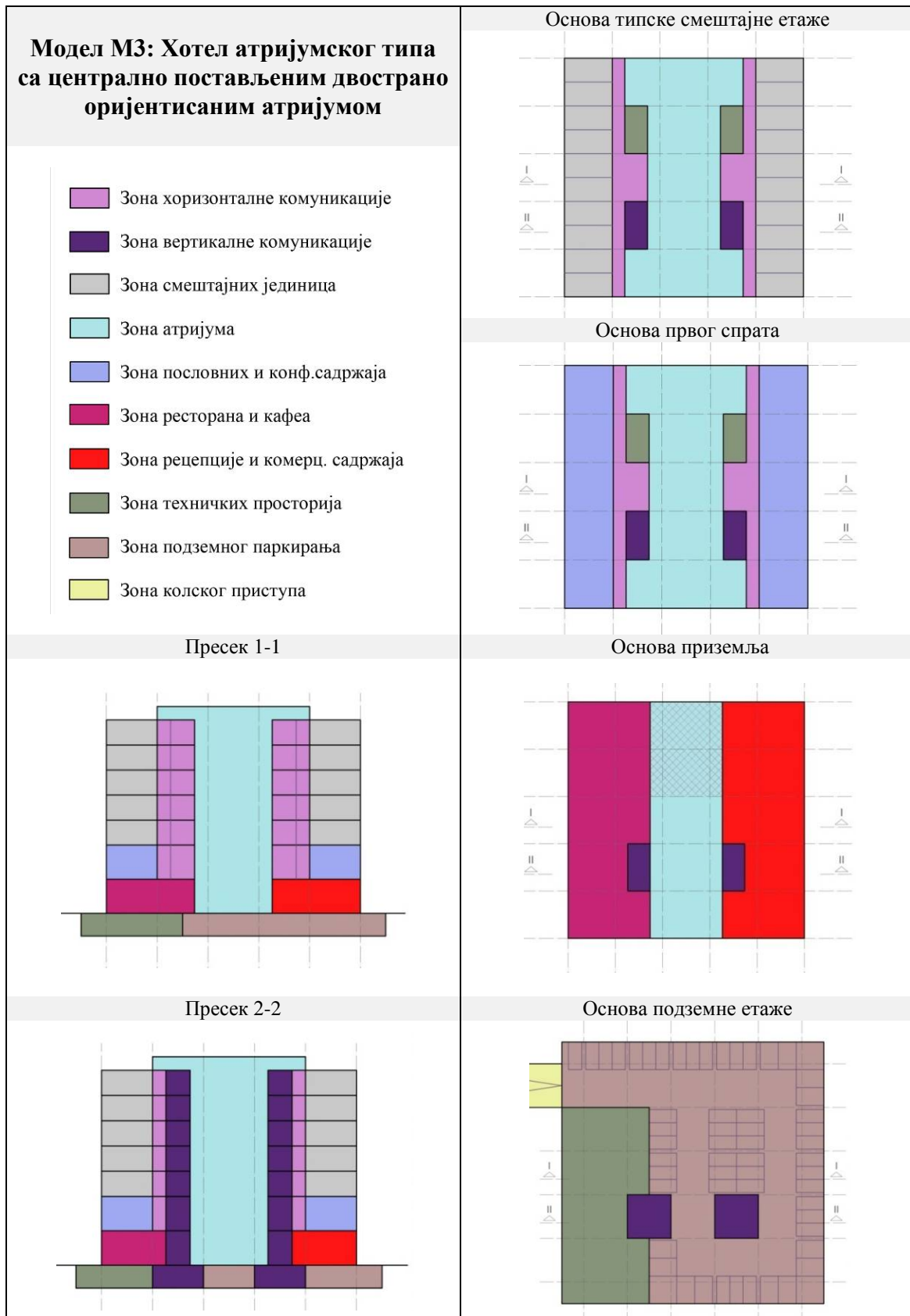
Трећи модел хотелског објекта с атријумом представља онај код кога се атријум пружа читавом дужином објекта кроз његов средишњи део. Атријум је отворен ка два наспрамним фасадама, док се са друге две наспрамне стране налазе просторије по целој висини. Овакви објекти су веома погодни због тога што омогућавају двострану оријентацију смештајних јединица, док се уместо уског мрачног дугачког ходника на смештајним етажама простире прозрачан централни простор атријума (слика 24, табела 32). Ширина тог простора може бити различита, у зависности од решења. Атријум додатно може бити испуњен разноврсно изведеним вертикалним и хоризонталним комуникацијама које чине његову унутршњост посебно динамичном.



Слика 24. Модел М3: Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом

Приземље објекта у овом случају подужно је оријентисано уз централни атријумски простор који има улаз, односно излаз у башту на две наспрамне стране. Зона рецепције, комерцијалних садржаја и зона ресторана распоређене су са сваке стране атријумског простора.

Табела 32. Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М3





Централни хол пружа велик избор могућности са садржајног и обликовног аспекта. Вертикалне комуникације су у овом случају решене са два одвојена језгра, а у зависности од пројектног решења, може бити решено и са једним. Први спрат намењен је пословним и административним садржајима. Будући да су код предложеног модела два корпуса објекта у потпуности одвојена, то пружа могућност за потпуно раздвајање кретања корисника те две зоне. Смештајне јединице су распоређене, такође, у два корпуса, спојена атријумом као централним простором. Оне, такође, могу бити спојене и хоризонталним комуникацијама у виду мостова, али то за потребе овог истраживања није од значаја, то јест само може умањити утицај сунчевог зрачења у смислу топлотних добитака у објекту. У посматраном примеру може бити организовано 20 смештајних јединица по етажи, које се пружају на 5 нивоа. У подземној етажи су техничке просторије хотела и гаража за 55 возила.

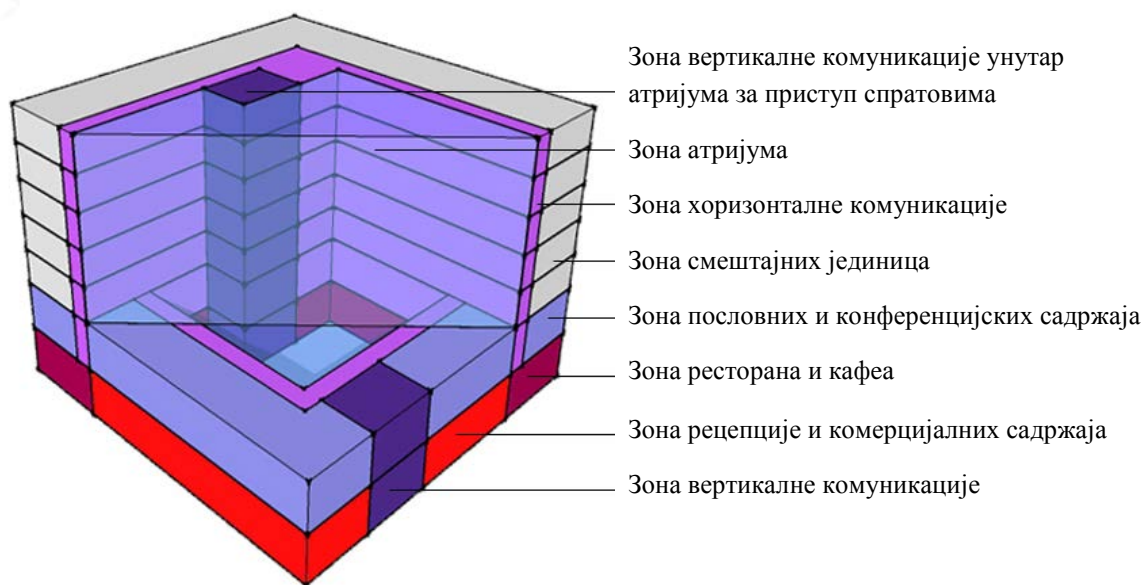
Овакав тип објекта, осим што налази примену код новопроекттованих објеката, може такође настати застакљивањем унутрашњег дворишта две суседне зграде. Двострана оријентација атријума омогућава акумулацију сунчевог зрачења кроз много већу површину од претходних модела. У погледу енергетских перформанси потребно је размотрити оријентацију атријума како у смеру север-југ, тако и у смеру исток-запад.

#### **3.3.4. Модел М4: Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом**

Четврти модел хотелског објекта има атријум постављен бочно у односу на објекат, обједињавајући два крила објекта која су међусобно постављена под правим углом. Код оваквих објеката атријум може бити застакљен у основи равно, полукружно или у неком другом облику, али је због економичности градње разматран случај са равним застакљењем (слика 25, табела 33). Сви други облици повећавају волумен атријума и површину коју је потребно застаклити. Оваква врста објеката може постојати као слободностојећа, или уграђена, код које су ниже етаже, које не садрже смештајне јединице, оријентисане ка унутрашњости

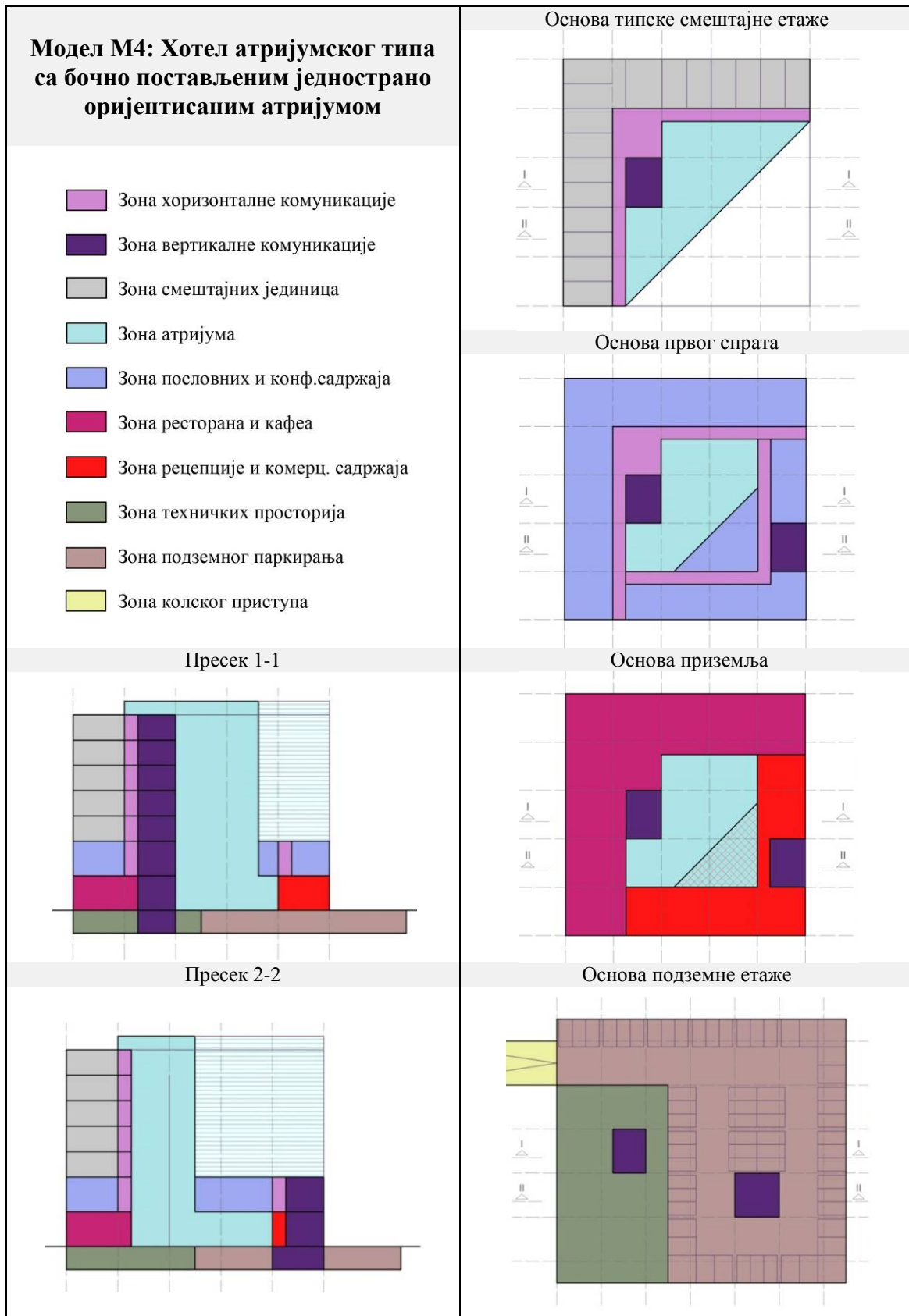
атријума у смислу осветљавања и проветравања. У овом истраживању се задржава слободностојећи концепт објекта, са улазном зоном у делу зграде који има само приземље и спрат.

Приземље објекта је зонирано дијагонално, тако да су улазна зона са рецепцијом и комерцијалним садржајима на једном углу објекта, док су кафеи и ресторан на наспрамном углу објекта, све спојено холем који се по висини наставља у атријум. Први спрат намењен је пословним садржајима, са канцеларијама и салама за састанке и конференције. До њега се стиже помоћу два степенишна језгра, једног главног за целу зграду, и другог које опслужује само део објекта П+1. Тиме се могу раздвојити кретања корисника и приступачност одређеним зонама. Следећих пет етажа, са по 17 смештајних јединица, постављено је управно једна на другу, са централним степенишним језгром које их повезује. Атријум је директно изложен сунчевим зрацима који се акумулирају у галеријама зграде. Подземна етажа је резервисана за техничке просторије и гаражу за 60 возила.



Слика 25. Модел М4: Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом

Табела 33. Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М4

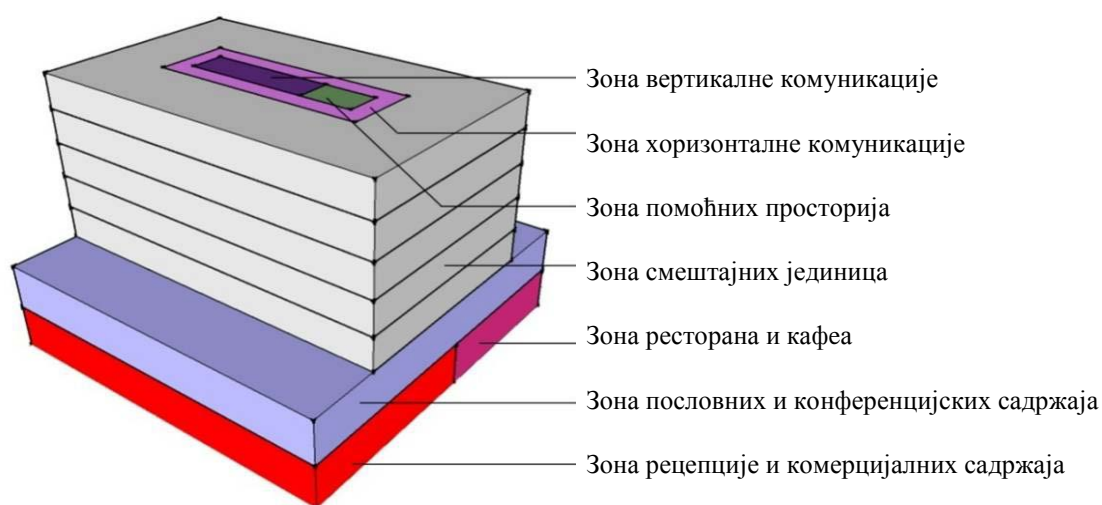


Улазни хол који се налази у приземљу објекта, прераста у високи застакљени атријум при смештајним етажама. На првом спрату нижег дела објекта, просторије се пружају све до линије атријума у основи, због искоришћења простора, мада се објекат може извести и без тих додатних просторија, са застакљеним кровом на нижем делу објекта, једнако као и на вишем.

Оваква организација простора даје најмањи број соба по етажи од свих осталих посматраних модела, али је уједно и веома применљива на објектима који се налазе на углу градског блока, са атрактивном кровном терасом изнад првог спрата и атријумом којим су застакљене галерије смештајних етажа.

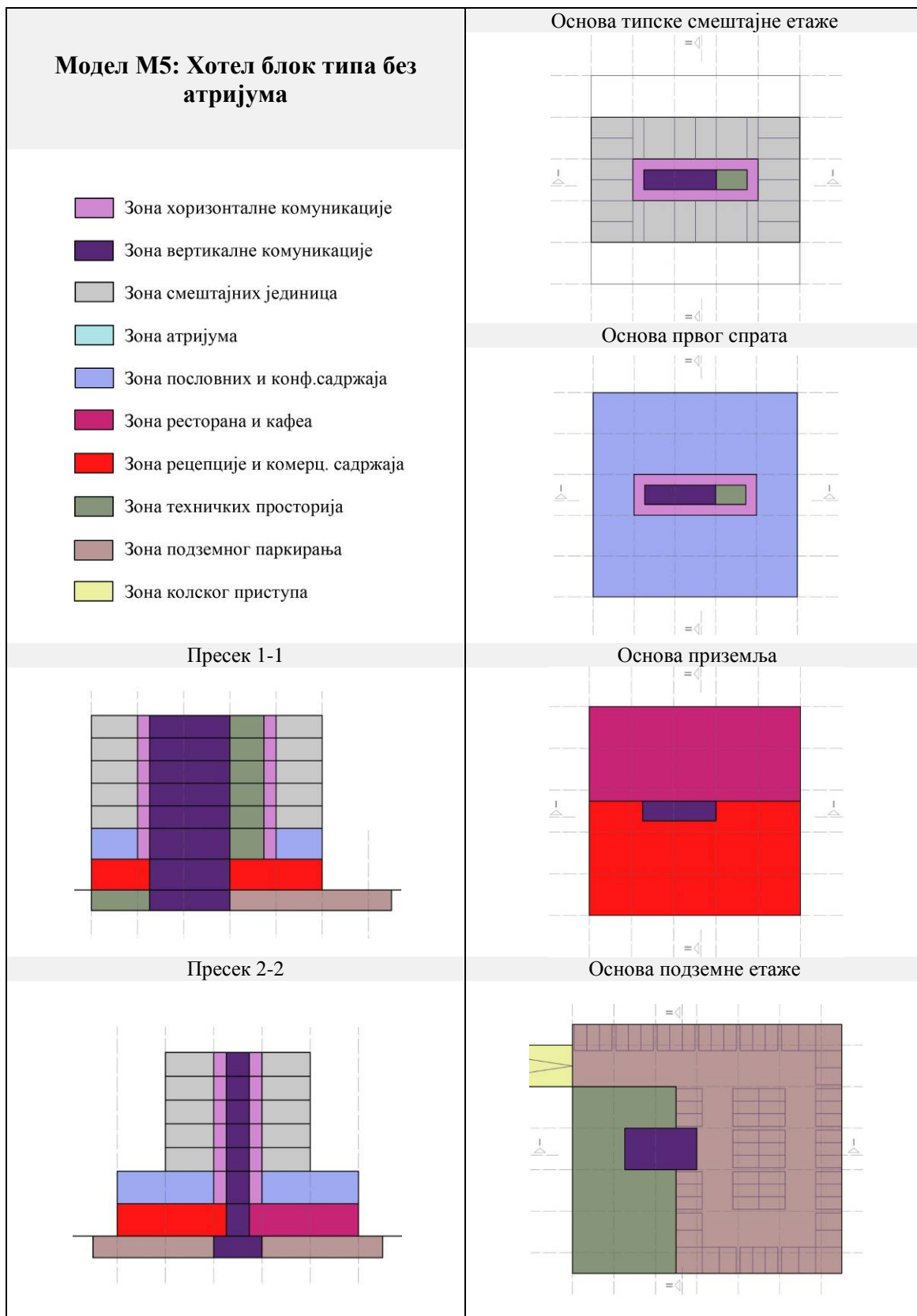
### 3.3.5. Модел М5: Хотел блок типа без атријума

Пети модел хотелског објекта који се разматра нема атријум. Овај објекат представља карактеристичан објекат блок типа, са већом површином у приземном и делу првог спрата због природе садржаја, и стамбеном кулом са смештајним јединицама у вишим етажама (слика 26, табела 34). Овакав тип узет је за анализу да би се упоредио објекат са атријумом у односу на објекат који атријум уопште нема.



Слика 26. Модел М5: Хотел блок типа без атријума

Табела 34. Распоред функција у објекту приказан у основама и пресецима модела М5



У приземљу објекта се налази зона рецепције и комерцијалних садржаја и зона кафеа и ресторана. Оно што карактерише овакав тип објекта, посебно што се изнад приземља налази још један спрат истог габарита, јесте непостојање природног осветљења и проветрености централних делова објекта. Овај недостатак се евентуално може превазићи формирањем светларника. На првом спрату, пословно-административна зона се простире око централног језгра. И овде се јавља проблем природног осветљења и проветравања просторија које су за два поља, односно скоро 15 метара удаљене од фасаде. С обзиром на то да се смештајне етаже изнад настављају у мањем габариту, овде се може прибећи формирању светларника или транспарентног кровног покривача на слободном делу објекта. Смештајне јединице у хотелима овог типа формиране су око централног степенишног језгра. Вертикалне и хоризонталне комуникације које се налазе у централном делу етаже примају природно осветљење и вентилацију преко прозора на крајевима ходника. Боља проветреност и осветљеност централне зоне може се постићи формирањем вертикалног светларника уместо зоне помоћних просторија. У посматраном примеру формирано је по 20 смештајних јединица на 5 смештајних етажа. У подземној етажи објекта такође се налази зона техничких просторија хотела и гаража.

У средишту објекта смештене су вертикалне и хоризонталне комуникације са помоћним просторијама. Смештајне јединице, пословни, комерцијални и угоститељски простори налазе се по ободу, оријентисани ка свима странама света.

Степенишно језгро код оваквих објеката може бити постављено и уз фасаду стамбене куле, чиме би се решио проблем лошије природне осветљености и проветрености језгра, али би се тиме смањио број смештајних јединица по етажи. Код већих објеката смештајна етажа у основи може попримати разне облике од издуженог до разуђеног, увек са језгром комуникација смештеног на погодним местима. Овакав тип објекта, са стамбеном кулом, веома је заступљен међу градским хотелским објектима веће спратности. Управо због тога се овај модел анализира упоредо са објектима атријумског типа да би се стекао свеопшти увид у њихово енергетско стање.

### 3.4. Упоредни приказ карактеристика изабраних хотела

Приликом дефинисања модела за анализу водило се рачуна да они имају приближно исте просторно-физичке карактеристике, површине и број смештајних јединица, да би добијени резултати енергетских симулација били упоредиви. У табели 35 дат је преглед основних просторно-физичких карактеристика атријума појединих модела анализираних хотелских објеката.

Табела 35. Основне карактеристике атријума изабраних модела хотелских објеката

Карактеристике атријума	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Присуство атријума	Да				Не
Позиција атријума у односу на објекат	Централна	Централна	Централна	Бочна	-
Отвореност атријума	На горе	Једнострана и на горе	Двострана и на горе	Једнострана и на горе	-
Преовлађујућа оријентација атријума	-	Јужна Западна Северна Источна	Север-југ Исток-запад	Јужна Западна Северна Источна	-

Сви модели имају једну подземну етажу која се не греје, са техничким просторијама и гаражом за возила. Приземље и први спрат резервисани су за јавне и комерцијалне садржаје, ресторане и пословне просторе. Смештајне етаже су галеријског типа код прва четири модела, док је пети модел коридорског типа. Прстиру се на пет спратова. Сви модели су, ради лакшег поређења, пројектовани у растеру 7,60 m, са истим димензијама у основи (38 × 38 m). Спратна висина прве две етаже са јавним садржајима је 5,10 m, а смештајних етажа 3,40 m. Спратност објеката је П+6, са укупном висином надземног дела од 28,90 m (табела 36).

Табела 36. Спратност објеката и спратна висина појединих етажа

Спратност / спратна висина [m]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Подземне етаже	1 / 3,40				
Комерцијалне етаже	2 / 5,10				
Смештајне етаже	5 / 3,74				
Укупно / све надземне етаже	7 / 28,90				

Број смештајних јединица по етажи креће се од 17 до 24 (табела 37). Први модел има најбоље искоришћен простор, док четврти има најмање соба од свих модела. Капацитети пројектованих модела обухватају око 100 смештајних јединица ( $\pm 20\%$ ), што ове објекте сврстава у типичне хотеле какви већ постоје у Београду.

**Табела 37.** Број смештајних јединица у анализираним хотелима

Број смештајних јединица	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Број смештајних јединица по етажи	24	20	20	17	20
Број смештајних јединица укупно	120	100	100	85	100

Сва четири модела атријумских хотела и пети модел хотела без атријума имају основу квадратног облика странице 38 m и исте површине у нивоима приземља и првог спрата ( $1444 \text{ m}^2$ ), док се тек смештајне етаже разликују у зависности од организације простора условљене карактеристикама модела (табела 38). Однос ширине странице објекта и његове висине је  $1,00 : 0,76$ , односно  $1 : \frac{3}{4}$ . Просечна површина надземног дела објекта који се климатизује износи око 7 000 квадратних метара ( $6143,84\text{-}7987,36 \text{ m}^2$ ).

**Табела 38.** Површина креираних објеката

Површина (делова) објекта [ $\text{m}^2$ ]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Подземна етажа	2 252,64	2 252,64	2 079,36	2 252,64	2 252,64
Атријум	519,84	693,12	550,24	416,48	-
Кафе, ресторан и комерцијални део	808,64	635,36	769,92	1 011,36	1 270,72
Пословни део	808,64	635,36	577,6	817,76	1 270,72
Ходници	2 111,04	1 915,84	2 020,80	1 375,04	1 516,96
Собе	3 739,20	3 024,80	2 888,00	2 523,20	3 161,60
Укупно надземни део објекта	7 987,36	6 904,48	6 806,56	6 143,84	7 220,00

Укупна запремина предложених модела, као и посебно атријума и преосталог дела објекта који се греје (надземни део) приказана је у табели 39. Просечна запремина укупног простора који се климатизује износи око 35 000 кубних метара ( $30930,48\text{-}41371,60 \text{ m}^3$ ).



Табела 39. Запремина креираних објеката

Запремина објекта [m <sup>3</sup> ]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Подземна етажа	7 658,97	7 658,97	7 069,82	7 658,97	7 658,97
Атријум	11 063,06	16 242,21	15 901,94	9 817,98	-
Кафе, ресторан и комерцијални део	4 124,06	3 240,34	3 926,59	5 157,72	6 480,67
Пословни део	4 124,06	3 240,34	2 945,76	4 170,58	6 480,67
Ходници	8 435,79	7 695,97	8 156,20	5 710,35	6 144,76
Собе	13 984,60	11 312,75	10 801,10	9 436,75	11 824,40
Објекат надземно без атријума	30 668,54	25 489,39	25 829,66	24 475,43	30 930,48
Укупно надземно објекат и атријум	41 731,60	41 731,60	41 731,60	34 293,41	30 930,48

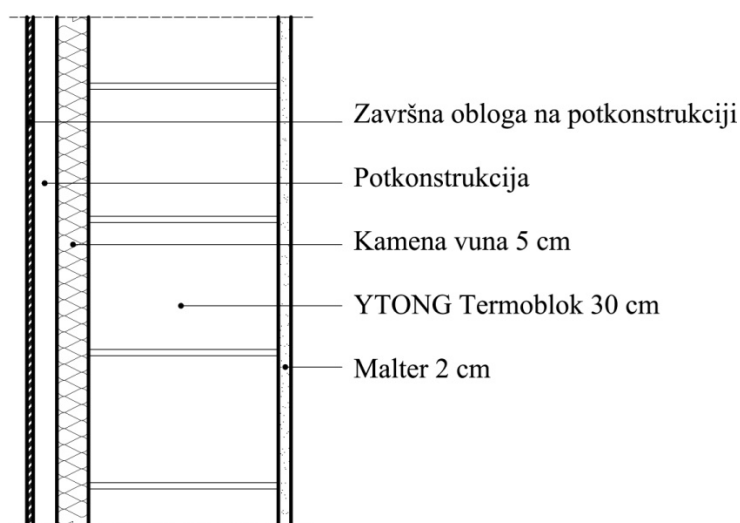
Површина фасаде приказана је у табели 40 у укупном износу и посебно у односу на стране света, са површином застакљења и процентом застакљења. Застакљење чини 31,25-43,90% укупне површине фасаде. Кров објеката такође чини застакљење од 22,94-35,04% у зони атријума кроз које је омогућен продор сунчевих зрака у атријум објекта и акумулација сунчеве топлоте у конструкцији.<sup>4</sup>

Табела 40. Површина омотача зграде (фасаде, крова, застакљења) и удео застакљења у омотачу

Омотач [m <sup>2</sup> ] / застакљење [m <sup>2</sup> ] / удео застакљења [%]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Укупно фасада	4 392,80 / 1 372,75 / 31,25	4 392,80 / 1 545,05 / 35,17	4 392,80 / 1 806,09 / 41,11	4 091,97 / 1 796,41 / 43,90	3 824,32 / 1 197,30 / 31,31
Северна фасада	1 098,20 / 368,80 / 33,58	1 098,20 / 368,80 / 33,58	1 098,20 / 540,82 / 49,25	1 098,20 / 426,40 / 38,83	1 098,20 / 368,80 / 33,58
Источна фасада	1 098,20 / 308,80 / 28,12	1 098,20 / 308,80 / 28,12	1 098,20 / 366,40 / 33,36	577,32 / 130,20 / 22,55	813,96 / 251,20 / 30,86
Јужна фасада	1 098,20 / 394,70 / 35,94	1 098,20 / 567,00 / 51,63	1 098,20 / 540,82 / 49,25	1 318,18 / 842,56 / 63,92	1 098,20 / 345,70 / 31,48
Западна фасада	1 098,20 / 300,45 / 27,36	1 098,20 / 300,45 / 27,36	1 098,20 / 358,05 / 32,60	1 098,27 / 397,25 / 36,17	813,96 / 231,60 / 28,45
Кров	1 444,00 / 331,24 / 22,94	1 444,00 / 505,96 / 35,04	1 444,00 / 499,00 / 34,56	1 444,00 / 362,12 / 25,08	1 444,00 / - / -

<sup>4</sup> Према ASHRAE 90.1-2010 стандарду, највише 40% фасаде сме бити застакљено, уколико застакљење нема исте термичке карактеристике као зид (ASHRAE, 2010).

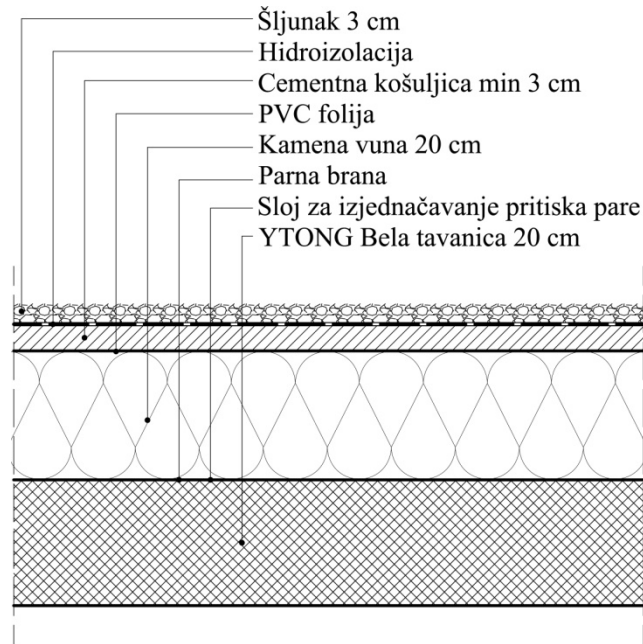
Конструкција објекта предвиђена је као армиранобетонски скелетни систем стубова, греда и таваница, са испуном зидова и таваница од лакоагрегатних блокова. Оваква структура зграде обезбеђује велики топлотни капацитет и добре термичке карактеристике преградних елемената и омотача зграде. На спољашним зидовима и равној кровној таваници предвиђена је термоизолација у складу са важећим нормама у смислу топлотне проводљивости. Омотач зграде пројектован је као трослојна структура која се састоји од унутрашњег зида сачињеног од лакоагрегатних блокова (30 cm), термоизолације од минералне вуне (5 cm) и завршног слоја монтираног на потконструкцију (слика 27).



Слика 27. Слојеви фасадног зида

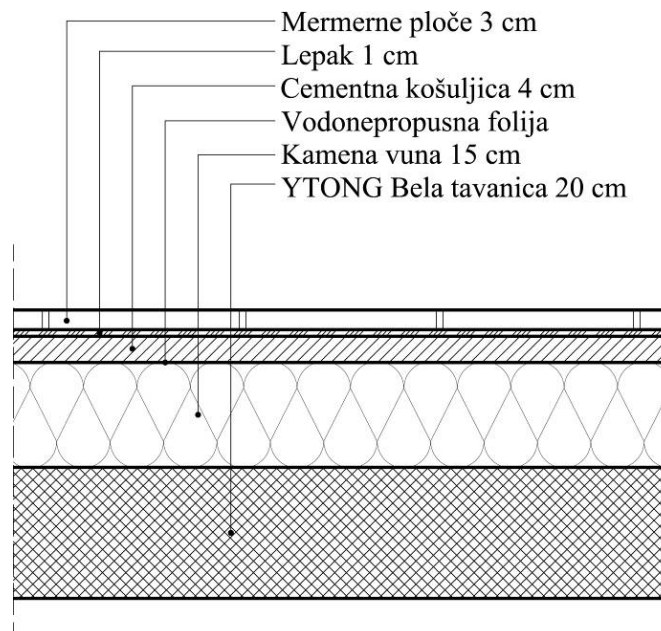
Преградни зидови унутар објекта предвиђени су од лакоагрегатних блокова дебљине 20 cm ради формирања термалне масе објекта. Галерије са ходницима су отворене према атријуму, а у сврху енергетског моделовања је граница између зоне ходника и зоне атријума дефинисана као виртуелна преграда, односно ваздушни зид („*air wall*“).

Застакљење прозорских отвора, као и бочних и кровних делова атријума предвиђено је двоструким нискоемисионим термоизолационим стаклом у алуминијумском раму са термо-прекидом, у складу са прописима о енергетској ефикасности зграда. Раван кров састоји се од префабрикованих бетонских греда са испуном од лакоагрегатних префабрикованих бетонских плоча (20 cm), термоизолације од минералне вуне (20 cm), свих потребних мембрана и заштитног слоја од шљунка (слика 28).



Слика 28. Слојеви равног крова

Под према негрејаном простору подземне гараже састоји се од армираног бетона (20 cm), термоизолације (15 cm) и завршног слоја од мермерних плоча са свим потребним слојевима (слика 29).



Слика 29. Слојеви пода изнад негрејаног простора

Грађевински материјали и елементи дефинисани су у свему према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011), тако да задовољавају све прописане вредности у смислу топлотне проводљивости. У табели 41 приказане су дозвољене и остварене вредности коефицијента пролаза топлоте за грађевинске елементе омотача зграде.

**Табела 41.** Дозвољене и остварене вредности коефицијента пролаза топлоте за елементе омотача зграде

Грађевински елемент	Коефицијент пролаза топлоте	
	Дозвољен $U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Остварен $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Спољни зид	0,30	0,20
Раван кров изнад грејаног простора	0,15	0,14
Под према негрејаном простору (подруму или тлу)	0,30	0,23
Прозори, врата и застакљење атријума	1,50	1,10

### 3.5. Трансмисиони топлотни губици кроз омотач зграде

Специфични трансмисиони губици кроз омотач зграде један су од фактора који мора бити задовољен према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011). За проверу трансмисионих губитака за дефинисане моделе потребно је извршити следећу анализу. Физичке карактеристике омотача модела дате су у табели 42.

**Табела 42.** Подаци о креираним моделима

Подаци о згради	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Површина термичког омотача зграде $A$ [m <sup>2</sup> ]	7 280,80	7 280,80	7 280,80	6 979,97	6 712,32
Запремина грејаног дела зграде $V$ [m <sup>3</sup> ]	41 731,60	41 731,60	41 731,60	34 293,41	30 930,48
Фактор облика зграде <sup>5</sup> $f_o$ [m <sup>-1</sup> ]	0,17	0,17	0,17	0,20	0,22
Удео транспарентних површина [%]	41,23	54,17	65,27	63,91	29,41

<sup>5</sup> Фактор облика зграде је однос површине термичког омотача зграде и њиме обухваћене бруто запремине зграде  $f_o = A/V$  [m<sup>-1</sup>]

Површина делова омотача и целог омотача зграде кроз коју се врши трансмисија топлоте, дата је у табели 43.

**Табела 43.** Површина термичког омотача зграде

Површина термичког омотача зграде $A$ [ $m^2$ ]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Спољни зид	3 020,05	2 847,75	2 586,71	2 295,56	2 627,02
Раван кров изнад грејаног простора	1 112,76	938,04	945,00	1 081,88	1 444,00
Прозори, врата и застакљ. атријума	1703,99	2 051,01	2 305,09	2 158,53	1 197,30
Под ка негрејаном простору	1 444,00	1 444,00	1 444,00	1 444,00	1 444,00
Укупно $\sum A$	7 280,80	7 280,80	7 280,80	6 979,97	6 712,32

Површински трансмисиони губици топлоте ( $H_{Ts}$ ) добијају се следећом формулом:

$$H_{Ts} = U \times A \times F_{xi}$$

где је:

$U$  Коефицијент пролаза топлоте грађевинског елемента [ $W/(m^2K)$ ]

$A$  Површина термичког омотача зграде [ $m^2$ ]

$F_{xi}$  Фактор корекције температуре

Фактор корекције температуре, према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011) дат је у табели 44, поред коефицијената пролаза топлоте израчунатих за делове омотача зграде.

**Табела 44.** Коефицијент пролаза топлоте и фактор корекције температуре

Грађевински елемент	Коефицијент пролаза топлоте $U$ [ $W/(m^2K)$ ]	Фактор корекције температуре $F_{xi}$
Спољни зид	0,20	1,0
Раван кров изнад грејаног простора	0,14	1,0
Прозори, врата и застакљење атријума	1,10	1,0
Под према негрејаном простору (подруму или тлу)	0,23	0,5

Израчунати површински трансмисиони губици топлоте ( $H_{Ts}$ ) за сваки део омотача зграде појединачно и укупно за цео омотач представљени су у табели 45.

**Табела 45.** Површински трансмисиони губици  $H_{Ts}$  [W/K]

Површински трансмисиони губици $H_{Ts}$ [W/K]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Спољни зид	604,01	569,55	517,34	459,11	525,40
Раван кров изнад грејаног простора	155,79	131,33	132,30	151,46	202,16
Прозори, врата и застакљ. атријума	1 874,39	2 256,11	2 535,60	2 374,38	1 317,03
Под ка негрејаном простору	166,06	166,06	166,06	166,06	166,06
Укупно $\sum H_{Ts}$	2 800,25	3 123,05	3 351,30	3 151,02	2 210,65

Линијски трансмисиони губици топлоте ( $H_{TB}$ ) добијају се следећом формулом:

$$H_{TB} = \Delta U_{TB} \times \sum A$$

где је:

$\sum A$             Укупна површина термичког омотача зграде [ $m^2$ ]

$\Delta U_{TB}$         Усвојена вредност према Правилнику о енергетској ефикасности зграда 0,10 W/( $m^2K$ )

из чега следи да је:

$$H_{TB} = 0,1 \times \sum A$$

За нестамбене зграде са уделом транспарентних површина  $> 30\%$  и фактором облика  $\leq 0,2$ , према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011), максималне допуштене вредности специфичних трансмисионих губитака топлоте  $H'_{T \max}$  износе 1,55 W/ $m^2K$ , док за нестамбене зграде са уделом транспарентних површина  $\leq 30\%$  и фактором облика 0,2-0,3,  $H'_{T \max}$  износи 0,80 W/ $m^2K$ .

Коначно, специфични трансмисиони губици топлоте кроз омотач зграде за све моделе, дати су у табели 46.

**Табела 46.** Специфични трансмисиони губици топлоте кроз омотач зграде

Трансмисиони губици топлоте	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Линијски трансмисиони губици [W/K] $H_{ТВ} = 0,1 \times \sum A$	728,08	728,08	728,08	698,00	671,23
Укупни трансмисиони губици [W/K] $H_T = H_{Ts} + H_{ТВ}$	3 528,33	3 851,13	4 079,38	3 849,02	2 881,88
Специфични трансмисиони губици [W/(m <sup>2</sup> K)] $H'_T = H_T/A$	<b>0,48</b>	<b>0,53</b>	<b>0,56</b>	<b>0,55</b>	<b>0,43</b>
Дозвољени трансмисиони губици $H'_{T \max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	<b>1,55</b>	<b>1,55</b>	<b>1,55</b>	<b>1,55</b>	<b>0,80</b>

Будући да су модели за анализу дефинисани према принципима максимизирања енергетске ефикасности у смислу да су компактног облика и имају омотач који је добро топлотно изолован, специфични трансмисиони губици кроз омотач су код свих модела далеко испод максимално дозвољених вредности које су дефинисане Правилником о енергетској ефикасности зграда (2011).

### 3.6. Климатске карактеристике значајне за енергетску анализу

Поред структуре и карактеристика омотача зграде, на енергетске перформансе објекта у најзначајнијој мери утичу климатски услови локације, као и режим коришћења простора.

Београд се налази на 44°48' северне географске ширине, 20°28' источне географске дужине и просечној надморској висини 132 m ([www.hidmet.gov.rs](http://www.hidmet.gov.rs)). Према подацима Републичког хидрометеоролошког завода, клима у Београду је умерено континентална, са просечном температуром од 12,5°С (табела 47).

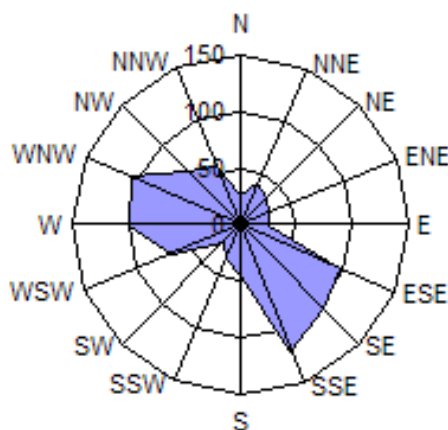
**Табела 47.** Средње месечне, годишње и екстремне вредности од 1981-2010. године. Извор: Републички хидрометеоролошки завод

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Температура [°C]													
Средња максимална	4,6	7,0	12,4	18,0	23,5	26,2	28,6	28,7	23,9	18,4	11,2	5,8	17,4
Средња минимална	-1,1	-0,1	3,7	8,3	13,0	15,8	17,5	17,6	13,5	9,0	4,2	0,2	8,5
Нормална вредност	1,4	3,1	7,6	12,9	18,1	21,0	23,0	22,7	18,0	12,9	7,1	2,7	12,5
Апсолутни максимум	20,7	23,9	28,8	32,2	34,9	37,4	43,6	40,0	37,5	30,7	28,4	22,6	43,6
Апсолутни минимум	-18,2	-15,4	-12,4	-3,4	2,5	6,5	9,4	6,7	4,7	-4,5	-7,8	-13,4	-18,2
Ср. бр. мразних дана	18	14	5	0	0	0	0	0	0	0	5	15	58
Ср. бр. тропских дана	0	0	0	0	2	7	12	12	3	0	0	0	36
Релативна влага [%]													
Просек	78	71	63	61	61	63	61	61	67	71	75	79	68
Трајање сијања сунца													
Просек часова	72,2	101,7	153,2	188,1	242,2	260,9	290,8	274,0	204,3	163,1	97,0	64,5	2111,9
Број ведрих дана	3	5	5	4	5	6	11	12	8	7	4	3	75
Број облачних дана	14	10	9	8	6	5	4	3	6	7	11	15	99
Падавине [mm]													
Ср. месечна сума	46,9	40,0	49,3	56,1	58,0	101,2	63,0	58,3	55,3	50,2	55,1	57,4	690,9
Мах. дневна сума	33,2	39,1	36,8	64,2	56,4	94,0	80,1	75,6	41,9	43,7	51,8	39,9	94,0
Ср. бр. дана $\geq 0.1$ mm	13	12	11	13	13	13	10	9	10	10	12	14	139
Ср. бр. дана $\geq 10.0$ mm	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	21
Појаве [број дана са....]													
снегом	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	3	8	33
снежним покривачем	13	10	4	0	0	0	0	0	0	0	3	10	39
маглом	5	3	1	1	0	0	0	0	0	2	4	6	24
градом	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



Јануар је најхладнији месец, са просечном температуром 1,4°C, а најтоплији месец је јули (23°C). Највише мразних дана има у децембру, јануару и фебруару, док су тропске температуре највише заступљене у јулу и августу. Средњи атмосферски притисак у Београду је 1001 mb, а средња релативна влажност ваздуха је 68%. У просеку има 2111,9 сунчаних сати годишње. Сунчеве светлости има највише у јуну, јулу и августу, око 10 сати дневно, док су децембар и јануар познати као најоблачнији са око 2,3 сунчана сата дневно. На Београд и околину годишње падне просечно 690,5 mm кише. Најкишовитији месец је јун. У Београду, у просеку, има 39 снежних дана годишње.

За Београд је карактеристичан источни и југоисточни ветар – кошава (слика 30), који доноси ведро и суво време и најчешће дува у јесен и зиму. „Она обично траје 2 до 3 дана, али је често трајала и знатно дуже“ (Milosavljević, 1990, стр. 163).



Слика 30. Ружа ветрова за град Београд. Извор: Републички хидрометеоролошки завод Србије

Средње брзине ветра и интензитет ветра по правцима приказани су у табели 48. Просечна брзина кошаве је око 3 m/s, мада у појединим ударима може достићи и десет пута већи интензитет.

Табела 48. Релативне честине ветра по правцима и тишине у промилима и средње брзине ветра у m/s 1981-2010. год. Извор: Републички хидрометеоролошки завод

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
рел.честине(%)	25	38	31	28	25	97	105	121	44	32	22	65	99	106	66	55
средње брзине (m/s)	2,3	2	2	1,9	2,4	3,1	3	2,9	2,2	1,8	1,7	2	2,2	2,3	2,3	2,3

Климатске карактеристике локације на основу којих се израђује елаборат енергетске ефикасности према важећем Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011) су спољне пројектоване температуре градова у републици Србији (-12,1 °C за град Београд), број степен дана грејања (2520 за град Београд), средња температура грејног периода (5,6 °C за град Београд), број дана грејне сезоне (175 за град Београд), средње суме сунчевог зрачења и средње месечне температуре спољашњег ваздуха (табеле 49, 50 и 51). У обзир се узима и утицај ветра на објекат. Унутрашња пројектна температура је 20°C за зимски и 26°C за летњи период године. Проветравање кроз транспарентни омотач зграде предвиђено је са 0,5 измена ваздуха на сат.

**Табела 49.** Климатски пројектни подаци за Београд и утицај ветра на зграду. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011, \*ASHRAE, 2009

Климатски подаци за град Београд	
Спољна пројектна температура [°C]	-12,1
Број степен дана грејања <i>HDD</i>	2520
Број степен дана хлађења <i>CDD</i> *	480
Број дана грејне сезоне <i>HD</i>	175
Средња температура грејног периода [°C]	5,6
Унутрашња пројектна температура за зимски период [°C]	20
Унутрашња пројектна температура за летњи период [°C]	26
Проветравање / број измена ваздуха [h <sup>-1</sup> ]	0,5
Утицај ветра	
Положај (изложеност ветру)	Умерено заклоњен
Број фасада изложених ветру	Више од једне фасаде

У табели 50 приказане су детаљне месечне средње температуре и број степен дана грејања за град Београд који се користе при прорачуну потребне енергије за грејање према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011).

**Табела 50.** Средња месечна температура спољашњег ваздуха и број степен дана за грејање за град Београд. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Зима
Средња месечна температура [°C]	0,9	3,0	7,3	12,5	17,6	20,6	22,3	22,0	17,7	12,7	7,2	2,6	5,6
HDD (2520)	585	458	370	102	0	0	0	0	0	101	373	531	

Вредности средњих сума сунчевог зрачења користе се за прорачун добитака топлоте од сунчевог зрачења за све локације на територији Републике Србије према табели 51.

**Табела 51.** Средње суме сунчевог зрачења. Извор: Правилник о енергетској ефикасности зграда, 2011

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Зима
Хоризонт. површина [kWh/m <sup>2</sup> ]	42,75	60,35	103,86	133,65	170,43	181,23	192,83	170,43	127,58	88,94	45,50	33,87	398
Југ [kWh/m <sup>2</sup> ]	64,25	76,98	96,43	86,73	86,28	81,43	90,31	99,43	107,38	109,22	66,52	52,80	455
Исток, запад [kWh/m <sup>2</sup> ]	32,57	55,35	79,80	96,05	112,90	116,78	125,22	114,37	91,32	67,21	34,67	25,53	310
Север [kWh/m <sup>2</sup> ]	17,42	22,38	36,04	44,64	55,69	56,88	58,27	52,83	38,78	29,16	17,93	14,31	145

Стандард SRPS EN ISO 13790, дефинише три различита приступа методологији прорачуна потребне енергије за грејање и хлађење у зградама (Институт за стандардизацију Србије, 2010):

- потпуно дефинисани квази-стационарни месечни (односно сезонски) метод прорачуна;
- потпуно дефинисани упрошћени динамички метод прорачуна базиран на часовним распоредима у погледу коришћења простора, осветљења, опреме и система за грејање, хлађење и вентилацију, и
- метод прорачуна који подразумева детаљну динамичку симулацију понашања зграде у термичком смислу.

Прва два метода прорачуна дају коректне вредности на годишњем нивоу, али резултати добијени за поједине месеце или вредности могу имати релативна одступања. Динамичка симулација термичког понашања зграде је најбоља опција за прорачун, али је потребно добро познавати начин функционисања предметне зграде, те коректно унети бројне улазне податке за прорачун (о клими, омотачу, начину коришћења простора и уређаја), о чему ће бити речи у наредном делу.

Док се методологија прорачуна по Правилнику о енергетској ефикасности (2011) претежно ослања на прва два метода прорачуна, ово истраживање спроводи се применом детаљне динамичке симулације енергетских својстава зграде уз помоћ одговарајућег софтвера. Изабрани софтвер користи префињену *EnergyPlus* платформу за симулацију која се ослања на прописе Америчког друштва инжењера за климатизацију, грејање и хлађење (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers - ASHRAE*). Подаци везани за климатске карактеристике Београда садржани су у *EnergyPlus Weather Data* фајлу (*.epw*) који је формиран на основу података Светске метеоролошке организације, добијених вишедеценијским праћењем климатских карактеристика за задато подручје преко мреже националних синоптичких станица. Неки од података дати су у табели 52, а сви климатски подаци које софтвер користи много су опширнији и обухватају и податке о сунчевом зрачењу.

**Табела 52.** Климатски подаци које користи *EnergyPlus* за Београд. Извор: *ASHRAE*, 2009

Lat	Long	Elev	Heating DB		Cooling DB/MCWB						Evaporation WB/MCDB				Dehumidification DP/HR/MCDB						Extreme Annual WS			HDD 65	CDD 65
			99,6 [%]	99 [%]	0,4%		1%		2%		0,4%		1%		0,4%			1%			1%	2,5%	5%		
			DB	MCWB	DB	MCWB	DB	MCWB	WB	MCDB	WB	MCDB	DP	HR	MCDB	DP	HR	MCDB							
44,80N	20,47E	433	15,9	20,0	92,7	70,2	89,7	69,5	86,7	68,2	72,2	87,3	70,8	85,4	67,4	102,4	78,0	66,0	97,3	76,3	16,5	14,0	11,9	4605	897

**Табела 53.** Значење скраћеница у табели 52

Lat	<i>Latitude</i> [°]	Географска ширина [°]
Long	<i>Longitude</i> [°]	Географска дужина [°]
Elev	<i>Elevation</i> [ft]	Надморска висина [ft]

DB	<i>Dry bulb temperature</i> [°F]	Температура сувог ваздуха [°F]
WB	<i>Wet bulb temperature</i> [°F]	Температура ваздуха влажности 100% [°F]
DP	<i>Dew point temperature</i> [°F]	Температура тачке росе [°F]
HR	<i>Humidity ratio, grains of moisture per lb of dry air</i>	Коефицијент влажности ваздуха, број честица влаге по фунти сувог ваздуха
WS	<i>Wind speed</i> [mph]	Брзина ветра [mph]
MCWB	<i>Mean coincident wet bulb temperature</i> [°F]	Одговарајућа (коинцидентна) просечна температура влажног ваздуха [°F]
MCDB	<i>Mean coincident dry bulb temperature</i> [°F]	Одговарајућа (коинцидентна) просечна температура сувог ваздуха [°F]
HDD 65	<i>Annual heating degree-days, base 65°F, °F-day</i>	Годишњи степен-дани за грејање, основа 65°F, °F-дан
CDD 65	<i>Annual cooling degree-days, base 65°F, °F-day</i>	Годишњи степен-дани за хлађење, основа 65°F, °F-дан

### 3.7. Нумеричка симулација енергетских перформанси изабраних модела хотелских објеката

Изабрани модели хотелских објеката креирани су у компјутерском програму и подвргнути нумеричкој симулацији ради стицања увида у њихове енергетске перформансе. Нумеричка симулација спроводи се у складу са важећим прописима из области енергетске ефикасности, на основу климатских карактеристика локације, података о грађевинским материјалима, елементима и системима, података о електро опреми, уређајима и начину коришћења објекта.

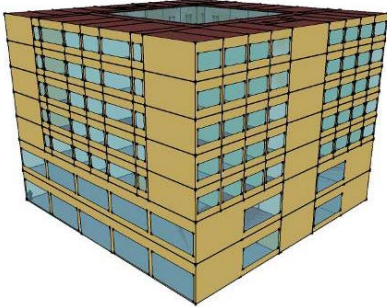
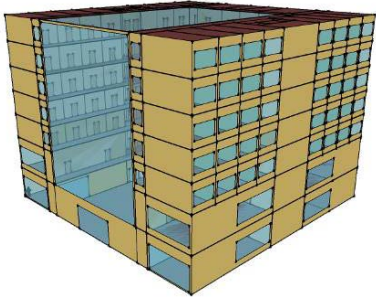
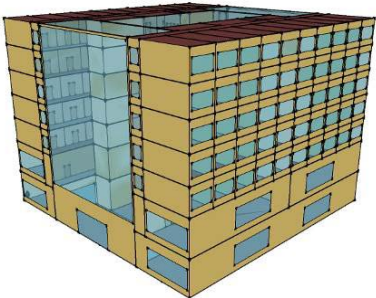
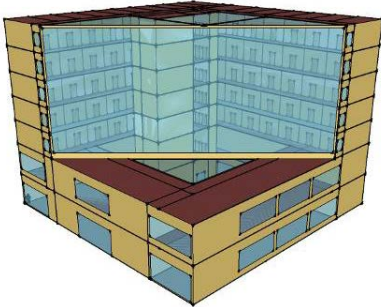
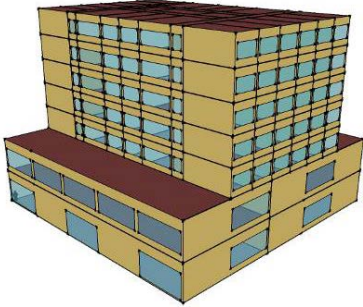
Савремене информационо-комуникационе технологије развијене су до те мере да се употребом одређених софтверских пакета могу симулирати различити термодинамички процеси у згради са прецизношћу скоро идентичном стварном стању на терену. Због тога, употреба компјутерске симулације енергетских карактеристика зграда налази широку примену приликом анализе, како већ изграђених објеката, тако и пројектантских решења. Велика предност ових алата је што се још приликом пројектовања могу испитати одређене алтернативе у дизајну, како би се дошло до најбољег решења које задовољава и естетске и енергетске захтеве који се од објекта очекују.

Симулација енергетских карактеристика изабраних модела изведена је употребом *EnergyPlus* симулационе платформе, уз помоћ графичког интерфејса апликације *OpenStudio SketchUp PlugIn*. Оба програма развијена су у Националној лабораторији за обновљиву енергију америчког Одељења за енергију (*National Renewable Energy Laboratory of the United States Department of Energy*). Ова софтверска комбинација одабрана је пре свега због поузданости програма *EnergyPlus*, који је један од најефикаснијих симулационих апарата на који се ослања већина других комерцијалних софтвера (Crawley *et al.*, 2005).

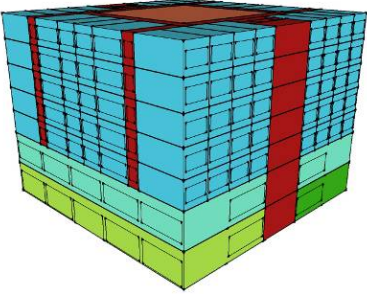
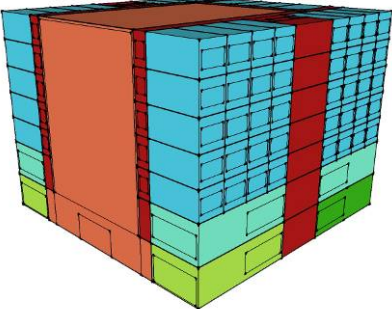
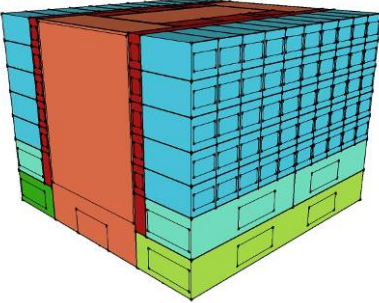
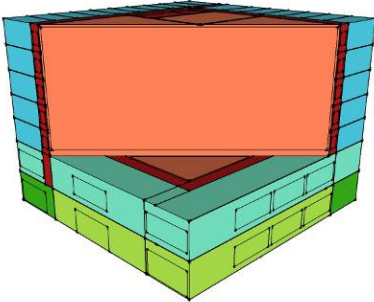
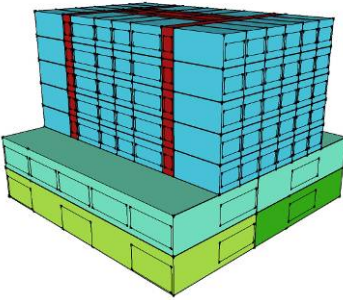
Програм *EnergyPlus* служи за енергетску анализу и симулацију топлотних оптерећења у објекту. На основу задатог описа зграде са аспекта просторно-физичких карактеристика, врсте омотача и инсталираних система у згради, *EnergyPlus* прорачунава оптерећења за грејање и хлађење неопходна за одржавање задатих вредности чинилаца топлотног комфора, као и многе друге детаље који показују како би се стварна зграда понашала. На основу апстахованог виртуелног модела зграде и задатих климатских услова, програм мери одређене параметре и предвиђа понашање зграде што ближе стварном стању. Динамички модел приказује процес са временским интервалом од 15 минута, током целе године. На овај начин омогућено је праћење понашања зграде још у концептуалној фази, што пружа могућност да се по потреби измене одређени параметри. Циљ оваквог начина пројектовања је да се варирањем одређених параметара (нпр. материјализација, оријентација) посматра како те промене утичу на енергетске перформансе зграде.

Основни елемент на коме је *EnergyPlus* базиран јесте топлотна зона, која представља скуп простора, обично на једној етажи објекта, који имају исте захтеве за топлотни комфор и иста топлотна оптерећења. У изабраним моделима хотелских објеката креиране су следеће топлотне зоне: лоби са атријумом, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона, гостинске собе и ходници. Детаљне површине и запремине наведених зона видети у Прилогу 2. Изглед енергетских модела креираних помоћу наведене апликације приказан је у табели 54. Распоред топлотних зона у моделима приказан је у табели 55.

Табела 54. Изглед енергетских модела у програму *OpenStudio SketchUp PlugIn*

Модел М1	Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом	
Модел М2	Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	
Модел М3	Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	
Модел М4	Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	
Модел М5	Хотел блок типа без атријума	

Табела 55. Распоред топлотних зона у моделима

<b>Топлотне зоне у објектима</b>	Модел М1	
	Модел М2	
	Модел М3	
	Модел М4	
	Модел М5	



Ово истраживање фокусира се на физичку структуру зграде и њен омотач јер се анализира потребна енергија за грејање и хлађење простора. Специјални услови за климатизовање кухиње, припремање топле воде или за базене и спа центре нису разматрани јер нису релевантни за пројектантску анализу утицаја атријума на енергетске карактеристике зграде. Такође, није разматрана врста система за климатизацију, нити извор енергије. Главни критеријум за анализу је потребна количина енергије за грејање и хлађење простора, без специфицирања посебне врсте горива или система прераде и преноса енергије. Тиме се постиже увид у стварне потребе за климатизовањем зграде, без обзира на ефикасност постројења или извор енергије. За прорачун емисије CO<sub>2</sub> која настаје задовољењем потреба за грејањем и хлађењем, као извор енергије усвојен је природни гас за грејање и електрична енергија за хлађење, јер објекти на изабраној локацији могу се снабдевати даљинском топлотом или имати самосталну котларницу на гас, а за хлађење стандардно користе електричну енергију. На основу задатих параметара, креирани модели подвргнути су нумеричкој симулацији да би се испитале њихове енергетске карактеристике.

### **3.8. Режим коришћења простора**

Динамичка симулација термичког понашања зграде захтева више врста информација о оптерећењима која делују на топлотне зоне у објекту. Оптерећења која делују на топлотну зону могу бити спољашња (топлотна енергија која се преноси кроз транспарентни и нетранспарентни омотач зоне, топлотни добици и губици од проветравања) или унутрашња (топлотно зрачење од људи, осветљења и опреме). За дефинисање модела у изабраном програму потребно је имати све податке који утичу на понашање објекта. Ради прецизнијег дефинисања карактеристика објекта, коришћени су подаци који се налазе у склопу изабраног софтверског пакета, а који описују референтни модел великих хотелских објеката у Сједињеним Америчким Државама (САД). Циљ формирања референтних модела комерцијалних објеката је да се сагледају енергетске перформансе

типичне зграде одређеног типа, под типичним условима коришћења. Референтни модел великог хотела представља типичан хотелски објекат у САД са шест спратова, површином од око 11 000 квадратних метара, светлом висином од око 3 метра у смештајном делу и 4 метра у приземљу и са 27% застакљења у омотачу зграде (табела 56). С обзиром на то да још увек нису дефинисани референтни модели комерцијалних објеката у Србији, а на основу увида у постојеће стање београдског хотелског фонда, те сличности у просторним стандардима који преовладавају у хотелијерству, може се претпоставити да су подаци везани за референтни хотелски објекат у САД релевантни и за хотелске објекте у Београду.

**Табела 56.** Карактеристике референтног модела великог хотела, \* приземље, \*\* спратови. Извор: DeGu *et al.*, 2011

	Површина [m <sup>2</sup> ]	Однос страница у основи	Број спратова	Светла висина [m]	Удео застакљења [%]
Велики хотел	11 345	3,8* 5,1**	6	3,96* 3,05**	0,27

Оптерећења и распореди коришћења за референтни модел преузети су из свеобухватног истраживања комерцијалних објеката у САД, спроведеног од стране америчког Одељења за енергију у сарадњи са три националне лабораторије (DeGu *et al.*, 2011). Детаљни енергетски модел зграде захтева додатне информације које нису доступне из стандардних извора података, те су стога у програму комбиновани подаци из неколико извора да би се добило типично понашање хотелског објекта (DeGu *et al.*, 2011). Неки подаци дефинисани су *ASHRAE* стандардима 90.1-2004, 62.1-2004 и 62-1999 (*ASHRAE*, 1999, 2004а, 2004б); остали су дефинисани студијама прототипских комерцијалних објеката (*Prototypical Commercial Buildings*, Huang, *et al.*, 1991), документима техничке подршке (*Technical Support Document*, Jiang, *et al.*, 2008) и стандардном праксом.

Потребна снага (W) за електричне инсталације и опрему у хотелу претпостављена је за стандардно функционисање референтних хотелских објеката према DeGu *et al.* (2011), са утврђеним режимом рада као што је приказано у табели 57. Режим рада подразумева интензитет коришћења осветљења или опреме у одређеном периоду дана. Часовни приказ режима рада осветљења и електричне опреме у току дана представљен је у Прилогу 1.

**Табела 57.** Оптерећења топлотних зона референтног хотелског објекта од осветљења и опреме и комбинација распореда њиховог коришћења у зонама новопројектованих модела. Извор: Deru *et al.*, 2011, \* Аутор

Топлотне зоне / врсте простора	Осветљење [W/m <sup>2</sup> ]	Електрична опрема [W/m <sup>2</sup> ]	Примењени режим рада осветљења*	Примењени режим рада ел. опреме*
Лоби (атријум)	10,656271	4,090286	Осветљење у хотелу	Ел. опрема у хотелу
Кафе (ресторан)	12,593775	2,798617	Осветљење у хотелу	Ел. опрема у хотелу
Комерцијална зона	14,531279	5,489594	Осветљење у хотелу	Ел. опрема у хотелу
Пословна зона	9,687524	5,812514	Осветљење у пословној зони	Ел. опрема у пословној зони
Собе	10,656271	7,319459	Осветљење у собама	Ел. опрема у собама
Ходници	4,843762	0,000000	Осветљење у хотелу	Ел. опрема у хотелу

Подаци о људској активности такође су дефинисани међу карактеристикама референтних хотелских објеката (Deru *et al.*, 2011), са бројем људи и режимом њиховог боравка у појединим зонама хотела (табела 58). Заузетост просторија изражена је уделом броја корисника у односу на максималан број корисника за које је истраживањем утврђено да бораве у неком простору хотела у одређеном периоду дана. Детаљан приказ режима боравка корисника у појединим зонама хотела по часовима, за сваки дан у недељи, дат је у Прилогу 1.

**Табела 58.** Оптерећења топлотних зона од људске активности, са комбинацијом распореда заузетости просторија, \* оригинални податак, \*\* измењени податак

Топлотне зоне / врсте простора	Људска активност	Заузетост [особа/m <sup>2</sup> ]	Назив режима заузетости просторија
Лоби (атријум)	100 W/h/особа	0,322917	Заузетост у лобију
Кафе (ресторан)	100 W/h/особа	0,721182* 0,30000**	Заузетост у лобију
Комерцијална зона	100 W/h/особа	0,161459	Заузетост у лобију
Пословна зона	100 W/h/особа	0,053820	Заузетост у пословној зони
Собе	100 W/h/особа	0,038427	Заузетост у собама
Ходници	100 W/h/особа	0,107640	Заузетост у хотелу

Распоред грејања и хлађења у анализираним моделима је, ради максимизирања енергетске уштеде, предвиђен на три начина. Собе за госте се, ради остваривања

најповољнијег комфора, климатизују током целог дана и ноћи на температуру од 20°C за грејање и 26°C за хлађење. Температура у ходницима је подешена на 16°C за грејање и 30°C за хлађење, јер се у њима борави веома кратко и у пролазу. Све остале зоне хотела се климатизују током дана (08:00-24:00) на 20°C за грејање и 26°C за хлађење, док се током ноћи (24:00-08:00) температура спушта на 16°C за грејање, односно хлади се на 30°C (табела 59).

**Табела 59.** Временски распоред унутрашње пројектне температуре за поједине врсте простора у новопроектованим моделима хотелских објеката

	Пројектна температура	08:00-24:00	24:00-08:00
Собе	Грејање [°C]	20	
	Хлађење[°C]	26	
Ходници	Грејање[°C]	16	16
	Хлађење[°C]	30	30
Остале зоне хотела	Грејање[°C]	20	16
	Хлађење[°C]	26	30

#### 4. РЕЗУЛТАТИ ЕНЕРГЕТСКИХ СИМУЛАЦИЈА ИЗАБРАНИХ МОДЕЛА

Нумеричке симулације енергетских перформанси изведене су за пет изабраних модела хотелских објеката, на основу задатих климатских параметара, физичких карактеристика зграда и режима коришћења простора. Енергетски захтеви за климатизовање објеката и задовољење унутрашњих пројектних температура (према распореду из табеле 59), приказани су на годишњем нивоу и за сваки месец посебно. На основу податка о потребној енергији за грејање простора по квадратном метру површине објекта стиче се увид у енергетски разред коме поједини објекат припада. С озиром на велику запремину атријума у изабраним моделима, приказана је и потребна количина енергије по кубном метру простора. Топлотни добици и губици посматрани су кроз транспарентне површине (застакљење), нетранспарентне површине, од проветравања и од људи, осветљења и опреме. Сви резултати дати су посебно за зону атријума, а посебно за остале топлотне зоне, које укључују кафе, ресторан и комерцијалну зону, пословни део, ходнике и смештајне јединице.<sup>6</sup> У Прилогу 5 дат је детаљан приказ резултата енергетских симулација за све моделе и алтернативе предложене у овом раду.

##### 4.1. Потребна финална енергија за грејање и хлађење изабраних модела

Годишња потребна финална енергија за грејање зграде,  $Q_{a,H}$  [kwh/a] и годишња потребна финална енергија за хлађење зграде,  $Q_{a,C}$  [kwh/a], рачунски су одређене, односно установљене количине енергије коју грејним, односно расхладним системом треба довести у зграду, односно одвести из зграде током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних температура. У овом поглављу приказана је годишња финална енергија која је згради потребна за климатизацију, без обзира на врсту погонског горива. За разлику од финалне, годишња примарна енергија, која узима у обзир извор енергије, приказана је у поглављу 4.3.

<sup>6</sup> Иако је интернационална мерна јединица за енергију џул (J), у употреби је према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011), а посебно за обрачун наплате енергије, киловатчас (kWh), те ће се због тога означавање у овом раду вршити у киловатчасовима.

#### 4.1.1. Годишња финална енергија за грејање зграде

Укупан годишњи износ финалне енергије за грејање изабраних модела приказан је у табели 60. Дат је приказ за све топлотне зоне у објекту, посебно за атријум и посебно за остале зоне у објекту.

Табела 60. Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	269,92	299,58	314,48	220,20	168,46
Атријум	113,74	167,27	186,57	100,79	-
Остале зоне осим атријума	156,18	132,31	127,90	119,41	168,46
Ходници	18,80	17,26	22,55	11,52	24,45
Собе	96,56	81,78	74,31	70,66	83,27
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	13,54	10,34	11,38	8,11	17,99
Пословна зона	27,39	22,93	19,67	29,12	42,76

На основу укупне годишње потребне енергије за грејање зграде (табела 60), закључује се да је моделима са атријумом потребно више енергије за износ енергије која је потребна за грејање атријума. Највише енергије за грејање потребно је моделу М3. После модела М3, највише троше модели М2, М1, па М4 док је за грајање најмање потребно моделу М5 (без атријума). Треба, међутим, узети у обзир да модели имају различиту површину и запремину, те да су релевантнији подаци за међусобно поређење модела они који се односе на потрошњу по јединици површине или запремине климатизованог простора.

Енергетски разред за зграде се, према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011), одређује на основу годишње потребне финалне енергије за грејање по квадратном метру грејане површине [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ], која је приказана у табели 61. Поређењем добијених података са максимално дозвољеном финалном енергијом за грејање  $Q_{H,max}$  (табела 18), закључује се да модели М1, М2, М4 и М5 припадају енергетском разреду „B“, а модел М3 припада разреду „C“ (табела 61). Анализом потрошње по зонама, примећује се да је атријуму потребна веома велика

количина енергије за грејање, од 218 до 339 kWh/(m<sup>2</sup>a), што атријум сврстава у енергетске разреде „F“ и „G“, док остатак објекта изискује веома малу количину енергије по квадратном метру, око 20 kWh/(m<sup>2</sup>a), што одговара разреду „A“.

Табела 61. Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	33,79	43,39	46,20	35,84	23,33
Атријум	218,80	241,34	339,08	242,01	-
Остале зоне осим атријума	20,91	21,30	20,44	20,85	23,33
Ходници	8,90	9,01	11,16	8,38	16,12
Собе	25,82	27,04	25,73	28,00	26,34
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,74	16,28	14,78	8,02	14,16
Пословна зона	33,87	36,09	34,05	35,61	33,65

Према критеријуму по коме се врши класификација објеката у енергетске разреде, годишњој потребној енергији за грејање по јединици грејане површине, најефикаснији је модел М5, без атријума. Од модела са атријумом најефикаснији је модел М1, а следе модели М4, М2 и М3. Најефикаснијем моделу с атријумом потребно је чак око 40% више енергије за грејање по јединици површине, у поређењу са моделом блок типа без атријума (табела 61, дијаграм 4-а).

Уколико се, међутим, посматра енергија поребна за део зграде који окружује атријум, тј. обухвата све остале зоне осим атријума, добија се сасвим другачија слика (табела 61, дијаграм 5-а). Хотелу без атријума (модел М5), потребно је чак 14% више енергије за грејање по јединици површине од најефикаснијег хотела с атријумом (модел М3). Ово доказује да атријум има изражен допринос смањењу енергије за грејање околних зона у објекту, те да служи као тампон зона између објекта и спољашњег простора. Међутим, сам атријум изискује доста енергије за грејање код посматраних објеката, у просеку око 250 kWh/(m<sup>2</sup>a), што и није изненађујуће имајући у виду његову волуметрију и велики проценат застакљења фасаде и крова омотачем који има слабије термичке карактеристике од зида и дозвољава пролаз веће количине топлоте и сунчевих зрака. Решење за ову врсту

проблема види се у побољшању топлотних карактеристика транспарентног дела омотача, нпр. уградњом раније поменутих двослојних транспарентних фолија и мембрана које формирају ваздушне јастуке и тако снижавају свој коефицијент пролаза топлоте, а задржавају визуре према спољашњости.

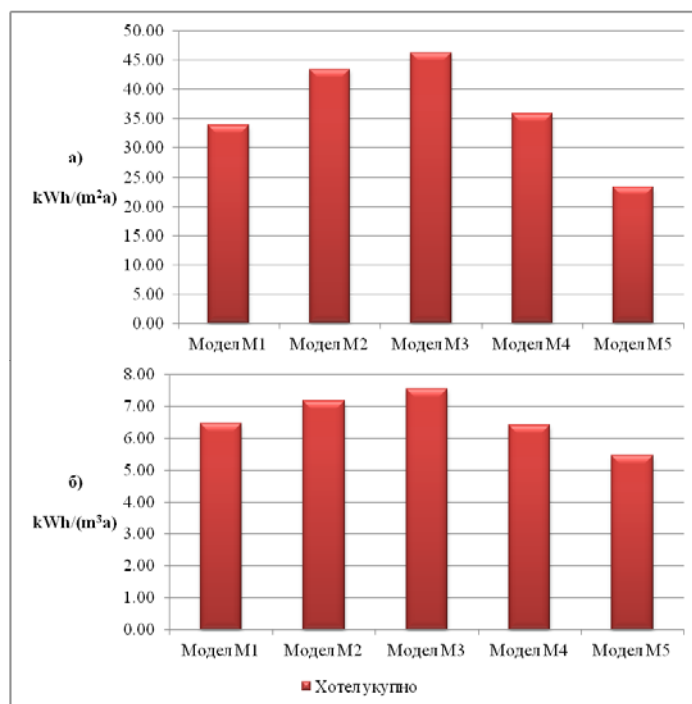
Велике потребе атријумске зоне за грејањем правдају се и његовом великом висином и волуметријом, тако да је у оваквим случајевима најправилније посматрати укупну количину потребне енергије по кубном метру простора (табела 62).

**Табела 62.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	6,47	7,18	7,54	6,42	5,45
Атријум	10,28	10,30	11,73	10,27	-
Остале зоне осим атријума	5,09	5,19	4,95	4,88	5,45
Ходници	2,23	2,24	2,76	2,02	3,98
Собе	6,90	7,23	6,88	7,49	7,04
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	3,28	3,19	2,90	1,57	2,78
Пословна зона	6,64	7,08	6,68	6,98	6,60

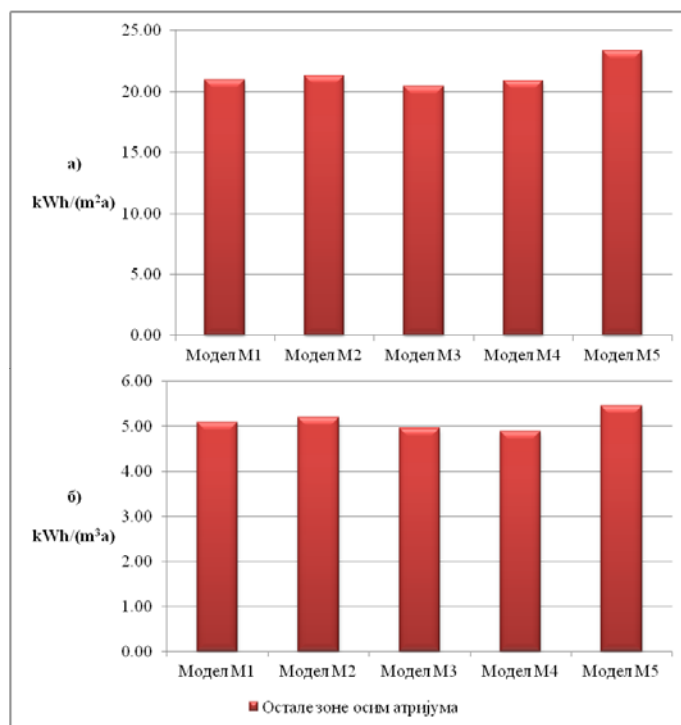
Упоредном анализом модела према укупној годишњој финалној енергији за грејање по јединици запремине, закључује се да је најефикаснији модел М5 (хотел без атријума), а од хотела са атријумом модели М4 и М1, те затим модел М2 и модел М3 као најнеефикаснији (табела 62, дијаграм 4-б). Хотели са атријумом изискују од 16-28% више енергије за грејање од сличног хотела блок типа, превасходно због велике количине енергије која је потребна за грејање атријума.





**Дијаграм 4.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [kWh/(m²a)] и (б) запремине [kWh/(m³a)] за грејање целог хотела

Остале зоне око атријума и по јединици запремине изискују 11% мање енергије за грејање од хотела без атријума (табела 62, дијаграм 5-б).



**Дијаграм 5.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [kWh/(m²a)] и (б) запремине [kWh/(m³a)] за грејање дела хотела не укључујући атријум

У сваком сличају, атријуми због своје материјализације (у овим случајевима стакло) захтевају велику количину енергије за грејање, око  $250 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , или  $10 \text{ kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ , што их сврстава у неефикасне делове објекта који повећавају просечну количину потребне енергије за цео објекат. Са друге стране, делови објекта које атријум одваја од спољашњих утицаја, захтевају мање енергије за грејање, што доказује да атријум у термичком смислу повољно делује на околне зоне.

#### 4.1.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде

Укупна годишња финална енергија која је потребна за хлађење изабраних модела, приказана је у табели 63. Очекивано, моделима са атријумом потребно је више енергије за хлађење, углавном у износу количине енергије која је потребна за хлађење атријума. На укупном нивоу најефикаснији је модел М5, а сви модели хотела са атријумом имају сличне перформансе - за 35-55% веће потребе за енергијом за хлађење од хотела без атријума.

Табела 63. Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	247,27	266,81	268,03	281,00	181,81
Атријум	45,47	97,48	108,83	105,41	-
Остале зоне осим атријума	201,79	169,33	159,21	175,60	181,81
Ходници	1,28	8,79	3,61	7,44	0,00
Собе	127,05	103,58	103,03	73,58	100,02
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	39,88	31,41	30,81	59,90	42,67
Пословна зона	33,58	25,56	21,76	34,67	39,12

Као и у претходном случају потребне енергије за грејање, тако је и овде најрелевантније поредити моделе према енергији за хлађење потребној по јединици површине (табела 64) или запремине (табела 65) хлађеног простора.

**Табела 64.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	30,96	38,64	39,38	45,74	25,18
Атријум	87,48	140,63	197,78	253,09	-
Остале зоне осим атријума	27,02	27,26	25,45	30,66	25,18
Ходници	0,61	4,59	1,79	5,41	0,00
Собе	33,98	34,24	35,67	29,16	31,64
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	49,32	49,44	40,01	59,23	33,58
Пословна зона	41,53	40,22	37,67	42,40	30,78

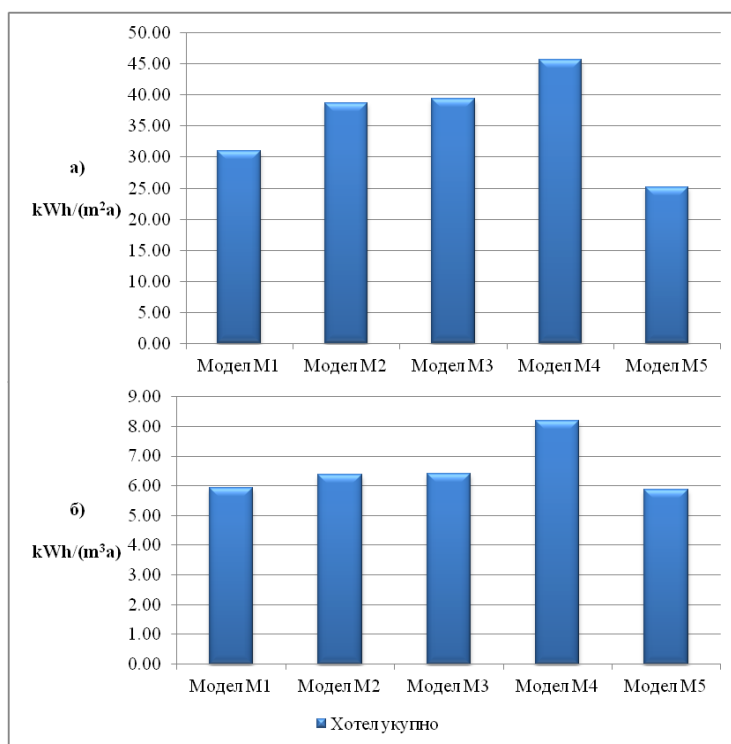
Хотели са атријумом захтевају 22-80% више енергије по јединици површине за хлађење простора од хотела без атријума (табела 64, дијаграм 6-а). Међутим, атријумски простор троши многоструко више енергије за хлађење по квадратном метру од осталих зона. То је последица велике висине и запремине атријума и великог процента застакљења омотача атријума кроз који су омогућени топлотни добици од сунчевог зрачења, нарочито код јужно оријентисаних атријума, што је овде случај.

Што се тиче дела објекта који окружује атријум, ситуација је релативно уједначена код свих модела (табела 64, дијаграм 7-а). Модел М3 и модел М5 имају скоро исте захтеве, иза њих следе модели М1 и М2, док је модел М4 најнеповољнији у погледу потребне енергије за хлађење. Модел М4 захтева 12% више енергије по јединици површине за хлађење простора око атријума од модела М1 и М2, односно 21% више од модела М3 и М5, превасходно због великог стакленика који је својом формом широм отворен и директно оријентисан ка југу, те ствара велико прегревање у атријуму и њему суседним просторијама.

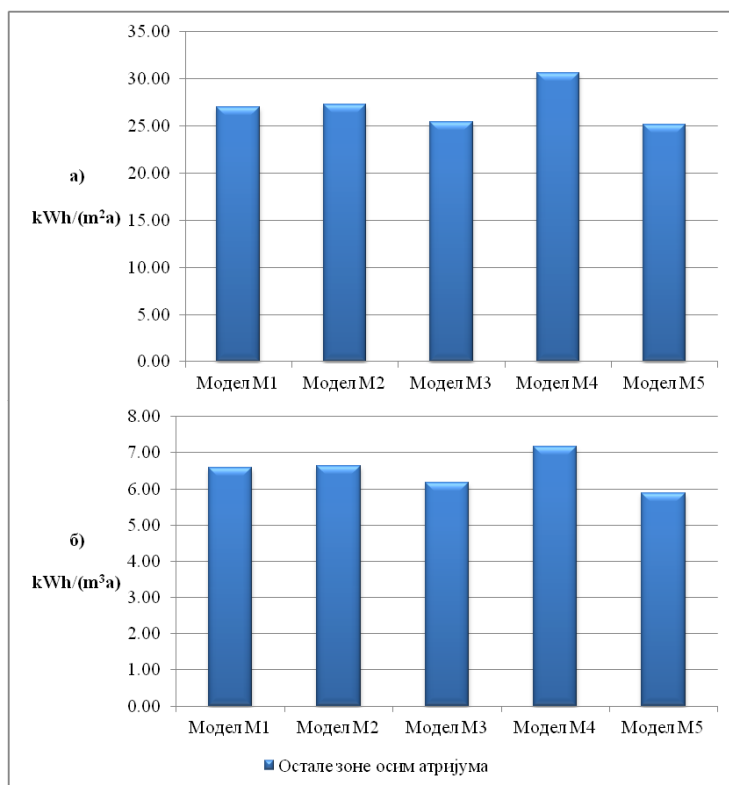
Кад се узме у обзир волуметрија зграде, а нарочито атријума, ситуација се донекле мења. Модел М1 има скоро исту потребу за хлађењем по јединици запремине као модел М5. Модели М2 и М3 имају сличне перформансе, док модел М4 има најлошије (табела 65, дијаграм 6-б).

**Табела 65.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	5,93	6,39	6,42	8,19	5,88
Атријум	4,11	6,00	6,84	10,74	-
Остале зоне осим атријума	6,58	6,64	6,16	7,17	5,88
Ходници	0,15	1,14	0,44	1,30	0,00
Собе	9,08	9,16	9,54	7,80	8,46
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	9,67	9,69	7,85	11,61	6,58
Пословна зона	8,14	7,88	7,39	8,31	6,04

**Дијаграм 6.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ] и (б) запремине [ $\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ ] за хлађење целог хотела

Зоне хотела око атријума имају најмање 5% (у случају модела М3), а највише 20% (у случају модела М4) веће захтеве за хлађење од модела М5 (табела 65, дијаграм 7-б).

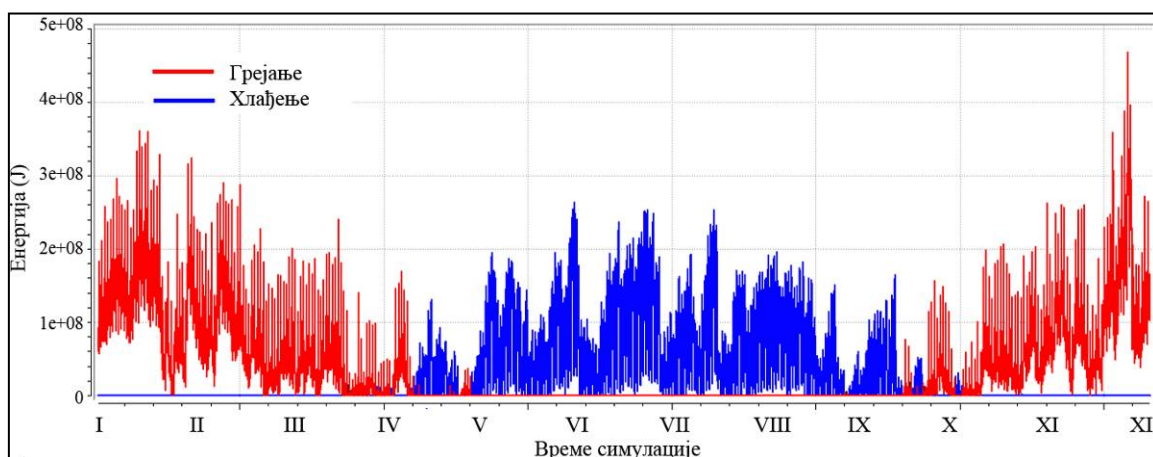


**Дијаграм 7.** Годишња потребна финална енергија по јединици (а) површине [kWh/(m²a)] и (б) запремине [kWh/(m³a)] за хлађење дела хотела не укључујући атријум

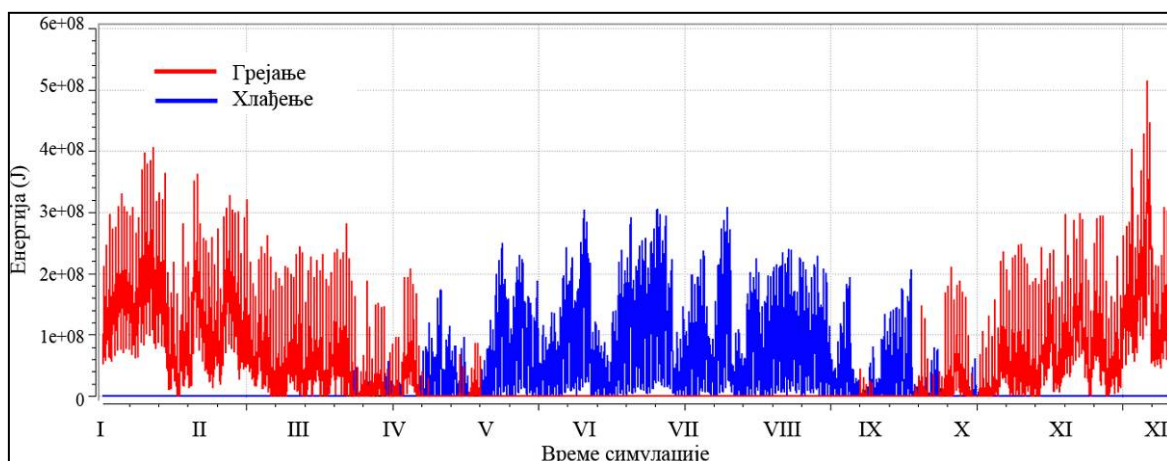
Када је енергија за хлађење у питању, модели показују сличне перформансе као и у случају енергије за грејање објекта. Укупна енергија и енергија по јединици површине и запремине најмање су код хотела без атријума, а од хотела с атријумом, најефикаснији је модел M1. То је оправдано чињеницом да је модел M1 отворен само са горње стране и не дозвољава велики упад сунчевих зрака у поређењу са моделима чији атријуми имају застакљене фасаде. У сваком случају је најнеефикаснији модел M4, јер он има атријум у потпуности изложен директном сунчевом зрачењу са јужне стране. Атријуму је потребно доста енергије за хлађење, али по јединици запремине скоро и мање од остатка објекта (код модела M1 и M2). С обзиром на то да атријум у овим моделима има функцију стакленика и акумулира сунчево зрачење, велике количине енергије су потребне за његово хлађење. То би најпре требало предупредити неком од метода заштите од сунца, а могуће је и системом повећане природне вентилације атријума у летњим месецима.

### 4.1.3. Месечна финална енергија за грејање и хлађење зграде

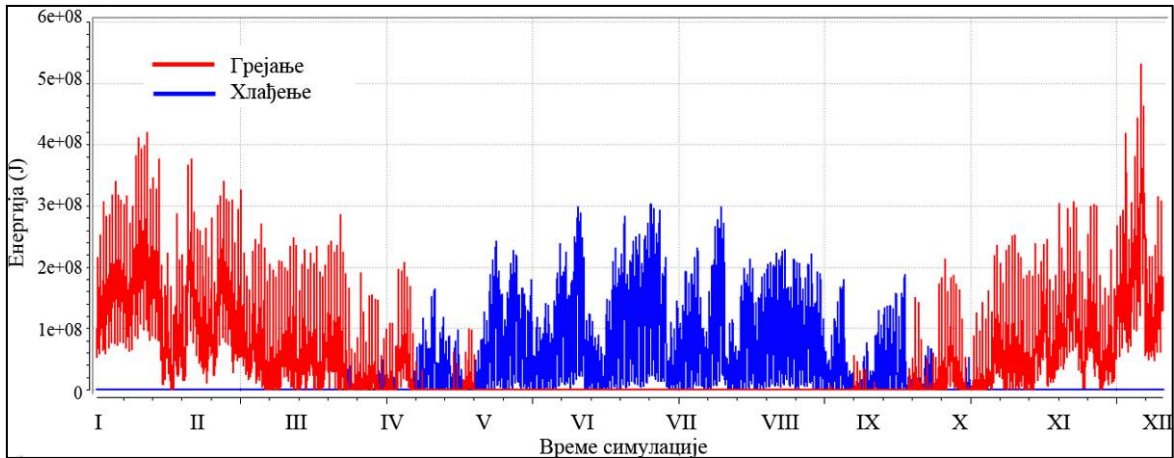
Енергија потребна за грејање и хлађење изабраних модела током године приказана је у дијаграмима 8, 9, 10, 11 и 12, за сваки модел посебно. Грејање и хлађење приказани су на једном дијаграму за један модел. Евидентно је да се потребе за грејањем поклапају са сезоном грејања у Београду (од октобра до априла). Хлађење објекта неопходно је од маја до септембра. Април и октобар су месеци који чине прелазни период и изискују најмање енергије за темперирање простора.



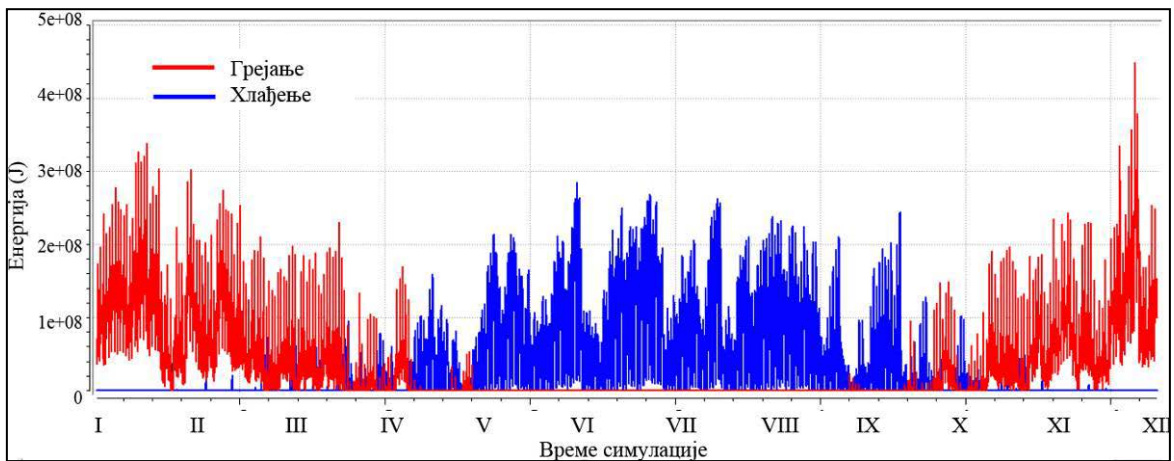
Дијаграм 8. Потребна енергија за грејање и хлађење модела M1 за сваки месец током године [J]



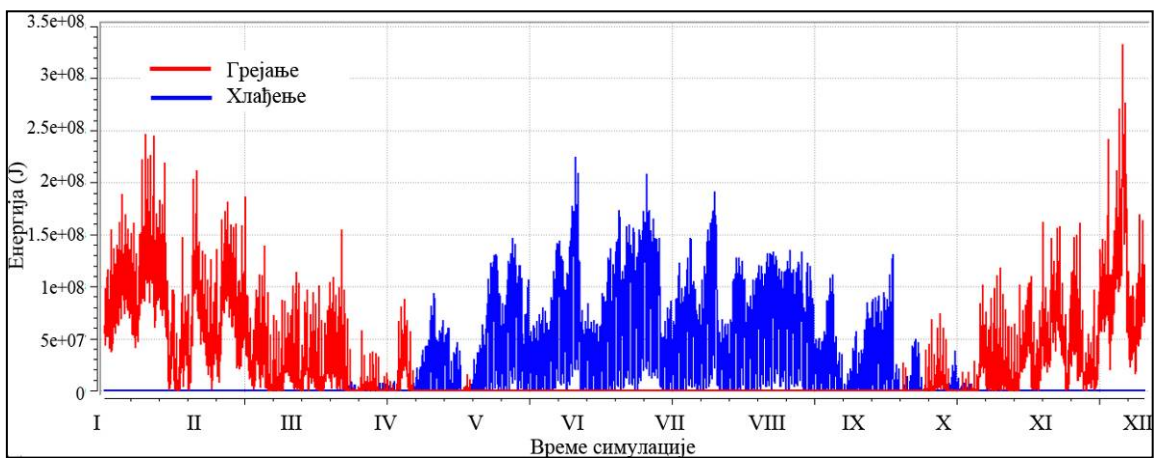
Дијаграм 9. Потребна енергија за грејање и хлађење модела M2 за сваки месец током године [J]



Дијаграм 10. Потребна енергија за грејање и хлађење модела М3 за сваки месец током године [J]



Дијаграм 11. Потребна енергија за грејање и хлађење модела М4 за сваки месец током године [J]



Дијаграм 12. Потребна енергија за грејање и хлађење модела М5 за сваки месец током године [J]

Потребе за грејањем најизраженије су током децембра, јануара и фебруара месеца, док су потребе за хлађењем најинтензивније у јуну, јулу и августу. Симулација је извршена у интервалу од 15 минута током целог дана, али је овде због прегледности приказана потребна енергија за целу годину. Потребе за енергијом варирају у односу на спољашњу температуру. Зими је више енергије за грејање потребно ноћу, док је лети више енергије за хлађење потребно од поднева до после поднева. У појединим данима прелазног периода се чак јавља потреба за хлађењем објеката током дана, а догревањем током ноћи, да би се у сваком тренутку одржавала жељена температура. У пракси то вероватно не би био случај, али овај програм показује рачунске вредности за задовољење топлотног комфора у идеалним условима у теорији.

#### **4.1.4. Допринос и негативни утицај топлотних добитака и губитака у зградама**

Потребна енергија за грејање и хлађење објеката добија се као разлика потребне енергије за достизање пројектних температура и свих топлотних добитака и губитака у објектима. Топлотни добици у објекту остварују се од стране људи, осветљења и електричне опреме, проветравањем, као и кроз омотач зоне (транспарентни и нетранспарентни део). Топлотни губици настају опет проветравањем и кроз омотач зоне (транспарентни и нетранспарентни део).

Атријум као велика застакљена форма са запремином сличном преосталом делу објекта, има незанемарљив термички утицај на околне зоне у објекту, а на крају и на укупну енергију за климатизовање објекта. Стога треба испитати топлотне добитке и губитке кроз омотач како целе зграде, тако и атријума као њеног највећег дела, да би се сагледао његов утицај на околне зоне у објекту.

Нетранспарентни део омотача зграде који је добро топлотно изолован има боље енергетске карактеристике од транспарентног дела (застакљења), има мањи коефицијент пролаза топлоте и не дозвољава упад сунчевих зрака у објекат. Због



тога велике стаклене површине нису најповољније решење, јер имају велику проводљивост топлоте, пропуштају велику количину сунчевих зрака и доприносе стварању ефекта стаклене баште у објектима са атријумом. То је веома повољно у зимском периоду, јер смањује поребе за грејањем у објекту, али може бити веома неугодно током лета када је ваздух високе температуре релативно заробљен у унутрашњем простору и додатно се сунчевим зрацима загрева.

#### 4.1.5. Топлотни добици у зградама

На сваку топлотну зону у објекту делују задата топлотна оптерећења од људи који у њој бораве и одају топлоту, као и од осветљења и електричне опреме који су за сваку зону предвиђени. За овај сегмент значајно је предвидети намену просторија, да би се утврдио број посетилаца, врста и снага електричне опреме и осветљења, као и распоред њиховог рада и присутности током сваког дана, да би се добили што прецизнији подаци о топлотним зрачењима које наведени субјекти одају. Табела 66 приказује топлотне добитке од људи, осветљења и електричне опреме за сваки модел укупно, добијене симулацијом за параметре који су задати приликом пројектовања, према карактеристикама референтног хотелског објекта које су приказане у поглављу 3.8. Ови подаци могу се модификовати у зависности од уграђених система (нпр. *LED* расвета, ефикасни електрични уређаји и сл.).

У свим прорачунима потребне енергије за грејање и хлађење за све моделе узети су у обзир топлотни добици од људи, електричне опреме и осветљења и збрајани су са осталим добицима.

**Табела 66.** Годишњи топлотни добици од људи, електричне опреме и осветљења [MWh/a]

Годишњи топлотни добици [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Топлотни добици од људи	128,02	124,53	116,90	150,61	119,38
Топлотни добици од осветљења	229,04	195,37	192,10	183,10	218,06
Топлотни добици од електричне опреме	132,41	109,75	105,72	104,24	130,61

Годишњи топлотни добици кроз омотач топлотне зоне могући су кроз транспарентне површине (застакљење), нетранспарентне површине и од проветравања. У табелама 67, 68 и 69 приказани су топлотни добици за сваку топлотну зону и цео објекат укупно. Топлотни добици кроз омотач зграде зависе преваходно од удела транспарентних делова у омотачу (табела 40), јер застакљење има већу топлотну проводљивост од спољашњег зида зграде.

Топлотни добици кроз застакљење омотача највећи су у зони атријума, чак су, осим код модела М1, већи него кроз све остале зоне заједно (табела 67). То доказује могућност атријума да прикупља топлоту и ствара ефекат стакленика. Велики топлотни добици присутни су и у хотелским собама и у јавном делу на прва два нивоа, зато што су прозорски отвори на тим зонама великих димензија. Преко лета се ту јавља потреба за постављањем застора, како би се умањило непожељно прегревање у унутрашњем простору.

**Табела 67.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	358,53	457,72	483,05	451,97	210,29
Атријум	116,91	286,02	314,95	298,31	-
Ходници	8,78	8,58	8,69	7,31	9,12
Собе	135,79	98,76	106,40	56,09	115,29
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	50,33	32,11	25,62	45,69	38,23
Пословна зона	46,71	32,24	27,39	44,58	47,64

Будући да се око атријума у већем делу налазе галерије са коридорима, зона ходника има највеће топлотне добитке кроз нетранспарентне површине, управо из атријума (табела 68).

**Табела 68.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	69,9428	78,5922	69,4003	64,4283	28,1611
Атријум	0,0008	0,0008	0,0056	0,0064	-
Ходници	69,9422	78,5892	69,3925	64,4175	28,1561
Собе	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,0000	0,0008	0,0011	0,0031	0,0006
Пословна зона	0,0006	0,0014	0,0011	0,0006	0,0042

Што се проветравања тиче, уз 0,5 измена ваздуха на час, атријум и смештајне јединице имају највећу укупну инфилтрацију (табела 69). Топлотни добици путем инфилтрације остварују се када је спољашња температура виша од унутрашње пројектне, тј. у летњем периоду током дана. У том смислу пресудна је и површина омотача односно отвора кроз које се врши проверавање.

**Табела 69.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]

Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	7,9403	8,0067	7,8978	6,7136	6,6383
Атријум	2,5339	3,7122	3,6244	2,2372	-
Ходници	0,3325	0,2328	0,2356	0,1653	0,9500
Собе	3,1483	2,5489	2,4322	2,1319	2,6625
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,9689	0,7614	0,9225	1,2117	1,5225
Пословна зона	0,9564	0,7514	0,6831	0,9672	1,5031

Топлотни добици кроз омотач објекта зависе од удела транспарентних (застакљених) површина у односу на масивни, добро топлотно изоловани део, јер застакљење има много виши коефицијент пролаза топлоте. Транспарентни стаклени омотач омогућава веће топлотне добитке из два разлога, прво због веће проводљивости топлоте из спољашњег простора у унутрашњи, а друго јер

омогућава продор сунчевих зрака, чиме се топлота акумулира у просторији. Стога је пожељно имати веће стаклене површине у зимским и прелазним периодима, када су топлотни добици од сунчеве енергије добродошли, али никако није повољан њихов утицај лети када се од сунчевих зрака треба штитити неком врстом застора или сенила. Због великих топлотних добитака кроз омотач атријума, потребно је размотрити имплементацију сенила за превазилажење негативног утицаја прегревања простора у атријуму лети. Најповољније би било да су сенила покретног типа како би се могла отворити током зимског периода, а затворити лети. Такође се може размотрити увођење појачане природне вентилације повећањем броја измена ваздуха на сат у летњем периоду, као и комбинација поменутих метода. Графички приказ годишњих топлотних добитака и губитака кроз транспарентни део омотача атријума и последње етажне са хотелским собама, дат је у Прилогу 3.

#### **4.1.6. Топлотни губици у зградама**

У поглављу 3.5 извршена је провера трансмисионих губитака топлоте кроз омотач пројектованих модела и доказано је да је, уз компактан облик објеката, омотач конципиран тако да задовољава услове у погледу трансмисионих губитака дозвољене Правилником о енергетској ефикасности зграда (2011). Приликом енергетског моделовања зграда, топлотни губици у објекту настају кроз омотач зграде преко његових транспарентних и нетранспарентних делова, као и проветравањем просторија када је температура спољашњег ваздуха нижа од унутрашње пројектне температуре за објекат. У табелама 70, 71 и 72 приказани су топлотни губици за цео објекат и за сваку зону посебно. С обзиром на то да је омотач објеката пројектован у складу са термичким условима Правилника о енергетској ефикасности зграда, сви елементи омотача, укључујући и застакљење, имају добре термичке карактеристике, низак коефицијент пролаза топлоте и ниске трансмисионе губитке топлоте кроз омотач зграде. Због тога топлотни губици кроз транспарентне и нетранспарентне површине нису велики (табеле 70 и 71).

Табела 70. Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	135,11	158,70	174,80	165,69	90,43
Атријум	29,77	74,99	103,13	80,14	-
Ходници	3,61	3,75	3,67	2,87	3,40
Собе	59,08	47,58	45,20	39,81	49,82
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	22,30	16,48	11,22	22,39	17,30
Пословна зона	20,35	15,90	11,59	20,48	19,91

Топлотни губици у коначном износу зависе од површине омотача преко кога се одаје топлота и удела транспарентних делова (табела 40). Модел М5 има најмање укупне топлотне губитке, али је и површина његовог омотача мања од осталих модела. Модели М1, М2 и М3 имају исту површину омотача, па се може закључити да модел М1 има најбоље перформансе када је у питању губитак топлоте код модела са атријумом, а то је углавном последица организације простора која не дозвољава отварање велике застакњене површине атријума на фасаду, као што је случај код осталих модела. Стакло има већу проводљивост топлоте од спољашњег зида, тако да је у интересу што више смањити површину застакљења, тј. одавања топлоте у зимским периодима, као и онемогућити продор сунчевих зрака у летњим.

Табела 71. Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	125,08	159,61	162,51	151,82	98,61
Атријум	44,15	107,54	106,30	103,03	-
Ходници	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Собе	49,89	32,82	34,92	18,89	52,53
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	22,72	14,51	15,83	23,42	31,15
Пословна зона	8,32	4,73	5,46	6,47	14,93

Губици топлоте од проветравања (табела 72) такође зависе од површине кроз коју се проветравање спроводи, тј. површине застакљења на фасади. Модел М5 је и овде најефикаснији, али зато што има мању површину застакљења од осталих модела (табела 40). Међу хотелима са атријумом је ситуација скоро идентична (издваја се модел М4 који такође има мању површину застакљења од осталих хотела са атријумом). Хотелске собе имају велике топлотне губитке од проветравања, због велике површине коју њихови отвори заузимају на фасади.

**Табела 72.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]

Топлотни губици од проветравања [MWh/a]	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Хотелски објекат укупно	688,34	688,43	684,21	582,75	510,74
Атријум	172,04	254,54	248,52	158,74	-
Ходници	128,65	124,38	127,68	96,17	85,09
Собе	246,78	199,18	190,96	163,71	208,01
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	72,14	56,60	68,13	94,49	111,71
Пословна зона	68,74	53,73	48,92	69,63	105,93

#### 4.1.7. Анализа емисије угљен-диоксида

Смањење потрошње енергије у зградама, осим економских бенефита у смислу уштеде у трошковима за енергију, веома је битно и са еколошког аспекта. Загађење животне средине у великој мери зависи од емисије угљен-диоксида настале током сагоревања горива у процесу производње топлотне енергије, односно електричне енергије. За изабрану локацију и врсту објекта претпоставља се да се грејање обезбеђује природним гасом као извором топлоте, док се за хлађење користи електрична енергија.

Годишња примарна енергија за рад техничких система за грејање и хлађење простора, која узима у обзир извор енергије, према Правилнику о енергетској

ефикасности објеката (2011), одређује се тако што се годишња финална енергија потребна за обезбеђење топлотног комфора помножи са фактором претварања за одређени енергент који је дат у табели 21. Фактор конверзије за природни гас је 1,1, док је фактор конверзије за електричну енергију као извор 2,5. Према истом пропису, годишња емисија угљен-диоксида је 0,20 kg/kWh за природни гас и 0,53 kg/kWh за електричну енергију (табела 22). Количина примарне енергије и емисија угљен-диоксида за изабране моделе хотелских објеката приказана је у табели 73 за грејање и у табели 74 за хлађење.

**Табела 73.** Годишња финална и примарна енергија за грејање објекта и емисија угљен-диоксида

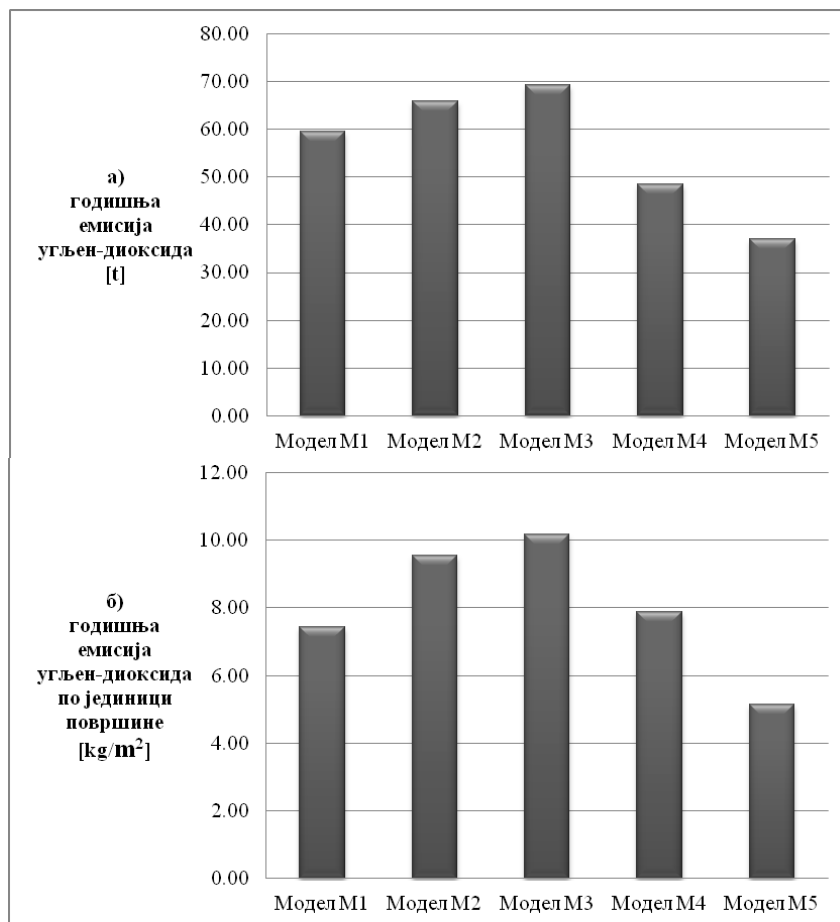
Годишња енергија за грејање објекта	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Финална [MWh/a]	269,92	299,58	314,48	220,20	168,46
Примарна [MWh/a]	296,912	329,538	345,928	242,22	185,306
Емисија CO <sub>2</sub> [t]	59,38	65,91	69,19	48,44	37,06
Емисија CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	7,44	9,54	10,16	7,89	5,13

Годишња примарана енергија и емисија угљен-диоксида изведени су на основу рачунски добијене финалне енергије за грејање, односно хлађење, па према томе поредак међу моделима подудара се са поретком који је установљен код потребне финалне енергије за грејање, односно хлађење (табеле 60 и 63). Модел М5 има најмање потребе за енергијом, али су и његова укупна површина и запремина мање од модела М4, а много више од модела М1, М2 и М3. Међу хотелима са атријумом, најмању емисију угљен-диоксида за грејање има модел М4, а за хлађење модел М1 (табеле 73 и 74, дијаграми 13 и 14).

**Табела 74.** Годишња финална и примарна енергија за хлађење објекта и емисија угљен-диоксида

Годишња енергија за хлађење објекта	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Финална [MWh/a]	247,27	266,81	268,03	281,00	181,81
Примарна [MWh/a]	618,16	667,02	670,09	702,51	454,54
Емисија CO <sub>2</sub> [t]	327,63	353,52	355,15	372,33	240,90
Емисија CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	41,01	50,96	52,19	60,63	33,40

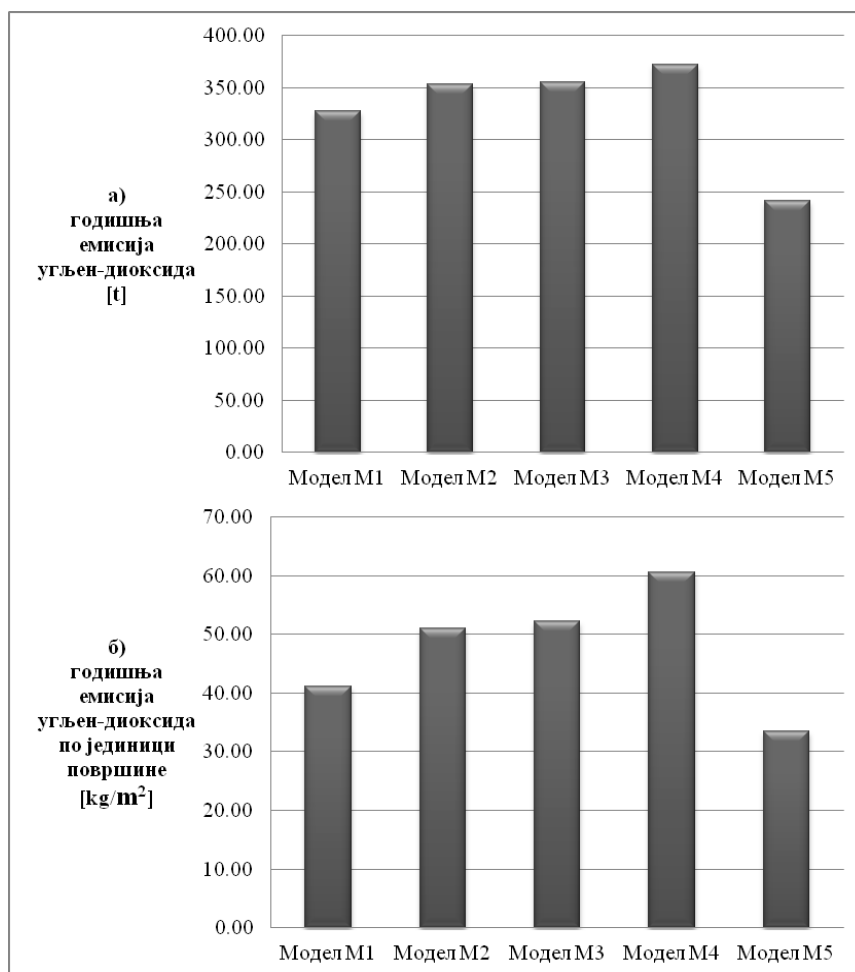
На дијаграмима 13 и 14 приказане су годишње емисије угљен-диоксида настале од потрошње енергије за грејање, односно хлађење објекта у тонама (а) и по јединици површине објеката (б).



Дијаграм 13. Емисија угљен-диоксида (а) годишња [t] и (б) по јединици површине [kg/m<sup>2</sup>] од енергије за грејање

Енергија за хлађење представља већи проблем у еколошком смислу од енергије за грејање. Електрична енергија чија је употреба предвиђена за хлађење има веома висок фактор конверзије из финалне у примарну енергију, као и велику специфичну емисију угљен-диоксида у односу на друге енергенте. Разлог је начин производње електричне енергије који зависи од тога да ли се енергија производи у термоелектранама на чврста горива, чије сагоревање загађује животну средину или у хидроелектранама, које имају мањи негативан утицај на атмосферу.





Дијаграм 14. Емисија угљен-диоксида (а) годишња [t] и (б) по јединици површине [kg/m<sup>2</sup>] од енергије за хлађење

Због наведених разлога препоручује се смањење потребе за хлађењем објеката на првом месту, а онда и коришћење алтернативних начина за хлађење објеката, природним претходним хлађењем ваздуха кроз подрумске етажe или коришћењем геотермалне енергије, тј. ниже температуре тла за претходно хлађење ваздуха који се користи у систему климатизације.

## 4.2. Вишекритеријумска анализа резултата по моделима

У претходним поглављима модели изабраних хотелских објеката међусобно су се поредили само по једном критеријуму који се односио на потребну количину енергије за грејање и хлађење простора, емисију угљен-диоксида и топлотне добитке и губитке у згради. Међутим, у савременим процесима одлучивања одабир најбољих модела врши се на основу више потребних критеријума и то на основу преференција доносиоца одлуке. Доносилац одлуке узима у обзир све критеријуме који су му значајни за одабир најпогоднијег објекта, при чему сваком критеријуму даје одређену тежину (неки критеријум има већи значај, а неки други мањи). Овакав начин одлучивања даје ширу димензију одабиру најбољег решења, јер ако је неки модел најбољи по једном критеријуму, не мора бити најбољи и по свим другим критеријумима (Vučković, Popović, 2015).

Због свега наведеног извршена је вишекритеријумска анализа четири изабрана модела хотелских објеката са атријумом по више релевантних критеријума. За анализу није узет хотел блок типа без атријума (модел М5), због задржавања конзистенције у поређеним моделима. Упркос најмањој укупној потрошњи енергије за климатизовање код модела М5, остали модели са атријумом имају разноврсније просторне и конструктивне могућности и веће потенцијале у варијацијама материјализације омотача атријума, те се стога истраживање наставља само са њима.

Вишекритеријумско одлучивање односи се на ситуације одлучивања када постоји већи број, најчешће конфликтних, критеријума. Све класичне оптимизационе методе користе само један критеријум при одлучивању, односно решавању, чиме се драстично умањује и реалност проблема који се могу решавати. Идеја да се решавању проблема вишекритеријумског одлучивања приђе само са појединачном оптимизацијом појединих критеријума брзо је напуштена, јер се том приликом најчешће добијају неупотребљива решења која највероватније оптимизирају неки од критеријума, али по цену неиспуњења осталих (Чупић, Сукновић, 2008, стр. 240).

Најпогодније технике за виšekритеријумско поређење алтернатива су *PROMETHEE* и *AHP* (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* и *Analytical Hierarchy Process*). *PROMETHEE* метода изабрана је као најповољнија метода за одговарајући процес селекције модела хотелских објеката, јер су њени резултати конзистентни и лако разумљиви и захтевају мање информација од доносиоца одлука у односу на *AHP* (Balali *et al.*, 2014).

Резултати нумеричких симулација енергетских перформанси дефинисаних модела хотелских објеката са атријумом подвргнути су упоредној анализи по принципу виšekритеријумског одлучивања. Укупно 17 критеријума за рангирање објеката садрже 119 поткритеријума (табела 75). Рангирање хотела по сваком поткритеријуму постигнуто је *PROMETHEE* методом одлучивања, а потом је коначно рангирање међу критеријума извршено *Borda* моделом.

#### 4.2.1. Избор критеријума за рангирање

Метода *PROMETHEE* једна је од најновијих метода у области виšekритеријумске анализе, а развили су је професори *J.P. Brans*, *B. Mareschal* и *P. Vincke*, 1984. године. У односу на остале методе из области виšekритеријумског одлучивања, *PROMETHEE* има низ предности, а неке од њих су изузетна једноставност коришћења, параметри који се користе имају своје економско објашњење и значај, док су пратећи негативни ефекти рангирања потпуно елиминисани (Чупић, Сукновић, 2008).

*PROMETHEE* метода обухвата *PROMETHEE I* за делимично рангирање алтернатива и *PROMETHEE II* за потпуно рангирање алтернатива. У овом поглављу приказана је употреба методе *PROMETHEE II* у одлучивању о избору најповољнијег модела хотелског објекта. Табела 75 показује критеријуме за вредновање и одабир модела.

Табела 75. Груписање критеријума и поткритеријума за вишекритеријумску анализу модела

Број критеријума	Преференција критеријума	Критеријуми (C1, C2, ...C17)	Поткритеријуми (f <sub>1</sub> , f <sub>2</sub> , ...f <sub>119</sub> )	Тежина критеријума (w)
1	max	Површина објекта и топлотних зона у објекту [m <sup>2</sup> ]	Хотелски објекат укупно, атријум ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.02
2	max	Запремина објекта и топлотних зона у објекту [m <sup>3</sup> ]	Хотелски објекат укупно, атријум ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.02
3	max	Омотач зграде	Бруто површина омотача [m <sup>2</sup> ], површина застакљених делова омотача [m <sup>2</sup> ], удео застакљења у омотачу зграде [%], површина светларника атријума [m <sup>2</sup> ], удео светларника у површини крова [%]	0.02
4	min	Месечна потрошња финалне енергије за грејање објекта [GJ]	Јануар, фебруар, март, април, мај, јун, јул, август, септембар, октобар, новембар, децембар	0.05
5	min	Месечна потрошња финалне енергије за хлађење објекта [GJ]	Јануар, фебруар, март, април, мај, јун, јул, август, септембар, октобар, новембар, децембар	0.05
6	min	Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.09
7	min	Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [MJ/m <sup>2</sup> ]	Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.09
8	min	Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [MJ/m <sup>3</sup> ]	Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.09
9	min	Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.09
10	min	Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [MJ/m <sup>2</sup> ]	Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.09
11	min	Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [MJ/m <sup>3</sup> ]	Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.09
12	max	Топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.05
13	max	Топлотни добици од проветравања [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.05
14	max	Топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.05
15	min	Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.05
16	min	Топлотни губици од проветравања [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.05
17	min	Топлотни губици кроз нетранспарентне површине омотача [GJ]	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	0.05

У табели 75 приказано је 17 критеријума по којима се врши одлучивање. За сваки критеријум доносилац одлуке одређује тежину, тј. важност критеријума ( $w$ ) и његову преференцију, односно да ли је пожељнија што већа ( $max$ ) или што мања ( $min$ ) вредност по критеријуму. Тежине критеријума дефинишу се, по правилу, процентуалним уделом критеријума у 100 процената, тако да збир вредности свих тежина приказаних у табели 75 износи 1. Сваки критеријум састоји се од неколико поткритеријума. Модели се у првом кораку рангирају у оквиру сваког појединачног критеријума на основу поткритеријума применом *PROMETHEE II* методе, а затим се рангирају на основу 17 критеријума применом *Borda* методе ради добијања коначног ранга међу моделима.

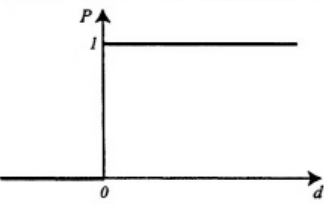
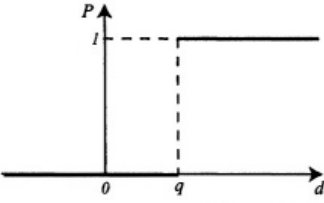
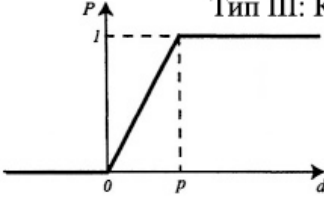
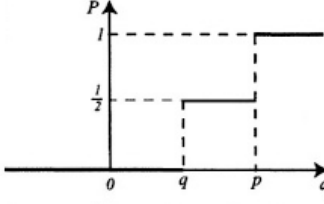
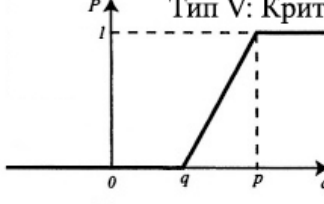
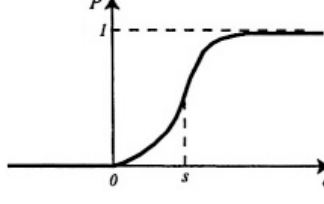
Основни принцип *PROMETHEE II* методе базира се на поређењу модела по паровима по сваком од критеријума (први с другим, први с трећим, први с четвртим, други с првим, други с трећим...). По сваком критеријуму се за сваки пар модела рачунају разлике ( $d$ ), на пример по критеријуму  $C_6$  и поткритеријуму  $f_{42}$  разлика између  $M_1$  и  $M_4$  је 178,987 (971,701-792,714).<sup>7</sup> Уколико је разлика већа у корист једног модела, по том критеријуму је тај модел бољи.

Преференцију доносиоца одлуке у зависности од променљиве  $d$  одређује функција преференције, чије су вредности од 0 до 1. Ако је вредност функције 0, онда су модели индиферентни, а ако је 1 онда влада апсолутна преференција (доминација) једног модела над другим. Доносилац одлуке треба да изабере функцију преференције и одреди њене параметре зависно од критеријума који посматра. У пракси се показало да шест основних типова функција преференције могу да покрију већину проблема из разних области и то су (слика 31):

- Тип I: обичан критеријум,
- Тип II: квази критеријум или  $U$ -облик,
- Тип III: критеријум са линеарном преференцијом или  $V$ -облик,
- Тип IV: ниво критеријум,
- Тип V: критеријум са линеарном преференцијом са подручјем индиферентности и
- Тип VI: *Gauss*-ов критеријум (Brans, Vincke, 1985).

---

<sup>7</sup> Вредности поткритеријума видети у Прилогу 2.

Функција преференције	Дефиниција	Параметри
	Тип I: Обичан критеријум $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	-
	Тип II: Квази критеријум (U-облик) $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	$q$
	Тип III: Критеријум са линеарном преференцијом (V-облик) $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	$p$
	Тип IV: Ниво критеријум $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	$p, q$
	Тип V: Критеријум са лин. преф. са подручјем индиферентности $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	$p, q$
	Тип VI: Gauss-ов критеријум $P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}} & d > 0 \end{cases}$	$s$

Слика 31. Типови функција преференције. Извор: Vrans, Mareschal, 2005

За сваки од критеријума у овом раду изабран је трећи тип функције, тј. функција са линеарном расподелом преференција. Параметар  $p$  дефинише доносилац одлуке, по правилу као разлику између највеће и најмање вредности модела по посматраном критеријуму, док модели који имају вредности између максимума и минимума се линеарно распоређују по функцији на основу својих вредности.

Метода *PROMETHEE* обухвата следеће кораке (Behzadian, *et al.*, 2010):

**Корак 1.** Одређивање диференције (разлике)  $d$  засноване на поређењу по паровима:

$$d_j(a,b) = f_j(a) - f_j(b)$$

где:

$j$  означава индекс критеријума, односно  $j = 1, \dots, n$ ,

$n$  означава број критеријума по којима се модели пореде,

$a$  и  $b$  означавају пар модела који се пореде, нпр. M1 и M2,

$f_j(a)$  означава вредност модела  $a$  по критеријуму  $j$ ,

$d_j(a,b)$  означава разлику између вредности модела  $a$  и  $b$  за сваки критеријум – позиција на  $x$  оси.

**Корак 2.** Одређивање функције преференције:

$$P_j(a,b) = F_j[d_j(a,b)]$$

где:

$P$  означава преференцију,

$P_j(a,b)$  означава преференцију модела  $a$  у односу на модел  $b$  за сваки критеријум, као функцију  $d_j(a,b)$  - позиција на  $y$  оси.

**Корак 3.** Одређивање индекса преференције  $\pi(a,b)$  за сваки модел  $a,b$  који припада скупу модела  $A$  ( $\forall a,b \in A$ ):

$$\pi(a,b) = \sum_{j=1}^n P_j(a,b)w_j$$

где:

$\pi(a,b)$  означава суму  $P_j(a,b)$  за сваки критеријум,

$w_j$  означава тежини  $j$ -ог критеријума.

**Корак 4.** Одређивање токова вишег реда / *PROMETHEE I* делимично рангирање:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

и

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

где:

$\phi^+(a)$  означава позитиван ток (надређење) за сваки модел, односно колико модел  $a$  у просеку надмашује остале моделе  $x$  (што веће то боље),

$\phi^-(a)$  означава негативан ток (подређење) за сваки модел, односно колико је модел  $a$  у просеку подређено осталим моделима  $x$ , тј. колико остали модели надмашују модел  $a$  (што мање то боље).

**Корак 5.** Одређивање нето токова вишег реда / *PROMETHEE II* потпуно рангирање:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

где:

$\phi(a)$  означава нето ток вишег реда, односно коначни поредак за сваки модел по свим критеријумима.

#### 4.2.2. Рангирање модела према критеријумима

Након одређивања матрице вредности и функција преференције у складу са *PROMETHEE II* методом, модели су вредновани помоћу *Decision Lab* софтвера. Резултати рангирања модела (M1, M2, M3, M4) за сваки критеријум (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, ..., C<sub>17</sub>) дати су у табели 76. Ранг 1 (r1) предствља прво место, а ранг 4 (r4)



последње, четврто место у поретку. Детаљни поредак анализираних модела са нето токовима вишег реда добијен *PROMETHEE II* методом приказан је у Прилогу 4 за сваки од 17 критеријума појединачно.

**Табела 76.** Ранг модела по сваком поткритеријуму

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	
M1	r1	r1	r4	r2	r1	r4	r1	r1	r1	r1	r2	r1	r1	r4	r4	r4	r3	
M2	r2	r3	r2	r3	r3	r2	r3	r3	r3	r3	r3	r3	r3	r2	r2	r3	r3	r1
M3	r3	r2	r1	r4	r2	r3	r4	r4	r2	r2	r1	r2	r3	r3	r1	r2	r2	
M4	r4	r4	r3	r1	r4	r1	r2	r2	r4	r4	r4	r4	r4	r4	r1	r2	r1	r4

Коначно рангирање алтернатива добија се применом модела збира рангова или *Borda* модела. Модел збира рангова један је од најстаријих модела групног одлучивања. Овај модел осмислио је 1781. године француски истраживач *Borda*, па се често у литератури назива Борда модел (Чупић, Сукновић, 2008). Основна идеја овог модела је да се изабере онај модел који је у највећем броју случајева био први или је тежио ка првом месту. Предуслов рада је дефинисана матрица индивидуалног поретка модела по сваком од учесника сесије (односно по сваком од критеријума), након чега се израчунава матрица и вектор збира рангова.

Број бодова додељених моделу за сваки критеријум одређен је укупним бројем модела. У овој анализи постоје четири различита модела, дакле, модели добијају четири бода сваки пут када су на првом месту, три за друго место, два за трећу позицију и један бод добијају модели које се рангирају као последњи (табела 77). Након тога, сваки додељени поен се множи одговарајућом тежином за сваки критеријум према табели 75. Након сабирања свих вреднованих поена и дељења збира укупним бројем критеријума, добија се просечна оцена сваког модела. Модел који има највећу вредност, сматра се прворанганим.

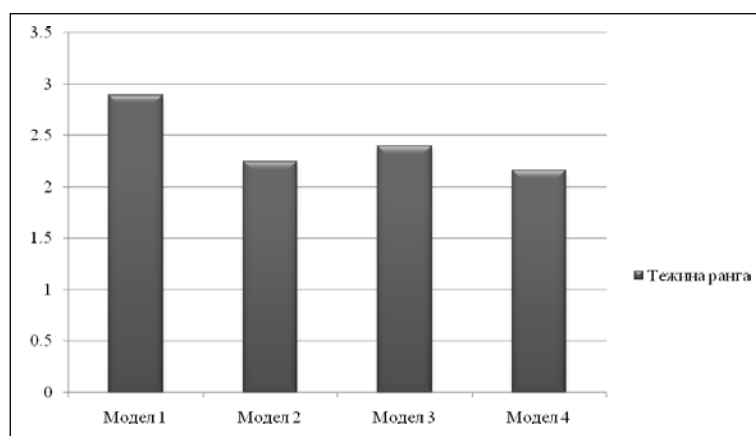
Табела 77. Borda матрица

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	Поени	Ранг
m1	4	4	1	3	4	1	4	4	4	4	3	4	4	1	1	1	2	2.89	<b>R1</b>
m2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	4	2.25	<b>R3</b>
m3	2	3	4	1	3	2	1	1	3	3	4	3	2	2	4	3	3	2.4	<b>R2</b>
m4	1	1	2	4	1	4	3	3	1	1	1	1	1	4	3	4	1	2.16	<b>R4</b>

Коначни ранг модела је:

- Ранг 1: Модел М1
- Ранг 2: Модел М3
- Ранг 3: Модел М2
- Ранг 4: Модел М4

Модел М1 издваја се као најоптималнији од свих посматраних модела хотелских објеката са атријумом са аспекта свих посматраних критеријума, док за њим следе модели М3, М2 и М4 који имају донекле уједначене вредности (дијаграм 15). То је донекле очекивано, с обзиром на то да модел М1 има најбољи однос површине и запремине објекта и најбоље искоришћење простора, што је поред енергетских перформанси важан фактор који је узет у обзир за вишекритеријумску анализу.



Дијаграм 15. Коначан ранг модела хотела са атријумом

### 4.3. Алтернативе за побољшање енергетских карактеристика модела М2 хотелског објекта са атријумом

На основу резултата симулације енергетских својстава хотелских објеката приказаних у поглављу 4.1, закључује се да је количина годишње енергије која је потребна за хлађење веома велика у односу на енергију за грејање (табела 78), узимајући у обзир чињеницу да грејна сезона траје око пола године, док се период године потребан за механичко хлађење објекта може скратити одговарајућим пројектантским решењем у домену архитектуре објекта.

**Табела 78.** Годишња финална енергија за грејање и хлађење изабраних модела

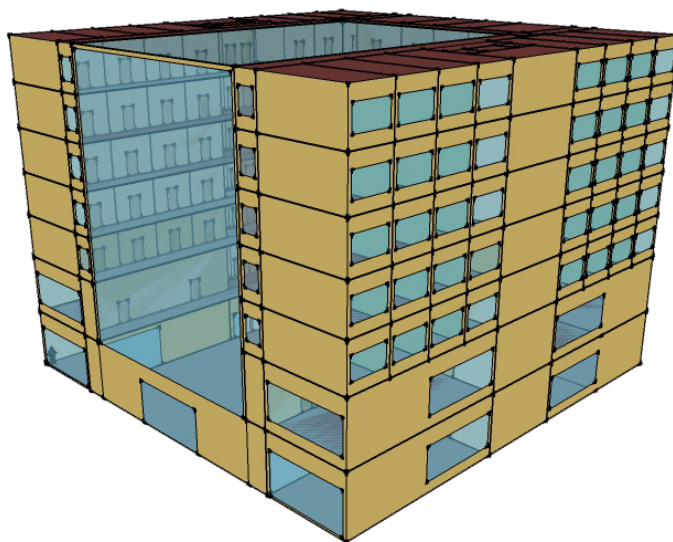
	Модел М1	Модел М2	Модел М3	Модел М4	Модел М5
Годишња финална енергија за грејање објекта [MWh/a]	269,92	299,58	314,48	220,20	168,46
Годишња финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]	247,27	266,81	268,03	281,00	181,81

Топлотни добици од сунчевог зачења веома су високи у зонама где постоје велики прозорски отвори (атријум, собе, јавни и пословни простори у приземљу и на првом спрату), док су у ходницима који нису превише изложени спољашњости ниски топлотни добици кроз застакљење, а високи кроз површине између зона, које ходнике одвајају од атријума и хотелских соба (табеле 67 и 68). У овом сегменту могуће је направити коректуре у пројекту зграде са аспекта примене концепата заштите од сунца.

Топлотни добици кроз транспарентни део омотача хотела са атријумом највећи су у зони атријума, чак и већи од укупних топлотних добитака кроз застакљење у осталом делу зграде, осим код модела М1 који има атријум отворен само са горње стране (табела 67). Велика вертикална стаклена површина омотача атријума омогућава продор сунчевих зрака у објекат у летњем периоду, када је то заправо непотребно, стварајућу тиме веће потребе за хлађењем простора атријума. Као логично решење намеће се потреба за смањењем прегревања у атријумском простору најефикаснијим начинима који ће захтевати што мање одржавања, а давати што више доприноса. Један од једноставних начина за смањење топлоте у атријуму јесте повећање природне вентилације атријума у летњем периоду, када

би се повећаним протоком ваздуха онемогућило његово предуго задржавање и загревање у простору атријума. Други једноставан начин за смањење прегревања у атријуму је интегрисање сенила у стаклени део омотача атријума, чиме би се физички смањио пролаз сунчевих зрака у објекат.

У овом поглављу приказани су резултати енергетске симулације две пројектне алтернативе основног модела хотелског објекта са атријумом и њихова упоредна анализа са основним моделом. Допринос предложених мера испитан је на моделу М2, хотелу атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом (слика 32). На основу представљене методологије може се на исти начин испитати допринос различитих мера и на осталим моделима хотелских објеката.

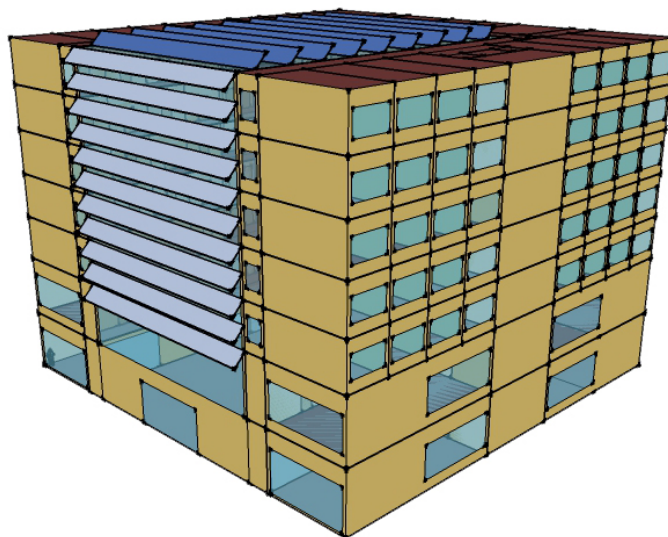


**Слика 32.** Основни модел М2 на коме су предложене мере за побољшање енергетских перформанси објекта

Алтернатива 1 (А1) основног модела М2 подразумева повећање природне вентилације у зони атријума у летњем периоду са 0,5 измена ваздуха на сат на 1,2 измене ваздуха на сат колико је максимално дозвољено проветравање за затворене фасаде према Правилнику о енергетској ефикасности зграда (2011). Рачунским путем је доказано да је то оптимална вредност измена ваздуха за овај модел, будући да интензивније проветравање доводи до стварања потреба за

грејањем објекта у ноћним часовима, што никако није рационално у летњем периоду. Природна вентилација може се постићи формирањем отвора у доњој и горњој зони атријума, који би створили ефекат димњака за бољу вентилацију атријума, или на други неки начин. Овакав режим вентилације предвиђен је од 1. маја до 30. септембра током целог дана и ноћи, будући да су температуре у атријуму највише после подне, а спољашње температуре су најниже ноћу. У осталим временским периодима проветравање је остало 0,5 измена ваздуха на сат.

Алтернатива 2 (А2) основног модела М2 подразумева монтажу непокретних сенила преко стакленог омотача атријума, док се задржава подразумевано проветравање од 0,5 измена ваздуха на сат (слика 33). Постављено је 20 сенила под нагибом од  $45^\circ$  у односу на раван застакљења атријума, са вертикалне стране фасаде и преко светларника на крову. Укупна површина сенила износи око  $530 \text{ m}^2$  и може послужити као подлога за инсталацију соларних колектора за загревање топле воде или фотонапонских панела за производњу електричне енергије. Топла вода евентуално добијена преко оваквих колектора може послужити као допуна за систем грејања у прелазним, или чак и хладнијим периодима године.



Слика 33. Алтернатива А2 модела М2 са сенилима као заштитом од сунца

Резултати енергетских симулација основног модела М2 и његових двеју алтернатива, приказани су у табелама у наставку.

#### 4.3.1. Годишња финална енергија за грејање зграде

Основни модел М2 атријумског хотела за анализу и његове две алтернативе, прва са повећаном инфилтрацијом у зони атријума и друга са сенилима постављеним преко омотача атријума, имају исте физичке особине у смислу укупне површине и запремине објекта, површине фасада и отвора и врсте омотача, тако да су резултати енергетских симулација међусобно упоредиви по свим критеријумима. Годишња потребна финална енергија за грејање објекта приказана је у табели 79 и на дијаграму 16.

Табела 79. Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	299,58	307,45	336,96
Атријум	167,27	175,15	195,02
Остале зоне осим атријума	132,31	132,31	141,94
Ходници	17,26	17,26	22,26
Собе	81,78	81,78	85,27
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	10,34	10,34	10,79
Пословна зона	22,93	22,93	23,63



Дијаграм 16. Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

Потребе за грејањем објекта најниже су код основног модела М2, док су код алтернативе А1 незнатно више (2%), а код алтернативе А2 су више 12%. Промене се углавном огледају у повећању потребне енергије за грејање атријума код обе алтернативе, док је код алтернативе А2 потребно догревати и зону ходника која се граничи са атријумом и у мањој мери зоне соба и пословног простора (табела 79). Атријум код прве алтернативе захтева догревање неколико часова ноћу током маја и септембра, када се зона атријума превише расхлади повећаним проветравањем. Алтернатива А2 захтева више енергије за грејање превасходно у зони атријума, а онда и ходника, јер су сенила присутна током целе године и смањују природно загревање тог простора сунчевим зрацима. То је још један доказ да топлотни добици кроз транспарентни део омотача атријума доприносе смањењу потребе за грејањем у зимском и прелазном периоду године.

Када је у питању потребна годишња енергија за грејање по јединици површине, алтернатива А1, исто као и основни модел М2, спада у енергетски разред „B“, док алтернатива А2 спада у разред „C“ јер прелази максималну дозвољену количину енергије за грејање која је за разред „B“ ограничена на 45 kWh/(m<sup>2</sup>a) за нове објекте (табела 80). Међутим, за постојеће објекте важе блажи прописи, те је максимална дозвољена количина енергије за грејање 50 kWh/(m<sup>2</sup>a) за разред „B“. Уколико би се сенила предвиђена алтернативом А2 монтирала накнадно на већ изграђен основни објекат М2 као мера његовог унапређења, објекат са сенилима би задовољио услове предвиђене за енергетски разред „B“.

**Табела 80.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	43,39	44,53	48,80
Атријум	241,33	252,70	281,37
Остале зоне осим атријума	21,30	21,30	22,85
Ходници	9,01	9,01	11,62
Собе	27,04	27,04	28,19
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,27	16,27	16,98
Пословна зона	36,09	36,09	37,19

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине приказана је у табели 81.

**Табела 81.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	7,18	7,37	8,07
Атријум	10,30	10,78	12,01
Остале зоне осим атријума	5,19	5,19	5,57
Ходници	2,24	2,24	2,89
Собе	7,23	7,23	7,54
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	3,19	3,19	3,33
Пословна зона	7,08	7,08	7,29

#### 4.3.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде

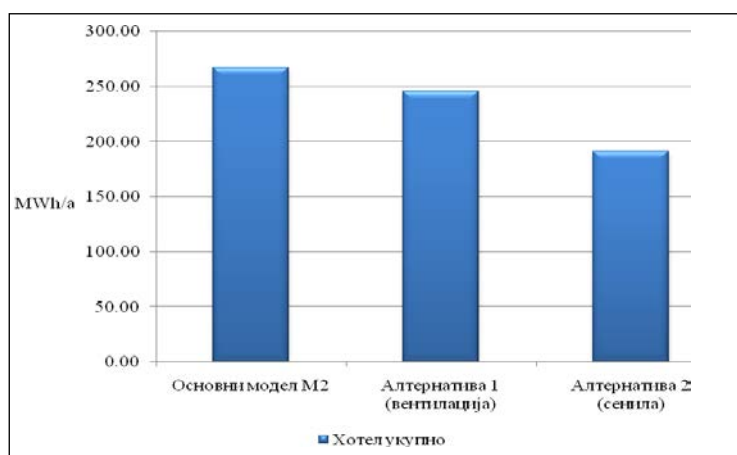
Примарни разлог за увођење двеју алтернатива у анализу јесте смањење високих потреба за хлађењем изабраних модела хотелских објеката са атријумом. Овај проблем се превасходно јавља у зонама чији омотач у великом проценту чини застакљење које, осим што има лошије карактеристике од пуног фасадног зида у смислу топлотне проводљивости, такође омогућава велике топлотне добитке од сунчевог зрачења кроз своју транспарентну површину. Највећа таква зона у изабраним моделима је зона атријума, иако и остале зоне (осим ходника) имају велике топлотне добитке, а самим тим и потребе за хлађењем. Применом мера за смањење прегревања у зони атријума (алтернативе А1 и А2), постигнути су резултати који су приказани у табели 82.



Табела 82. Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	266,81	245,61	191,32
Атријум	97,48	82,44	41,56
Остале зоне осим атријума	169,33	163,17	149,76
Ходници	8,79	6,62	0,53
Собе	103,58	100,76	96,17
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	31,41	30,76	28,97
Пословна зона	25,56	25,03	24,10

Овде се уочава велики допринос предложених мера. Алтернатива А1 има 8% мање потребе за хлађењем од основног модела М2, док алтернатива А2 захтева чак 30% мање енергије од истог модела (табела 82, дијаграм 17). Алтернатива А1 се може извести и без додатних грађевинских инвестиција, физичким управљањем и контролом проветравања у атријуму, а може бити изведена и аутоматизовано преко компјутерског система за управљање системима у згради (аутоматско отварање и затварање отвора за вентилацију, праћење температуре ваздуха и благовремено реаговање у складу са променама температуре). Ако се узме у обзир повећање потребе за грејањем код алтернатива А1 и А2 које редом износи 2% и 12%, у укупном износу се добија смањење потреба за климатизацијом од 6% код алтернативе А1 и 18% код алтернативе А2.



Дијаграм 17. Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

Када је потребна годишња енергија за хлађење по јединици површине у питању, уштеде су процентуално исте као и у укупном износу (табела 83).

**Табела 83.** Годишња потребна финална енергија за хлађење по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	38,64	35,57	27,71
Атријум	140,64	118,94	59,96
Остале зоне осим атријума	27,26	26,27	24,11
Ходници	4,59	3,46	0,28
Собе	34,24	33,31	31,79
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	49,44	48,41	45,60
Пословна зона	40,23	39,39	37,93

Мора се напоменути да су се, осим енергије за хлађење зоне атријума, такође смањиле и потребе за хлађењем свих осталих зона. Атријум код алтернативе А1 има 16%, а атријум алтернативе А2 чак 58% мање потребе за хлађењем од атријума основног модела М2. Ходници скоро да губе потребу за хлађењем (25-96% мање енергије), собе захтевају 3-7% мање енергије, пословна зона до 4%, а комерцијална зона од 4-10% мање енергије за хлађење од основног модела (табела 84).

**Табела 84.** Годишња потребна финална енергија за хлађење по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	6,39	5,89	4,58
Атријум	6,00	5,08	2,56
Остале зоне осим атријума	6,64	6,40	5,88
Ходници	1,14	0,86	0,07
Собе	9,16	8,91	8,50
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	9,69	9,49	8,94
Пословна зона	7,89	7,72	7,44

### 4.3.3. Топлотни добици у зградама

Топлотни добици од људи, осветљења и опреме предложених алтернатива исти су код све три варијанте, јер се није мењао ниједан улазни параметар који би на то утицао. Укупни топлотни добици од људи износе 124,53 MWh, од осветљења 195,37 MWh, а од електричне опреме 109,75 MWh годишње.

Топлотни добици кроз транспарентне површине највише су смањени код алтернативе А2 и то у зони атријума на коме су једино и примењена сенила. Упад сунчевих зрака код атријума алтернативе А2 мањи је 67% у односу на основни модел М2 без сенила (табела 85).

**Табела 85.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	457,72	459,60	297,40
Атријум	286,02	287,72	125,12
Ходници	8,58	8,65	8,53
Собе	98,76	98,83	99,12
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	32,11	32,14	32,28
Пословна зона	32,24	32,27	32,34

Топлотни добици кроз нетранспарентне површине смањени су највише у зони ходника и то за 7% код алтернативе А1 и 34% код алтернативе А2 у односу на основни модел М2 (табела 86). Разлог за то је нижа температура у зони атријума која се преноси између ње и суседне зоне ходника.

**Табела 86.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	78,5922	73,5425	52,1206
Атријум	0,0008	0,0008	0,0022
Ходници	78,5892	73,5392	52,1169
Собе	0,0000	0,0000	0,0000
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,0008	0,0008	0,0006
Пословна зона	0,0014	0,0014	0,0011

Алтернатива А1 предложена је са намером смањења потребне енергије за хлађење, али појачаном вентилацијом током дана лети у атријум улази и спољашњи ваздух који је више температуре. Укупни топлотни добици од проветравања код алтернативе А1 већи су 68% од топлотних добитака основног модела М2 и алтернативе А2 који имају стандардно проветравање од 0,5 измена ваздуха на сат (табела 87). Решење овог проблема може бити у ограничењу проветравања у подневним часовима у јулу и августу, када су спољне температуре толико високе да на овај начин угрожавају унутрашњи топлотни комфор.

**Табела 87.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]

Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	8,0067	13,4750	8,1550
Атријум	3,7122	9,1711	3,7217
Ходници	0,2328	0,2422	0,3678
Собе	2,5489	2,5489	2,5525
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,7614	0,7614	0,7614
Пословна зона	0,7514	0,7514	0,7514

#### 4.3.4. Топлотни губици у зградама

Топлотни губици кроз транспарентне делове омотача објеката приближно су исти код основног модела и обе алтернативе. Примећује се мала разлика код алтернативе А2, где су губици 6% мањи у односу на основни модел, највероватније због утицаја сенила на интензитет ветра и остале негативне временске утицаје (табела 88).

**Табела 88.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	158,70	156,47	150,20
Атријум	74,99	72,95	67,67
Ходници	3,75	3,69	3,46
Собе	47,58	47,52	47,10
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,48	16,45	16,25
Пословна зона	15,90	15,87	15,72

Топлотни губици кроз нетранспарентне површине омотача најмањи су код алтернативе А2, за укупно 25% у односу на основни модел М2 и то превасходно у зони атријума због генерално мањих топлотних добитака у атријуму који су последица примене сенила. Нижа температура у зони атријума код А2 проузрокује веће топлотне губитке у осталим појединачним зонама у односу на модел М2 у просеку за око 30% (табела 89).

**Табела 89.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

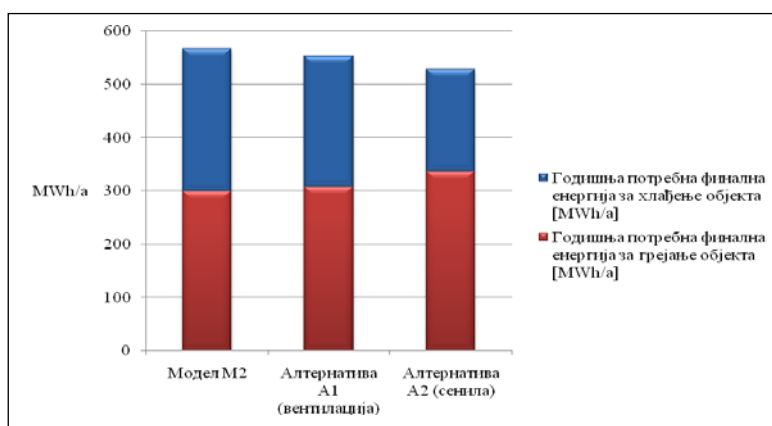
Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	159,61	153,64	122,80
Атријум	107,54	97,00	50,29
Ходници	0,00	0,00	0,00
Собе	32,82	35,96	46,25
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	14,51	15,28	18,61
Пословна зона	4,73	5,39	7,66

Укупни топлотни губици од проветравања највећи су код алтернативе А1 и то 5% од основног модела М2 и 10% од алтернативе А2 (табела 90). Разлог овоме је превелика инфилтрација током ноћних часова, када је спољашња температура нижа од унутрашње. Алтернатива А2 има 5% мање топлотне губитке у зони атријума и 11% у зони ходника од основног модела М2 због инфилтрације ваздуха уједначеније температуре међу суседним зонама.

**Табела 90.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]

Топлотни губици од проветравања [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива А1 (вентилација)	Алтернатива А2 (сенила)
Хотелски објекат укупно	688,43	729,48	661,74
Атријум	254,54	298,56	242,96
Ходници	124,38	121,71	111,80
Собе	199,18	199,02	197,67
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	56,60	56,55	56,05
Пословна зона	53,73	53,65	53,27

Повећање инфилтрације у атријуму лети и постављање сенила на стаклени омотач атријума предложени су као мера побољшања енергетских својстава основног модела М2. Алтернативе А1 и А2 оствариле су одређени допринос. Иако се код њих повећала потреба за грејањем за 2%, односно 12%, много више је смањена потреба за хлађењем, 8%, односно 30% редом код А1 и А2. У коначном билансу, укупна уштеда енергије је 6% код алтернативе А1 и 18% код алтернативе А2 (дијаграм 18).



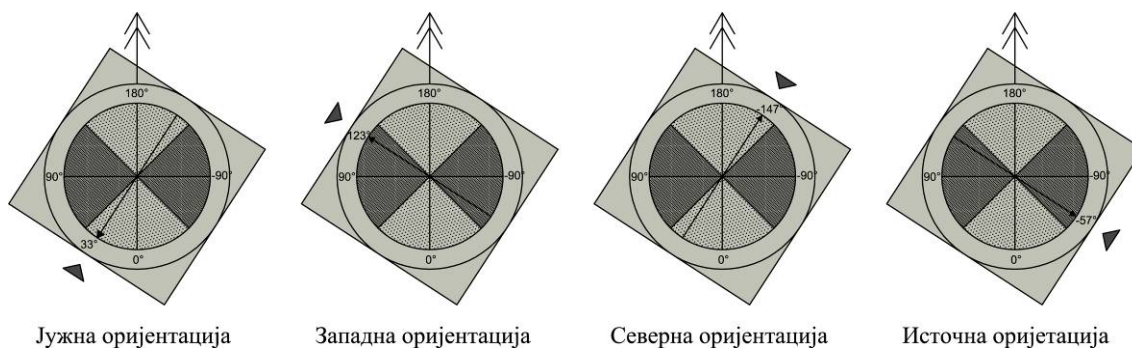
**Дијаграм 18.** Укупна годишња потребна енергија за грејање и хлађење зграде [MWh/a]

Постављање сенила представља добар начин заштите од прекомерног сунчевог зрачења лети, али с обзиром на то да су у овој анализи разматрана фиксна сенила, то неповољно утиче на топлотне добитке кроз застакљење атријума зими. Примарна функција атријума управо јесте прикупљање сунчеве енергије током хладних дана и ту би његову карактеристику пасивног соларног колектора требало у зимском периоду максимизирати. Најјефикасније би било поставити покретна сенила која би се скупљала зими, а ширила лети, али то може изискивати додатне инвестиције у смислу њиховог каснијег одржавања. Фиксна сенила могу послужити као потконструкција за монтажу соларних колектора за припрему топле воде или фотонапонских панела за производњу електричне енергије и то је добар начин за потпуно искоришћење потенцијала обновљиве соларне енергије како активним, тако и пасивним начином, преко атријума.

#### **4.4. Утицај оријентације на енергетске перформансе објеката**

Оријентација отворене стране атријума, тј. фасадног зида на коме се налази вертикално застакљење атријумског простора, има утицаја на енергетске карактеристике објекта. Судећи по резултатима енергетских симулација из поглавља 4.1 и 4.2, модел М1 чији је атријум застакљен само у нивоу крова има мање топлотне добитке кроз транспарентне делове омотача од модела М2, М3 и М4, који осим кровне, имају застакљене и вертикалне фасадне равни (табеле 62, 65 и 67). Због тога се појавила потреба за испитивањем утицаја оријентације атријума на енергетске перформансе хотелских објеката.

У овом поглављу приказани су резултати симулације енергетских перформанси модела М2 хотелског објекта са атријумом оријентисаним у четири правца. Осим основног модела, чији атријум има претежно јужну оријентацију (тачније азимут фасаде је  $33^\circ$  југозападно), анализиран је исти модел заротиран за по  $90^\circ$  у смеру казальки на сату (са азимутом фасаде  $123^\circ$ ,  $-147^\circ$  и  $-57^\circ$ ), односно оријентација тих модела је редом западна, северна и источна (слика 34).



Слика 34. Оријентација модела М2 ка све четири стране света

Променом оријентације атријума и осталих зона у згради мењају се донекле и енергетске потребе за климатизовање целе зграде. Следе резултати енергетских симулација за све четири оријентације.

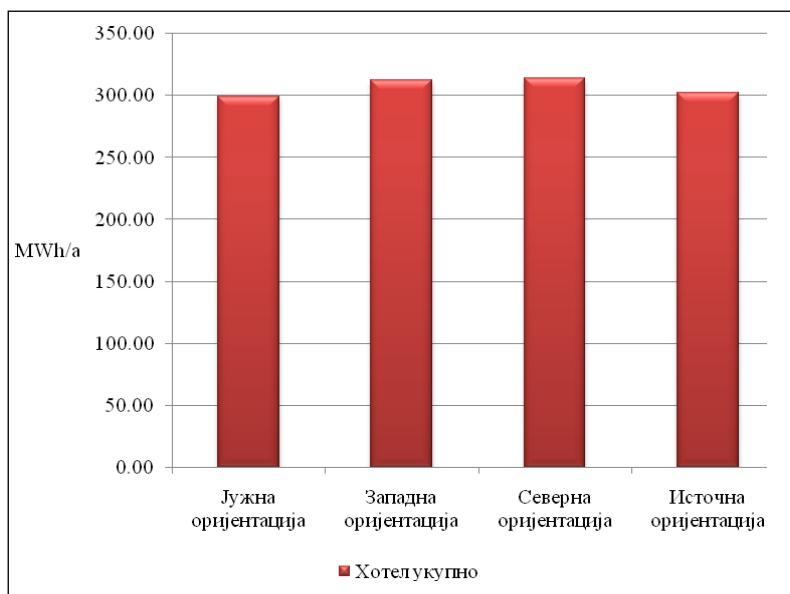
#### 4.4.1. Годишња финална енергија за грејање зграде

Модел који се анализира за различите оријентације у овом поглављу, има атријум чији су кров и једна вертикална страна отворени, тј. застакљени и изложени утицајима сунчевог зрачења. У складу са тим и енергетска симулација модела са различитим оријентацијама атријума даје очекиване резултате (табела 91).

Табела 91. Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	299,58	312,34	313,78	302,04
Атријум	167,27	186,08	187,60	171,02
Остале зоне осим атријума	132,31	126,26	126,18	131,03
Ходници	17,26	20,20	20,37	18,04
Собе	81,78	75,09	75,55	79,51
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	10,34	9,73	9,55	10,61
Пословна зона	22,93	21,24	20,71	22,87





Дијаграм 19. Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

Моделу са јужно оријентисаним атријумом потребно је најмање енергије за грејање, док је моделу са северном оријентацијом атријума потребно највише. Моделу чији је атријум оријентисан на исток потребно је мање енергије за грејање од оног чији је атријум оријентисан ка западу (дијаграм 19). Међутим, највећа разлика између модела је свега 5% када је енергија за грејање у питању. Примећују се мале варијације у потребној енергији по свим зонама, а не само у зони атријума (табела 91).

Оријентација атријума утиче и на енергетски разред зграде. Модели са јужном и источном оријентацијом атријума спадају у енергетски разред „B“, док већа потребна енергија за моделе са атријумом оријентисаним на север и запад сврстава те моделе у енергетски разред „C“ (табела 92).

Резултати енергетских симулација модела са различитим оријентацијама, могу значајно утицати на избор најповољнијег пројектантског решења. Иако су разлике у потребној количини енергије у опсегу од 0-5%, разлика у енергетским разредима може пресудити приликом доношења одлуке о избору локације у граду, а самим тим и оријентације приступне фасаде, или приликом организације простора у хотелском објекту и одлуке на коју страну света оријентисати атријум и остале зоне објекта.

**Табела 92.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	43,39	45,24	45,45	43,75
Атријум	241,33	268,47	270,66	246,74
Остале зоне осим атријума	21,30	20,33	20,31	21,10
Ходници	9,01	10,54	10,63	9,42
Собе	27,04	24,82	24,98	26,29
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,27	15,31	15,03	16,70
Пословна зона	36,09	33,43	32,60	36,00

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине дата је у табели 93.

**Табела 93.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

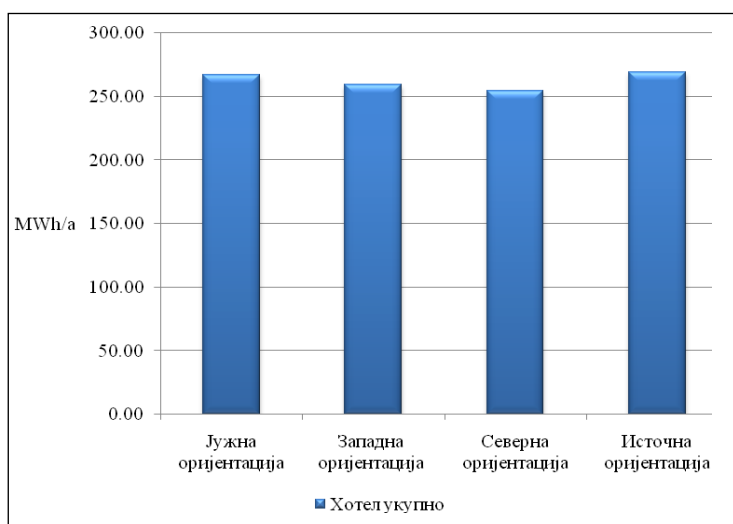
Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	7,18	7,48	7,52	7,24
Атријум	10,30	11,46	11,55	10,53
Остале зоне осим атријума	5,19	4,95	4,95	5,14
Ходници	2,24	2,62	2,65	2,34
Собе	7,23	6,64	6,68	7,03
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	3,19	3,00	2,95	3,27
Пословна зона	7,08	6,55	6,39	7,06

#### 4.4.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде

Када је хлађење зграде у питању, добијени резултати енергетских симулација се у малој мери разликују од резултата који би се могли очекивати. Највише енергије за хлађење потребно је моделу са источно оријентисаним атријумом, али само 2% више од модела за атријумом оријентисаним ка југу. Следећи по потребама је модел чији је атријум оријентисан ка западу, док је моделу са северно оријентисаним атријумом потребно најмање енергије за хлађење простора и то 6% мање од источно оријентисаног модела (табела 94, дијаграм 20).

**Табела 94.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	266,81	259,59	254,87	269,05
Атријум	97,48	83,06	76,68	101,63
Остале зоне осим атријума	169,33	176,53	178,18	167,43
Ходници	8,79	6,31	4,76	9,37
Собе	103,58	104,96	110,77	98,68
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	31,41	35,51	33,70	32,62
Пословна зона	25,56	29,76	28,96	26,75



**Дијаграм 20.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

Разлике у потребној енергији за хлађење простора највеће су у зонама атријума, где северно оријентисани атријума има чак 25% мање потребе за хлађењем од атријума који је оријентисан ка истоку. Остале зоне имају око 12% разлике у потребној енергији за различите оријентације. Општи закључак је да се највеће прегревање дешава код модела чији је атријум оријентисан ка истоку, односно југоистоку, јер тада прима највеће осунчање од сунца које је у подневним часовима највећег интензитета.

Потребна енергија по јединици површине проказује варијације међу моделима у опсегу од 0-6% између модела са најмањом и највећом потребном енергијом за хлађење (табела 95).

**Табела 95.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	38,64	37,60	36,91	38,97
Атријум	140,64	119,83	110,63	146,63
Остале зоне осим атријума	27,26	28,42	28,69	26,96
Ходници	4,59	3,29	2,48	4,89
Собе	34,24	34,70	36,62	32,62
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	49,44	55,89	53,04	51,34
Пословна зона	40,23	46,84	45,58	42,10

Годишња потребна финална енергија за хлађење објеката по јединици запремине дата је у табели 96.

Табела 96. Годишња потребна финална енергија за хлађење по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	6,39	6,22	6,11	6,45
Атријум	6,00	5,11	4,72	6,26
Остале зоне осим атријума	6,64	6,93	6,99	6,57
Ходници	1,14	0,82	0,62	1,22
Собе	9,16	9,28	9,79	8,72
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	9,69	10,96	10,40	10,07
Пословна зона	7,89	9,18	8,94	8,26

#### 4.4.3. Топлотни добици у зградама

Топлотни добици од људи, осветљења и опреме исти су за све четири варијанте и износе 124,53 MWh од људи, 195,37 MWh од осветљења и 109,75 MWh од електричне опреме годишње.

Топлотни добици кроз транспарентне површине омотача варирају у односу на оријентацију фасаде са највећим уделом отвора. Фасада на којој се налази стаклени омотач атријума има 51% транспарентних делова, док остале фасаде имају од 27-35%, а застакљење у крову чини 35% површне целог крова (табела 40). Модели хотела код којих је атријум оријентисан ка југу и истоку имају исте укупне топлотне добитке кроз застакљење. Јужно оријентисани модел, додуше има веће топлотне добитке у атријуму док северно оријентисани има веће топлотне добитке у зонама ходника и пословног простора на првом спрату. Северно оријентисани модел има најмање топлотне добитке кроз застакљење и то 7% мање од јужно и источно оријентисаних (табела 97).

**Табела 97.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	457,72	437,38	428,33	457,00
Атријум	286,02	230,73	216,48	283,22
Ходници	8,58	9,35	8,70	9,22
Собе	98,76	115,43	122,18	97,66
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	32,11	40,52	39,26	32,80
Пословна зона	32,24	41,35	41,71	34,09

Топлотни добици кроз нетранспарентне површине највећи су у зонама ходника и јужно и источно оријентисани модели иамју и до 17% веће топлотне добитке од западно и северно оријентисаних (табела 98).

**Табела 98.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	78,5922	67,5956	65,7589	77,2803
Атријум	0,0008	0,0011	0,0011	0,0006
Ходници	78,5892	67,5925	65,7553	77,2778
Собе	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
Пословна зона	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014

Оријентација атријума нема великог утицаја на топлотне добитке од проветравања, као што се може видети у табели 99.

**Табела 99.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]

Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	8,0067	8,0247	8,0347	8,0047
Атријум	3,7122	3,7128	3,7133	3,7122
Ходници	0,2328	0,2536	0,2631	0,2336
Собе	2,5489	2,5453	2,5456	2,5461
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,7614	0,7614	0,7614	0,7614
Пословна зона	0,7514	0,7514	0,7514	0,7514

#### 4.4.4. Топлотни губици у зградама

Топлотни губици кроз транспарентни део омотача варирају у опсегу од 0-2% у зависности од оријентације модела и највећа разлика појављује се у зони атријума (табела 100).

**Табела 100.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	158,70	157,60	157,35	157,96
Атријум	74,99	73,52	72,97	73,58
Ходници	3,75	3,61	3,61	3,68
Собе	47,58	47,86	47,83	48,28
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,48	16,59	16,76	16,46
Пословна зона	15,90	16,03	16,18	15,96

Топлотни губици кроз нетранспарентни део омотача варирају на нивоу целог објекта од 0-5% у зависности од оријентације, док на нивоу појединих зона разлика се креће и до 20% код соба и комерцијалног дела или 35% код пословног дела објекта (табела 101).

**Табела 101.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Топлотни губици кроз нетранспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	159,61	155,85	152,47	159,24
Атријум	107,54	91,97	86,85	106,40
Ходници	0,00	0,00	0,00	0,00
Собе	32,82	39,53	40,90	33,26
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	14,51	17,27	17,31	14,41
Пословна зона	4,73	7,08	7,41	5,17

Годишњи топлотни губици од проветравања такође се крећу у опсегу од 0-2% и практично су занемарљиви. Највећи су у зони атријума где су 2%, док су у свим осталим зонама мањи (табела 102).

**Табела 102.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]

Топлотни губици од проветравања [MWh/a]	Модел М2: јужна оријентација	Модел М2: западна оријентација	Модел М2: северна оријентација	Модел М2: источна оријентација
Хотелски објекат укупно	688,43	681,96	680,84	687,66
Атријум	254,54	249,92	249,24	253,83
Ходници	124,38	119,82	119,05	123,97
Собе	199,18	200,66	200,71	199,52
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	56,60	57,16	57,28	56,51
Пословна зона	53,73	54,40	54,55	53,82

Анализом енергетских својстава модела М2 са различитом оријентацијом долази се до закључка да оријентација утиче око 5-6% на енергетске потребе за грејањем и хлађењем објекта. Најмање енергије за грејање и хлађење у укупном износу потребно је моделима са јужно и северно оријентисаним атријумом, док је највише потребно моделима са источном и на крају западно оријентисаним атријумом.

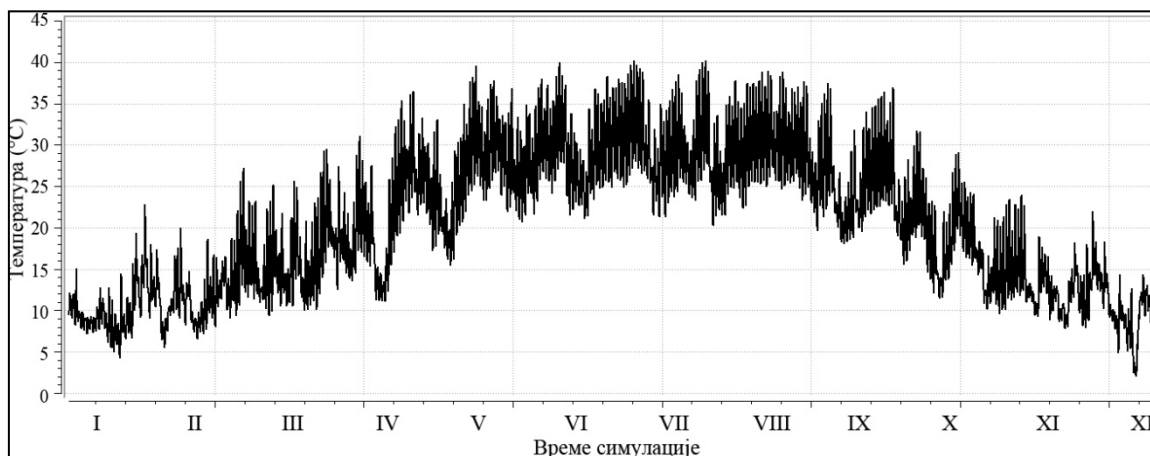


#### 4.5. Утицај атријума као стакленика који се не климатизује на енергетске перформансе хотелског објекта

Будући да је у претходним поглављима 4.5 и 4.6 показано да је атријумском типу хотела (моделима М1, М2, М3 и М4 и алтернативама А1 и А2) потребно више енергије за климатизацију од хотела блок типа без атријума (модел М5) и то преваходно због велике количине енергије потребне за климатизацију самог атријума, у овом поглављу се испитују енергетске перформансе модела М2 са атријумом који се не климатизује, као и варијанта модела М2 са отвореним атријумским простором (без застакљеног атријума). Резултати симулација пореде се са основним моделом М2 хотела са атријумом. Циљ је да се испита утицај присуства затвореног атријума као стакленика који се не климатизује на целокупне енергетске перформансе зграде.

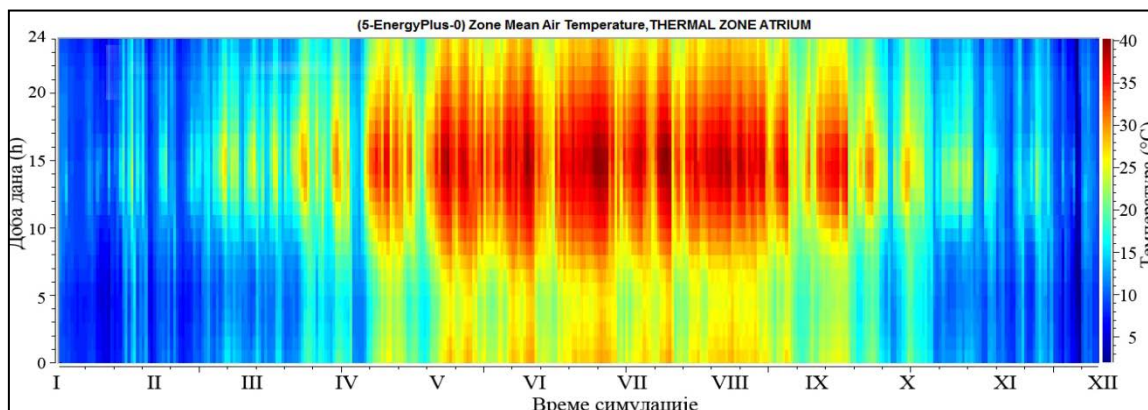
Поред основног модела М2 хотелског објекта са атријумом, за анализу су формиране две нове алтернативе Б1 и Б2.

Алтернатива Б1 подразумева модел М2 хотела са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом, чији се атријум не климатизује, тј. не греје се зими и не хлади се простор у њему лети. Једина сврха оваквог атријума је заштита од атмосферских утицаја (кише, снега, ветра), док топлотни комфор у њему није узет у разматрање. У оваквом атријуму средње температуре крећу се од 10-20°C током зиме и прелазног периода, док се лети крећу од 25-35°C (дијаграм 21).



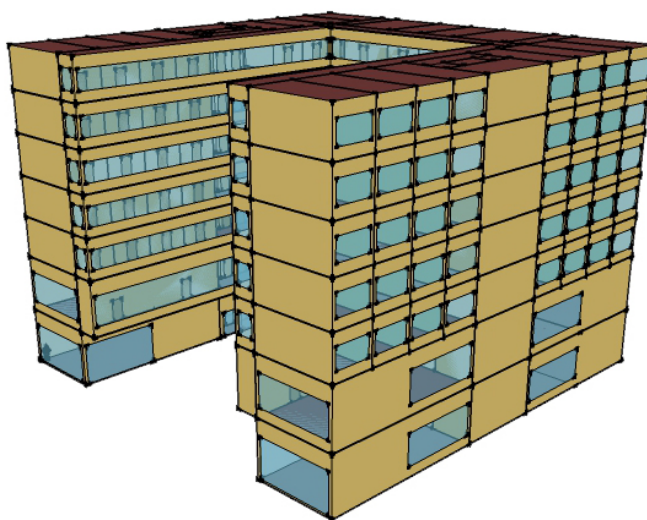
Дијаграм 21. Средње температуре ваздуха у зони атријума код алтернативе Б1 [°C]

Највише температуре досежу до 40°C у летњим поподневним часовима, док најниже могу спасти на око 5°C у ноћним часовима у децембру и јануару (дијаграм 22).



Дијаграм 22. Средње температуре ваздуха у зони атријума код алтернативе Б1, часовни приказ [°C]

Алтернатива Б2 подразумева основни модел М2 хотела, али без затвореног атријума, тј. простор који је био застакљен и чинио је затворени атријум код основног модела, код алтернативе Б2 није застакљен, већ је изложен спољашњим утицајима (слика 35). Самим тим, овај хотел припада објектима без атријума, али пошто атријум значи „унутрашње двориште“, надаље ће се о овом објекту говорити као о објекту са отвореним атријумом.



Слика 35. Алтернатива Б2 модела М2 са отвореним атријумом

#### 4.5.1. Годишња финална енергија за грејање зграде

Поређењем енергетских карактеристика основног модела М2, хотела са застакљеним климатизованим атријумом, његове алтернативе Б1, код које се атријум не климатизује и хотела без атријума као стакленика уопште (Б2), добијају се резултати који су приказани у табелама у наставку.

Укупна годишња потребна финална енергија за грејање најмања је за алтернативу Б2, а највећа за модел М2 (табела 103). Међутим, у свим осталим зонама осим атријума, алтернатива Б2 захтева више енергије од М2 и Б1. Будући да су различите грејне површине (а поготово запремине) објеката које се климатизују, овај податак није најрелевантнији за упоредну анализу приказаних објеката.

**Табела 103.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	299,58	193,99	186,20
Атријум	167,27	0,00	-
Остале зоне осим атријума	132,31	193,99	186,20
Ходници	17,26	68,88	60,41
Собе	81,78	88,38	87,46
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	10,34	12,39	13,84
Пословна зона	22,93	24,35	24,49

Увидом у табелу 104, у којој су приказане потребе објеката за грејањем по јединици површине, закључује се да сви објекти задовољавају услове за енергетски разред „B“. Ако се посматра количина енергије потребна за грејање оних простора у згради који се заиста климатизују, онда алтернатива Б1 има најмање енергетске потребе. Међутим, то што се атријум не климатизује код алтернативе Б1 доводи у питање његово коришћење због некомфорних услова боравка. Атријум може служити и само као тампон зона за остваривање топлотних добитака, што је скупа инвестиција са мало доприноса.

**Табела 104.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

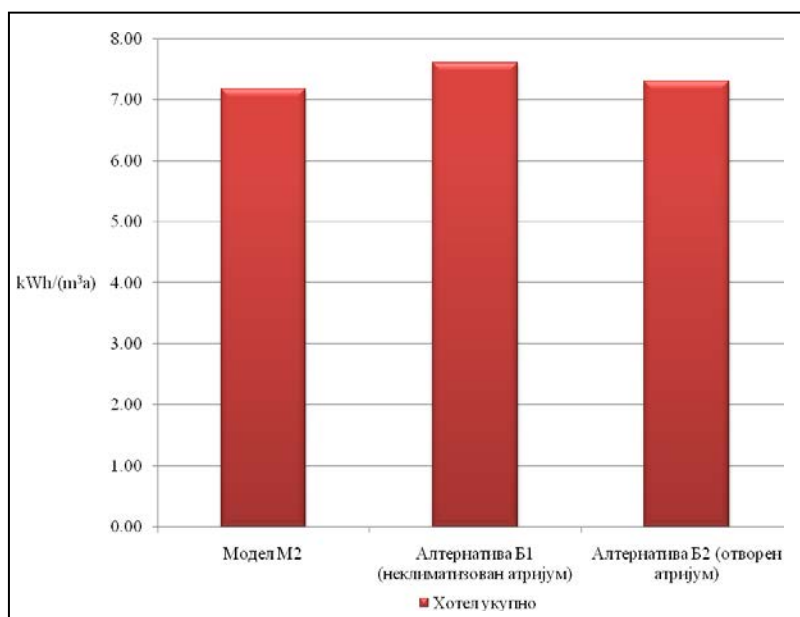
Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	43,39	28,10	29,98
Атријум	241,33	0,00	-
Остале зоне осим атријума	21,30	31,23	29,98
Ходници	9,01	35,95	31,53
Собе	27,04	29,22	28,91
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,27	19,50	21,78
Пословна зона	36,09	38,32	38,55

Упоредна анализа енергетских перформанси објеката који имају велике запремине најрелевантнија је посматрањем потребне енергије за климатизацију по мерној јединици запремине. У том смислу, основни модел М2 има боље перформансе од својих двеју алтернатива Б1 и Б2. Код модела М2 остале зоне око атријума имају 30% мање потребе за грејањем у поређењу са алтернативама Б1 и Б2, тако да чак и климатизовањем атријума укупна потребна енергија је 6%, односно 2% мања од енергије потребне за климатизовање алтернатива Б1 и Б2 (табела 105).

**Табела 105.** Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	7,18	7,61	7,31
Атријум	10,30	0,00	-
Остале зоне осим атријума	5,19	7,61	7,31
Ходници	2,24	8,95	7,85
Собе	7,23	7,81	7,73
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	3,19	3,82	4,27
Пословна зона	7,08	7,51	7,56

Иако атријум захтева скоро дупло више енергије по јединици запремине за грејање у поређењу са деловима објекта који га окружују (код модела М2), испоставља се да је то у укупном збиру мање од случаја у ком се атријум не климатизује (алтернатива Б1) или у ком је атријум потпуно отворен (алтернатива Б2). Овим се доказује да је исплативије грејати целу зграду (и атријум), зарад бољег укупног топлотног биланса објекта (дијаграм 23). Присуство атријума има повољне ефекте на темперирање околних зона и целог објекта укупно, уз додатни квалитет климатизованих амбијената за боравак у њему.



Дијаграм 23. Годишња потребна финална енергија за грејање по јединици запремине [kWh/(m³a)]

#### 4.5.2. Годишња финална енергија за хлађење зграде

Када је хлађење објеката у питању, на нивоу целог објекта модел М2 има највеће потребе за енергијом у односу на алтернативе Б1 и Б2 (табела 106). Атријум захтева много енергије за хлађење, као што је закључено у поглављу 4.1, због прегревања у летњем периоду. Случај прегревања присутан је и код алтернативе Б1, што се огледа у већој енергији потребној за хлађење околних зона у односу на алтернативу Б2 (табела 106).

**Табела 106.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	266,81	206,48	168,14
Атријум	97,48	0,00	-
Остале зоне осим атријума	169,33	206,48	168,14
Ходници	8,79	37,77	7,41
Собе	103,58	108,98	104,84
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	31,41	33,13	31,10
Пословна зона	25,56	26,60	24,80

По јединици површине, алтернатива Б2 са отвореним атријумом има најмање потребе за хлађењем, управо због одсуства великог пасивног пријемника сунчеве енергије који загрева простор (табела 107).

**Табела 107.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

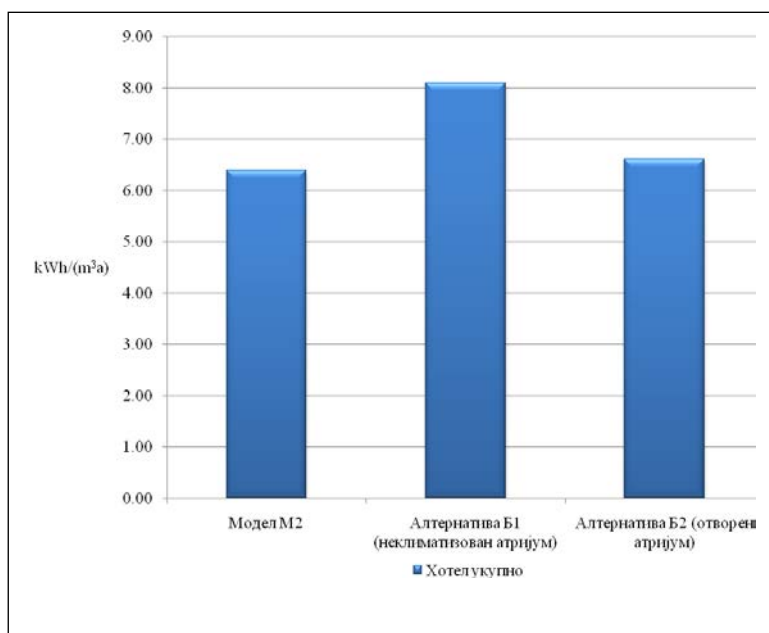
Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	38,64	33,24	27,07
Атријум	140,63	0,00	
Остале зоне осим атријума	27,26	33,24	27,07
Ходници	4,59	19,72	3,87
Собе	34,24	36,03	34,66
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	49,44	52,14	48,94
Пословна зона	40,22	41,87	39,03

Међутим, на укупном нивоу целог објекта ефикаснији по питању хлађења је модел М2 са климатизованим атријумом и то за 12% од алтернативе Б1, а 4% од алтернативе Б2 која атријум уопште нема затворен (табела 108, дијаграм 24). Још

боље карактеристике постижу се постављањем сенила на омотач атријума, када се потребе за енергијом умногост смањују (поглавље 4.5.2).

**Табела 108.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	6,39	8,10	6,60
Атријум	6,00	0,00	
Остале зоне осим атријума	6,64	8,10	6,60
Ходници	1,14	4,91	0,96
Собе	9,16	9,63	9,27
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	9,69	10,22	9,60
Пословна зона	6,39	8,21	7,65



**Дијаграм 24.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

У просеку основном моделу треба 18% мање енергије за грејање и хлађење у односу на алтернативу Б1, а 6% мање енергије у односу на алтернативу Б2.

### 4.5.3. Топлотни добици у зградама

Топлотни добици од људи, осветљења и електричне опреме разликују се између хотела који има затворени и отворени атријум, због површине која се користи и опремљености одговарајућим уређајима (табела 109).

**Табела 109.** Годишњи топлотни добици од људи, електричне опреме и осветљења [MWh/a]

Годишњи топлотни добици [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Топлотни добици од људи	124,53	123,16	81,32
Топлотни добици од осветљења	195,37	195,37	172,70
Топлотни добици од електричне опреме	109,75	109,75	98,63

Топлотни добици кроз транспарентне површине омотача објекта једнаке су код хотела са затвореним атријумом, а од хотела са отвореним атријумом разликују се због површине транспарентног дела омотача који је изложен спољашњим утицајима (табела 110).

**Табела 110.** Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	457,72	457,30	279,30
Атријум	286,02	285,58	-
Ходници	8,58	8,56	107,67
Собе	98,76	98,79	98,92
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	32,11	32,13	40,33
Пословна зона	32,24	32,24	32,38

Топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача највећи су у зони ходника код свих хотела, а код хотела са затвореним атријумом (М2 и Б1) многоструко су већи у поређењу са хотелом са отвореним атријумом (Б2), евидентно због ефекта прегревања у зони атријума одакле се топлота проводи у зону ходника (табела 111).



**Табела 111.** Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Годишњи топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	78,5922	55,8242	0,8292
Атријум	0,0008	0,0075	-
Ходници	78,5892	55,8139	0,8264
Собе	0,0000	0,0000	0,0000
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,0008	0,0014	0,0014
Пословна зона	0,0014	0,0011	0,0014

Топлотни добици од проветравања највећи су код основног модела М2 са атријумом који се климатизује и то управо због добитака који се рачунају у зони атријума и који се узимају у обзир ради прорачуна потребне енергије за хлађење атријума. Код алтернативе Б2 која има отворени атријум, топлота од проветравања највећа је у зони соба (табела 112).

**Табела 112.** Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]

Годишњи топлотни добици од проветравања [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	8,0067	4,2778	4,3675
Атријум	3,7122	0,0000	-
Ходници	0,2328	0,2142	0,3031
Собе	2,5489	2,5503	2,5514
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	0,7614	0,7614	0,7614
Пословна зона	0,7514	0,7514	0,7514

Неклиматизовани атријум код алтернативе Б1 прима топлотне добитке од људи, осветљења, ел. опреме и кроз транспарентне површине омотача, али не и проветравањем, јер је температура ваздуха у атријуму углавном увек виша од спољашње температуре. Због тога неклиматизовани атријум углавном има велике губитке топлоте, како кроз свој омотач, тако и проветравањем.

#### 4.5.4. Топлотни губици у зградама

Што се топлотних губитака кроз транспарентне површине зона тиче, сви објекти имају приближне губитке. Алтернатива Б2 има веће губитке у зони ходника која је изложена спољашњим климатским утицајима, док модел М2 и алтернатива Б1 имају велике губитке кроз застакљење атријума (табела 113).

**Табела 113.** Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]

Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	158,70	149,44	150,83
Атријум	74,99	66,13	-
Ходници	3,75	3,65	66,13
Собе	47,58	47,44	47,31
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	16,48	16,35	21,68
Пословна зона	15,90	15,86	15,71

Топлотни губици кроз нетранспарентне површине највећи су код хотела са затвореним атријумом, док алтернатива Б2 има веће губитке у зонама које окружују унутрашње двориште и изложене су спољашњим утицајима (табела 114).

**Табела 114.** Топлотни губици кроз нетранспарентне површине [MWh/a]

Топлотни губици кроз нетранспарентне површине омотача [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	159,61	134,95	80,51
Атријум	107,54	79,89	-
Ходници	0,00	0,00	11,66
Собе	32,82	34,52	38,50
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	14,51	15,34	22,49
Пословна зона	4,73	5,20	7,85

Топлотни губици од проветравања највећи су код хотела са затвореним атријумом (модел М2 и алтернатива Б1), преваходно због губитака кроз омотач атријума, којих нема код алтернативе Б2 (табела 115).

**Табела 115.** Топлотни губици од проветравања [MWh/a]

Топлотни губици од проветравања [MWh/a]	Модел М2	Алтернатива Б1 (неклиматизован атријум)	Алтернатива Б2 (отворен атријум)
Хотелски објекат укупно	688,43	648,79	423,85
Атријум	254,54	215,63	-
Ходници	124,38	124,27	116,37
Собе	199,18	198,87	198,38
Кафе (ресторан) и комерцијална зона	56,60	56,34	55,81
Пословна зона	53,73	53,68	53,29

#### 4.6. Дискусија

У поглављима 4.1-4.5 приказани су резултати енергетских симулација различитих варијанти модела хотелских објеката. У првом кораку изабрано је пет основних модела за анализу:

- модел М1: хотел са централно постављеним затвореним атријумом,
- модел М2: хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом,
- модел М3: хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом,
- модел М4: хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом,
- модел М5: хотел блок типа без атријума.

Прва четири модела имају велики застакљени атријум, док пети модел служи за поређење енергетских перформанси хотела са атријумом у односу на типичан хотел блок типа. За дискусију у овом поглављу, као најрелевантнији, користиће се подаци о потребној енергији за грејање и хлађење објеката по јединици запремине, будући да се атријуми код изабраних модела простиру кроз све етажне до врха објекта и имају велику запремину (табеле 116 и 117, дијаграм 25).

**Табела 116.** Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

Годишња енергија за грејање [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	M1	M2 J	M2 3	M2 C	M2 И	M2 A1	M2 A2	M2 Б1	M2 Б2	M3	M4	M5
Хотел укупно	6,47	7,18	7,48	7,52	7,24	7,37	8,07	7,61	7,31	7,54	6,42	5,45
Атријум	10,28	10,30	11,46	11,55	10,53	10,78	12,01	0,00	-	11,73	10,27	-
Остале зоне	5,09	5,19	4,95	4,95	5,14	5,19	5,57	7,61	7,31	4,95	4,88	5,45
Ходници	2,23	2,24	2,62	2,65	2,34	2,24	2,89	8,95	7,85	2,76	2,02	3,98
Собе	6,90	7,23	6,64	6,68	7,03	7,23	7,54	7,81	7,73	6,88	7,49	7,04
Комерц. зона	3,28	3,19	3,00	2,95	3,27	3,19	3,33	3,82	4,27	2,90	1,57	2,78
Пословна зона	6,64	7,08	6,55	6,39	7,06	7,08	7,29	7,51	7,56	6,68	6,98	6,60

Резултати енергетских симулација изабраних модела показали су да хотел блок типа без атријума (модел M5) има мање потребе за енергијом за грејање и хлађење од свих хотела са атријумом. Оно што је карактеристично код модела са атријумом (M1, M2, M3, M4) је да део хотела који окружује атријум захтева мање енергије за грејање и хлађење од истих просторија у случају модела M5, међутим сам атријум захтева много енергије по јединици запремине због своје велике висине и карактеристика омотача којим је застакљен. Наиме, потребна енергија за климатизовање одређене зоне директно зависи од количине топлотних добитака и губитака који на ту зону делују. Топлотни добици настају одавањем топлоте од људи, електричне опреме и осветљења у зони, проветравањем зоне, а у зависности од физичких карактеристика омотача, варирају и добици кроз пуни и транспарентни део омотача зоне. Топлота се у складу са тим губи кроз омотач зоне, као и вентилацијом. Атријум због велике висине има добитке топлоте од

људи, осветљења и опреме ограничене на његову површину у основи, а зими је потребно пуно енергије да се загреје по целој висини, нарочито ако се узме у обзир дозвољени пролаз топлоте кроз застакљење који је већи у односу на пун и изолован зид. Соларни топлотни добици у атријуму, од којих се очекује одређени допринос смањењу потребне енергије за грејање, присутни су у одређеној мери током читаве године, али највише у летњем периоду, када су чак непожељни и стварају негативан ефекат. Прегревање простора лети присутно је у свим зонама које имају велике застакљене површине омотача. Осим већ високе температуре ваздуха која из спољашњости проветравањем продире у унутрашњи простор објекта, директним упадом сунчевих зрака којим се топлота акумулира у маси конструкције, ефекат прегревања се још повећава. Стога је неопходна заштита од сунчевих зрака у летњем периоду, а по могућности искористити њихове предности у преосталом делу године (табеле 116 и 117, дијаграм 25).

**Табела 117.** Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [kWh/(m<sup>3</sup>a)]

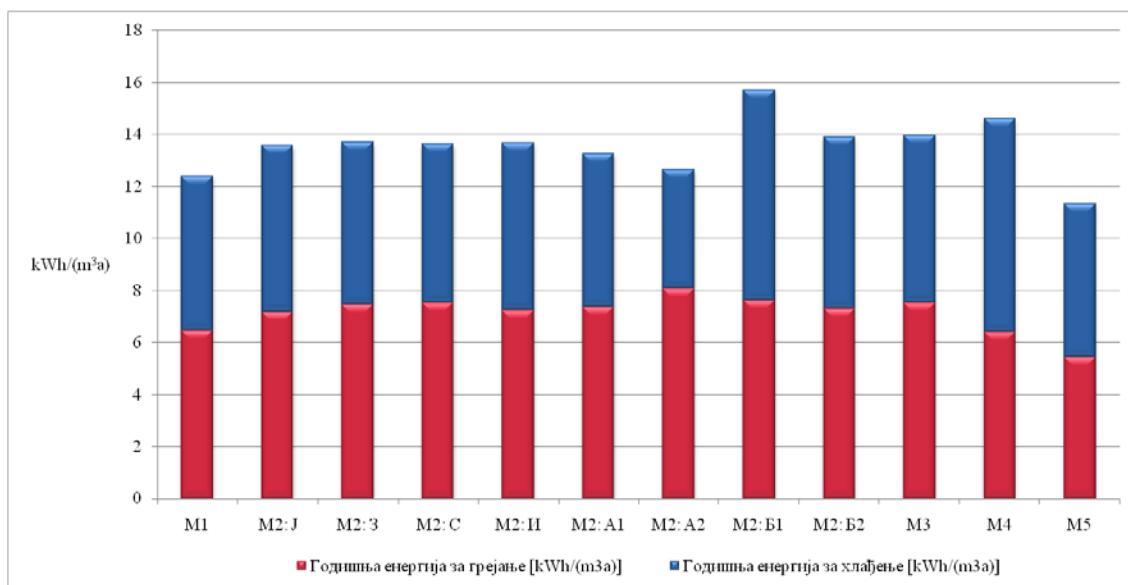
Годишња енергија за хлађење [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	M1	M2 J	M2 3	M2 C	M2 И	M2 A1	M2 A2	M2 Б1	M2 Б2	M3	M4	M5
Хотел укупно	5,93	6,39	6,22	6,11	6,45	5,89	4,58	8,10	6,60	6,42	8,19	5,88
Атријум	4,11	6,00	5,11	4,72	6,26	5,08	2,56	0,00		6,84	10,74	-
Остале зоне	6,58	6,64	6,93	6,99	6,57	6,40	5,88	8,10	6,60	6,16	7,17	5,88
Ходници	0,15	1,14	0,82	0,62	1,22	0,86	0,07	4,91	0,96	0,44	1,30	0,00
Собе	9,08	9,16	9,28	9,79	8,72	8,91	8,50	9,63	9,27	9,54	7,80	8,46
Комерц. зона	9,67	9,69	10,96	10,40	10,07	9,49	8,94	10,22	9,60	7,85	11,61	6,58
Пословна зона	5,93	6,39	9,18	8,94	8,26	7,72	7,44	8,21	7,65	6,42	8,19	5,88

У другом кораку извршена је вишекритеријумска анализа прва четири модела хотела са атријумом, на основу 17 критеријума и 119 поткритеријума који, осим критеријума из области потрошње енергије и топлотних добитака и губитака у обзир узимају и критеријуме површине и запремине зграде и површине њеног омотача. Након вредновања сваког критеријума и поређења модела по паровима за сваки критеријум појединачно, а затим и укупно, резултати су показали да је

најповољнији модел М1, а за њим редом М3, М2 па М4. Модел М1 заиста има најмању укупну потребну енергију за климатизацију у односу на остала три модела хотела са атријумом, при чему има најбоље искоришћен унутрашњи простор са највећим бројем соба и атријумом који је заштићен објектом од великог упада сунчевих зрака у летњем периоду.

Након што је утврђено да се велика прегревања у зони атријума дешавају у поподневним часовима летњих месеци, предложене су две алтернативе А1 и А2 за побољшање карактеристика основног модела М2 који је узет за даљу анализу. Алтернатива А1 подразумевала је повећану природну вентилацију (са 0,5 на 1,2 измене ваздуха) у зони атријума од почетка маја до краја септембра, а алтернатива А2 подразумевала је постављање сенила преко стакленог омотача зоне атријума. Резултати симулације показали су благо повећање потребне енергије за грејање за 2%, односно 12%, али и осетно смањење потреба за хлађењем за 8%, односно 30%. У укупном билансу, алтернатива А1 показала се 6% ефикаснијом, а алтернатива А2 18% енергетски ефикаснијом од основног модела М2 (табеле 116 и 117, дијаграм 25). Доказано је да се повећаном природном вентилацијом у атријуму лети могу постићи одређени доприноси смањењу укупних потреба за енергијом за климатизацију зграде, док се заштитом од сунца постижу највећи доприноси уштеди енергије, те се очекује развој истраживања по овој тематици у том правцу.

Ради испитивања утицаја оријентације атријума на енергетске перформансе зграда, основни модел М2 ротиран је ка све четири стране света. Ротирањем модела М2 показало се да овај модел са претежно јужном и источном оријентацијом атријума бележи око 5% мање потребе за грејањем у односу на остале моделе, док са северном и западном оријентацијом атријума има око 5% мање потребе за хлађењем у односу на јужно и источно оријентисане моделе (табеле 116 и 117, дијаграм 25). У коначном билансу, избор оријентације хотела пожељно је ускладити са условима на локацији и избору примењених енергената за грејање и хлађење, тј. у ком сегменту се планира уштеда у потрошњи енергије (за грејање или хлађење).



**Дијаграм 25.** Годишња потребна финална енергија за грејање и хлађење објеката по јединици запремине [kWh/(m³a)]

Под претпоставком да затворени атријум као пасивни пријемник сунчеве енергије доприноси смањењу потреба за грејањем у зимском периоду, формиране су додатне две алтернативе Б1 и Б2 основног модела М2 (јужне оријентације) и упоређене су њихове енергетске карактеристике. Алтернатива Б1 подразумева модел М2 са застакљеним атријумом који се не климатизује, а алтернатива Б2 подразумева модел М2 са потпуно отвореним атријумом. Резултати симулације показују да је ефикасније климатизовати читав хотел укључујући и атријум, него само околне зоне. У просеку је потребно 18% мање енергије за климатизацију основног модела у односу на алтернативу Б1, односно 6% мање у односу на алтернативу Б2 (табеле 116 и 117, дијаграм 25).

Резултати енергетских симулација показали су да је од свих разматраних модела и алтернатива хотела са атријумом, за климатске услове Београда најоптималнији модел М1, а одмах иза њега и алтернатива А2 модела М2, док се остале варијанте могу даље разрађивати у циљу смањења потребне енергије за климатизацију.

Хотели атријумског типа не могу се поредити са хотелима блок типа када је потребна енергија за климатизацију у питању због односа површине и запремине објекта, као и удела транспарентних делова у његовом омотачу, јер велики простор атријума који се простире кроз све етажне углавном захтева више енергије

за климатизацију од остатка зграде. Међутим, део објекта који окружује затворени атријум је у поређењу са објектима без атријума ефикаснији по критеријумима потребне енергије за грејање и хлађење. Повећање енергетске ефикасности хотела атријумског типа може се остварити архитектонским мерама које укључују позиционирање објекта на парцели, одређивање најповољније оријентације објекта и атријума, побољшање топлотних карактеристика омотача зграде и атријума, првенствено у делу застакљења и пројектовање сенила и застора за заштиту од сунца. Повећање природне вентилације и управљање системом за климатизацију, уз употребу обновљивих извора енергије, додатне су мере које могу утицати на уштеду енергије за климатизацију у згради.

Проблем велике потребне енергије за климатизовање атријума може се превазићи пројектовањем високоефикасног транспарентног омотача атријума који би имао топлотне карактеристике сличне фасадном зиду ради спречавања губитака топлоте зими. Што се проблема прегревања атријума у летњем периоду тиче, најефикаснија мера је постављање сенила за заштиту од сунчевог топлотног зрачења, као и повећана природна вентилација у атријуму током лета. Било би добро да су сенила покретног типа и да се могу скупити током хладнијег периода године, али пошто таква захтевају веће инвестиције за одржавање, може се размотрити примена система за активно прикупљање сунчеве енергије на фиксним сенилима атријума током целе године.

Модели хотела са затвореним атријумом могу се даље анализирати у циљу смањења потреба за климатизацијом на начин који је приказан у овом истраживању, уз варијацију свих предложених и других мера док се не дође до најповољнијег решења.

У сваком случају, присуство затвореног климатизованог атријума у објекту, иако по критеријуму потребне енергије за климатизацију не сврстава такве хотеле испред оних који немају атријум, не значи да такви објекти немају предности по многим другим критеријумима. Велики затворени атријуми првенствено се срећу код хотела високе категорије који припадају великим светским хотелским компанијама. Њихов циљ је пре свега профит, те се да претпоставити да се он може постићи, осим маркетингом и квалитетом хотелске услуге, такође и



промоцијом архитектонских вредности хотелског објекта у коме атријум има незаобилазну улогу. Квалитет боравка у климатизованом простору атријума уз осећај велелепности и пространости, као и богатство могућности обликовања атријумског простора и ексклузивитет који сам атријум објекту пружа, елементи су маркетиншке промоције хотела који остварују много већу добит од разлике трошкова за енергију у поређењу са стандардним типом објекта без атријума. Као део јавног спољашњег простора, заштићен од климатских утицаја и унапређен разним садржајима, атријум представља симбол моћи одређене компаније којим се она позиционира у врху хотелијерства.

## ЗАКЉУЧАК

Тенденција одрживог развоја у туризму подстиче развој концепата хотелских објеката који на најбољи начин могу да одговоре захтевима за одрживим пословањем. Велике хотелске компаније, које одрживост истичу као императив у свом пословању, управљају ексклузивним хотелима високе категорије код којих су смештајне јединице у великом броју случајева организоване око неке врсте затвореног централног простора.

Овај рад представља истраживање хотела, првенствено хотела атријумског типа, са аспекта утицаја форме, позиције и оријентације затвореног атријума као стакленика на енергетске перформансе објекта за београдске климатске услове и показује како различити концепти пројектовања атријума утичу на енергетску ефикасност у зградама.

Главни циљ овог истраживања био је да се испита утицај атријума на енергетске карактеристике зграде, тачније на енергију потребну за грејање и хлађење простора, као и да се дају препоруке за формирање оптималног хотелског објекта са атријумом између предложених алтернатива.

Циљеви и задатаци овог истраживања били су прикупљање информација о утицајима хотелских објеката на потрошњу енергије и животну средину, анализа параметара за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката, формирање хипотетичких модела хотелских објеката атријумског типа и њихова енергетска симулација, испитивање утицаја атријума на енергетска својства хотелских објеката, као и систематизација резултата и формирање закључака за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа.

У раду су приказани узроци за истраживање предложене теме, као што су климатске промене, значај утицаја туризма на животну средину и имплементација принципа одрживости у туризму и туристичким објектима. Приказан је утицај хотела на животну средину и потрошњу енергије, као и концепти за остварење енергетске ефикасности у хотелским објектима, системи за сертификацију

енергетски ефикасних објеката и корпоративна одговорност великих хотелских ланаца према животној средини. Дат је преглед стања у хотелском сектору Београда, потенцијал за његов развој и типологија градских хотелских објеката. Уведен је појам хотела атријумског типа и дат пример једног таквог објекта. Ради остварења постављених циљева, а на основу анализе позиције атријума у хотелским објектима, формирана је типологија хотела са атријумом који би били примењиви у београдским условима. Сагледавајући препоруке за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката, креирани су хипотетички модели хотела на којима су испитане могућности за формирање затвореног атријума у смислу његовог утицаја на потребе за климатизацијом у целој згради.

Истраживање енергетских перформанси објеката спроведено је коришћењем нумеричких компјутерских симулација хипотетичких модела атријумских хотелских објекта са неколико пројектантских алтернатива, уз помоћ *EnergyPlus* симулационе платформе. За анализу је формирано пет основних модела – четири модела хотела са застакљеним атријумом различите диспозиције и један модел хотела блок типа без атријума. Ради формирања оптималног модела хотелског објекта са атријумом за београдске климатске услове, испитане су енергетске перформансе четири алтернативе једног од модела са атријумом. Прве две алтернативе су подразумевале повећање природне вентилације у атријуму и постављање сенила на омотач атријума, са циљем смањења прегревања атријумског простора у летњим месецима. Друге две алтернативе формиране су ради испитивања утицаја атријума као стакленика који се не климатизује на енергетске потребе остатка објекта, као и енергетске карактеристике објекта који има отворен атријум. Такође је испитан и утицај оријентације атријума на енергетске потребе за климатизацију у објекту.

Резултати симулација енергетских карактеристика међусобно су поређени по појединачним критеријумима потребне енергије за грејање и хлађење зграде, као и по више критеријума истовремено уз укључивање критеријума који се тичу површине и запремине зграде и њеног омотача. Метода вишекритеријумског одлучивања, *PROMETHEE*, коришћена је у почетној фази за рангирање модела на основу поткритеријума у оквиру сваког од 17 критеријума, док је у следећој фази

коришћен *Borda* модел групног одлучивања за финално рангирање модела по свим критеријумима.

Испуњење циљева и задатака овог истраживања заокружено је предлозима за унапређење енергетских карактеристика модела и препорукама за пројектовање енергетски ефикасних хотелских објеката атријумског типа у београдским климатским условима.

Резултати истраживања показују да зграде са затвореним атријумом генерално троше више енергије за темперирање простора од зграда блок типа без атријума, али не и од истих таквих објеката са отвореним или неклиматизованим атријумом. Присуство застакљеног атријума изузетно повољно утиче на преостали део зграде у енергетском, а и просторно-амбијенталном смислу. Самом атријуму потребно је много више енергије од остатка објекта због великог волумена и застакљених кровова и фасада. Међутим, показало се да остатак објекта, који окружује атријум, захтева мање енергије за темперирање, чак и од објеката блок типа без атријума. То се објашњава тиме што атријум служи као велики пасивни пријемник сунчеве топлоте, тампон зона између објекта и спољашњег простора. Велике застакљене површине атријума стварају ефекат стаклене баште у њему у периодима кад има доста сунчевог зрачења, што је нажалост мање зими, а више лети. Зими стакленик добро изолује објекат од спољашње средине, али лети долази до прегревања па је потребно реаговати мерама за сузбијање продора сунчевих зрака у атријум. То се једноставно може постићи постављањем сенила на стакленој фасади и крову, а може се повећати и природна вентилација и струјање ваздуха кроз атријум у летњем периоду ако је одговарајућа температура спољашњег ваздуха. Такође, могу се предвидети већ познате мере као што је природно предгревање, односно претходно хлађење ваздуха пре уласка у топлотну зону објекта, тамо где то услови локације и пројектантски услови предвиђају. Најбољи резултати у погледу енергетске ефикасности би се могли постићи ако би се атријум темперирао из обновљивих извора енергије као што су сунчева или геотермална енергија.

Обе хипотезе постављене на почетку рада, доказане су током истраживачког и аналитичког процеса у раду.

**Хипотеза 1:** *Могуће је успоставити методолошки поступак у пројектантској фази који омогућава креирање оптималних решења хотелских објеката за београдске климатске услове у погледу остварења ниских енергетских потреба за грејањем и хлађењем, чиме се смањује и емисија угљен-диоксида – главног узрочника загађења животне средине.*

Прва хипотеза доказана је приказом методолошке поставке процеса формирања енергетски ефикасног хотелског објекта, која се састоји из постављања циљева, анализе проблема, креирања модела хотелског објекта, унапређења његових енергетских перформанси, као и одабира најповољније алтернативе пројекта. Оптимално решење хотелског објекта са атријумом за климатске услове Београда, добија се одабиром најповољнијег модела или алтернативе тек након примене наведеног методолошког поступка за оптимизацију енергетских перформанси хотелских објеката.

**Хипотеза 2:** *Енергетска ефикасност хотела атријумског типа зависи од модела атријума, као и његове оријентације, начина обраде омотача и контроле система природне вентилације.*

У раду је доказано да различити модели хотелских објеката са атријумом који је позициониран и оријентисан на различите начине, имају различите енергетске перформансе које првенствено зависе од облика, оријентације и материјализације атријума као великог стакленика за пасивни пријем топлоте од сунчевог зрачења. Такође је доказано да се одређеним мерама за побољшање енергетских карактеристика објеката може деловати на зону атријума која, као највећа појединачна зона у објекту утиче на енергетске карактеристике читавог објекта.

Посебно треба нагласити као допринос овог истраживања приказ колико се одређеним пројектантским методама може допринети уштеди енергије код хотелских објеката атријумског типа. Допринос се, такође, огледа у формирању типологије градских хотела атријумског типа, као и формирању референтних модела атријумских хотелских објеката и њихових оптимизованих алтернатива за климатске услове Београда. Допринос овог истраживања је што показује на који начин и којим мерама је могуће остварити енергетску ефикасност хотела

атријумског типа, што се показује кроз анализе енергетских перформанси различитих пројектантских алтернатива и оријентација објеката.

Иако је хотелима с великим атријумом потребно више енергије за грејање простора у поређењу с хотелом без атријума, допринос атријума у естетском и функционалном смислу је непроцењив. Закључак овог истраживања је и тај да се одабир најповољнијег архитектонског решења за даљу разраду не може донети на основу само једног критеријума. Хотели са атријумом имају своје предности у смислу просторног комфора, тако да тај аспект не би требало занемарити, већ би га требало валоризвати. Атријум се појављује као симбол моћи, статуса, богатства простора, изведбе конструкције атријума и обраде површина, а на крају и богатства у смислу његовог кондиционирања. Стога се закључује да велики атријуми једино могу наћи оправдање код хотела високе категорије који припадају великим хотелским ланцима, јер су за њих престиж, луксуз, квалитет простора и услуга на првом месту. Београду је потребан такав хотел да употпуни постојећи хотелски фонд великим хотелом високе категорије какви се срећу од Будимпеште надаље широм Европе и света.

Значај добијених резултата са теоријског и практичног аспекта огледа се у доприносу овог истраживања архитектонској пракси јер показује конкретне резултате енергетских симулација различитих модела и алтернатива хотелских објеката са атријумом. Поред тога, показује да технике организационих наука могу лако да се примене у архитектонској и грађевинској теорији и пракси. Иако се методе вишекритеријумског одлучивања не примењују често у архитектури, требало би да то постане пракса, јер савремени проблеми захтевају сагледавање више критеријума у процесу доношења одлуке. Ово истраживање пружа конкретне информације за дизајнирање енергетски ефикасних хотелских зграда са атријумом у београдским климатским условима, али осликава и методолошки приступ комбиновања различитих научних области, како би се постигло што боље архитектонско решење у циљу побољшања квалитета простора који нас окружује.

Ово истраживање могло би да послужи као подлога за препоруку измене регулативе из области енергетске ефикасности, пре свега критеријума за оцењивање енергетских карактеристика објеката и сврставање објеката у

енергетске разреде на основу потребне енергије за грејање по јединици површине грејаног простора. Из овог истраживања се закључује да би потребна енергија за климатизовање објеката који имају просторе великих висина, а на крају и свих осталих објеката, требало да се рачуна по јединици запремине грејаног простора да би резултати потребне енергије за објекте различитих волуметрија били упоредиви.

Савремени архитектонски концепти хотела са застакљеним атријумом који су присутни широм света у свим климатским зонама, нису заступљени у Србији. Разлози за то су многи, а пре свега се огледају у недостатку изградње великих хотела уопште. Иако је у последње време забележен пораст у броју отворених хотела, углавном се ради о реконструкцијама постојећих објеката. Остаје нада да ће и хотели атријумског типа наћи своју примену у архитектури хотела у Београду и Србији.

Правци даљег истраживања у овој тематици су разноврсни. У оквиру сваког од посматраних модела могуће је креирати различита варијантна решења (хотел са отвореним атријумом, хотел са атријумом који има повећану природну вентилацију у летњем периоду или сенила на стакленој фасади атријума...) и међусобно поредити њихова енергетска својства. Енергетске карактеристике могу се испитати и за хотеле са другачијом структуром омотача зграде, евентуално са омотачима побољшаних енергетских перформанси. Било би добро извршити анализу укупне годишње испоручене енергије, односно укупне енергије доведене техничким системима зграде током једне године за покривање енергетских потреба за грејањем, хлађењем, вентилацијом, потрошном топлом водом, расветом и помоћним системима. Модели хотелских објеката могу се анализирати и у другим подручјима чији се климатски услови разликују од оних овде посматраних за подручје Београда. Такође, енергетска својства објеката могу се добити уз помоћ различитих софтверских решења, што може послужити као подлога за упоредну анализу добијених резултата. Избор најприхватљивије алтернативе могуће је извршити користећи предложену *PROMETHEE* методу или неку другу методу вишекритеријумског одлучивања од којих је за ову врсту проблема најпогоднија метода аналитичких хијерархијских процеса (*Analytical Hierarchy Process - AHP*). Метода вишекритеријумског одлучивања *PROMETHEE*

је призната у многим наукама, али је њена примена у избору архитектонских предлога новина у грађевинској пракси. Избор критеријума је важно питање у таквом процесу селекције и ово истраживање може обезбедити препоруке другим истраживачима да формирају сет критеријума за одабир најоптималнијег модела према својим преференцијама. Предмет ове дисертације представља интересантну подлогу или полазиште за даља истраживања на ову и њој сродне теме.



## ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА

### Референтна литература

(Попис цитиране и позивне литературе у дисертацији, библиографске јединице наведене по алфавитном реду)

- Accor Hospitality. (nd). *Sustainable Development: International Guidelines - Construction & Refurbishment*. Paris: Accor Hospitality.
- Alvarez Gil, M., Burgos Jiménez, J., Céspedes Lorente, J. (2001). An analysis of Environmental Management, organizational context and performance of Spanish hotels. *The International Journal of Management Science*, 29, 457-471.
- Balali, V., Zahraie, B., Roozbahani, A. (2014). A Comparison of AHP and PROMETHEE Family Decision Making Methods for Selection of Building Structural System. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2 (5), 149-159.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200 (1), 198–215.
- Bohdanowicz, P., Churie-Kallhauge, A., Martinac, I. (2001). Energy efficiency and conservation in hotels – towards sustainable tourism. U *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Asia Pacific Architecture*. Hawaii: University of Hawai'i at Manoa.
- Brans, J. P., Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision making). *Management Sciences*, 31, 647-656.
- Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit. (2007). *Architecture in Tourism. Analysis of the interaction between architecture and tourism*. Wien: Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit.
- Chartered Institution of Building Services Engineers. (2001). *CIBSE Guide B: Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration*. London: Chartered Institution of Building Services Engineers.
- Чупић, М., Сукновић, М. (2008). Одлучивање. Београд: Факултет организационих наука.

- Deru M., Field, K., Studer, D., Benne, K., Griffith, B., Torcellini, P., ..., Crawley, D. (2011). *U.S. Department of Energy Commercial Reference Building Models of the National Building Stock: Technical Report*. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings – EPBD. (2010). *Official Journal of the European Union*, 153, 13-35.
- Environmental sustainability. (2014). <http://www.ihgplc.com/index.asp?pageid=996>
- European Commission. (2011). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Brussels: European Commission.
- European Environment Agency. (2012a). *Building the future we want*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Генерални урбанистички план Београда до 2021. године. (2003). Београд: Урбанистички завод.
- Hotel Energy Solutions. (2011). *Analysis on energy use by European hotels: online survey and desk research*. Hotel Energy Solutions project publications.
- Huang, J., Akbari, H., Rainer, L., Ritschard, R. (1991). *481 Prototypical Commercial Buildings for 20 Urban Market Areas*. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Институт за стандардизацију Србије. (2010). *Стандард SRPS EN ISO 13790:2010 Енергетске перформансе зграда – Прорачун енергије која се користи за грејање и хлађење простора*. (2010). Београд: Институт за стандардизацију Србије.
- International Congress and Convention Association. (2012). *Country and city rankings Report 2011*. Amsterdam: International Congress and Convention Association.
- Jiang, W., Jarnagin, R., Gowri, K., McBride, M., Liu, B. (2008). *Technical Support Document: The Development of the Advanced Energy Design Guide for Highway Lodging Buildings*. Richland: Pacific Northwest National Laboratory.
- Maksin, M., Pucar, M., Milijić, S., Korać, M. (2011). *Održivi razvoj turizma u Evropskoj uniji i Srbiji*. Београд: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Milosavljević, M. (1990). *Meteorologija*. Београд: Научна knjiga.
- Национална стратегија одрживог развоја. (2008). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 57/2008.
- Правилник о енергетској ефикасности зграда. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1994). *Биоклиматско планирање и пројектовање: урбанистички параметри*. Београд: Завет.

- Pucar, M. (2013). Energetski aspekti razvoja naselja i klimatske promene – stanje, mogućnosti, strategije i zakonska regulativa u Srbiji. U Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić, I. (Ur.). *Klimatske promene i građena sredina – politika i praksa u Škotskoj i Srbiji* (57-108). Monografija br 70. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić, I. (Ur.). (2013). *Klimatske promene i građena sredina – politika i praksa u Škotskoj i Srbiji*. Monografija br 70. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Радовић, Г. (2007). *Туристичко-угоститељски објекти: принципи пројектовања хотела и ресторана*. Подгорица: Архитектонски факултет.
- Републички хидрометеоролошки завод Србије. [www.hidmet.gov.rs](http://www.hidmet.gov.rs)
- Републички завод за статистику. (2012). *Саопштење VT10: Туристички промет у Републици Србији - октобар 2012*, број 321 - год. LXII, 30.11.2012. Београд: Републички завод за статистику.
- Стратегија развоја туризма града Београда*. (2008). Београд: Институт економских наука.
- Туристичка организација Србије. (2014). <http://www.srbija.travel/destinacije/gradovi-i-opstine/beograd/>
- UNEP. (2012). *Moving towards a climate neutral UN: The UN system's footprint and efforts to reduce it*. Nairobi: UNEP.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2014). *The World Population Situation in 2014, A Concise Report*. New York: United Nations.
- United Nations Human Settlements Programme - UN Habitat. (2006). *State of the World's Cities Report (2006/2007), 30 Years of Shaping the Habitat Agenda*. United Nations Human Settlements Programme - UN Habitat.
- Вујошевић, М. (2014а). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 1: Симбол моћи. *Архитектура, 185*, 18 -19.
- Вујошевић, М. (2014б). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 2: Гранд хотел Камеха. *Архитектура, 186*, 18-19.
- Vujosevic, M. L., Popovic M. J. (2015). The comparison of the energy performance of hotel buildings using PROMETHEE decision-making method. *Thermal Science*, DOI:10.2298/TSCI150409098V
- World Travel & Tourism Council. (2012). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, Serbia*. London: World Travel & Tourism Council.
- Закон о планирању и изградњи*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 24/2011.

## Коришћена литература

(Попис литературе која је коришћена током рада на дисертацији, библиографске јединице наведене по абecedном реду)

- Accor Hospitality. (nd). *Sustainable Development: International Guidelines - Construction & Refurbishment*. Paris: Accor Hospitality.
- Aldawoud, A., Clark, R. (2008). Comparative analysis of energy performance between courtyard and atrium in buildings. *Energy and Buildings*, 40 (3), 209–214.
- Aldawoud, A. (2013). The influence of the atrium geometry on the building energy performance. *Energy and Buildings*, 57 (2), 1-5.
- Alvarez Gil, M., Burgos Jiménez, J., Céspedes Lorente, J. (2001). An analysis of Environmental Management, organizational context and performance of Spanish hotels. *The International Journal of Management Science*, 29, 457-471.
- ASHRAE. (1999). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. ANSI/ASHRAE Standard 62-1999. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2004a). *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2004b). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2009). *2009 ASHRAE Handbook of Fundamentals*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2010). *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2011). *2011 ASHRAE HVAC Applications Handbook*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Бао Зхи Фанг. (1982). *Функционални захтеви туристичким објектима и унутрашња функционална анализа хотелског објекта са аспекта просторног коришћења*. Магистарски рад. Београд: Архитектонски факултет.
- Бао Зхи Фанг. (1983). *Изградња туристичких објеката у Југославији*. Београд: Архитектонски факултет.

- Balali, V., Zahraie, B., Roozbahani, A. (2014). A Comparison of AHP and PROMETHEE Family Decision Making Methods for Selection of Building Structural System. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2 (5), 149-159.
- Baud-Bovy, M., Lawson, F. R. (2002). *Tourism and recreation: handbook of planning and design*. Oxford: Architectural Press.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200 (1), 198–215.
- Bohdanowicz, P. (2003). *A study of environmental impacts, environmental awareness and pro/ecological initiatives in the hotel industry*. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Bohdanowicz, P. (2005). European Hoteliers: environmental attitudes, greening the business, *Cornell Hospitality Quarterly*, 46 (2), 188-204.
- Bohdanowicz, P. (2006). Responsible resource management in hotels – attitudes, indicators, tools and strategies. Doktorska disertacija. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Bohdanowicz, P., Churie-Kallhauge, A., Martinac, I. (2001). Energy efficiency and conservation in hotels – towards sustainable tourism. U *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Asia Pacific Architecture*. Hawaii: University of Hawai'i at Manoa.
- Brans, P. (1982). *L'ingénierie de la décision: élaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE*. Québec: Presses de l'Université Laval.
- Brans, J. P., Mareschal, B. (2005). PROMETHEE methods. U Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (ur.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (163-196). New York: Springer. DOI: 10.1007/0-387-23081-5\_5
- Brans, J. P., Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision making). *Management Sciences*, 31, 647-656.
- Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit. (2007). *Architecture in Tourism. Analysis of the interaction between architecture and tourism*. Wien: Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit.
- Chartered Institution of Building Services Engineers. (2001). *CIBSE Guide B: Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration*. London: Chartered Institution of Building Services Engineers.
- Council of the European Union. (2008). *Energy and climate package - elements of the final compromise agreed by the European Council*. Brussels: Council of the European Union.
- Crawley, D., Hand, J., Kummert, M., Griffith, B. (2005). *Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs*. Washington: US Department of Energy, University of Strathclyde, University of Wisconsin, National Renewable Energy Laboratory.

- Чупић, М., Сукновић, М. (2008). Одлучивање. Београд: Факултет организационих наука.
- Дабић, Д. (2009). Туристичко рангирање бања у Србији. У Пуцар, М., Спасић, Н. (ур.), *Неки аспекти одрживог просторног развоја Србије (55-75)*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Deng, S., Burnett, J. (2000). A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong. *Energy and Buildings*, 31 (1), 7-12.
- Deru M., Field, K., Studer, D., Benne, K., Griffith, B., Torcellini, P., ..., Crawley, D. (2011). *U.S. Department of Energy Commercial Reference Building Models of the National Building Stock: Technical Report*. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings - EPBD. (2010). *Official Journal of the European Union*, 153, 13-35.
- Emir, O., Saraçlı, S. (2014). Determination of the thermal hotel location: application of analytic hierarchy process. *Tourism and Hospitality Management*, 20 (1), 71-83.
- Енергопројект Ентел. (2008). *Стратегија развоја енергетике града Београда*. Београд: Градска управа, Секретаријат за комуналне и стамбене послове, Управа за енергетику.
- Environmental sustainability. (2014). <http://www.ihgplc.com/index.asp?pageid=996>
- European Commission. (2011). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Brussels: European Commission.
- European Environment Agency. (2012a). *Building the future we want*. Copenhagen: European Environment Agency.
- European Environment Agency. (2012b). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012*. Copenhagen: European Environment Agency.
- European Environment Agency. (2012c). *Environmental indicator report 2012*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Фремpton, К. (2004). *Модерна архитектура, критичка историја*. Београд: Орион арт.
- García-Lapresta, J.L., Martínez-Panero, M., Meneses, L.C. (2009). Defining the Borda Count in a Linguistic Decision Making Context. *Information Sciences*, 179, 2309-2316.
- Гбурчик П., (ур.) (2004). Студија енергетског потенцијала Србије за коришћење сунчевог зрачења и енергије ветра. Београд: Институт за мултидисциплинарна истраживања.
- Генерални урбанистички план Београда до 2021. године. (2003). Београд: Урбанистички завод.
- Getting Started with EnergyPlus: Basic Concepts Manual - Essential Information You Need about Running EnergyPlus*. (2013). The Board of Trustees of the University of Illinois and the Regents

- of the University of California through the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Golic, K., Kosoric, V., Krstic-Furundzic, A. (2011). General model of solar water heating system integration in residential building refurbishment - Potential energy savings and environmental impact. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 15 (3), 1533-1544.
- Hotel Energy Solutions. (2011a). *Analysis on energy use by European hotels: online survey and desk research*. Hotel Energy Solutions project publications.
- Hotel Energy Solutions. (2011b). *Energy efficiency and renewable energy applications in the hotel sector*. Hotel Energy Solutions project publications.
- Huang, J., Akbari, H., Rainer, L., Ritschard, R. (1991). *481 Prototypical Commercial Buildings for 20 Urban Market Areas*. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory.
- International Congress and Convention Association. (2012). *Country and city rankings Report 2011*. Amsterdam: International Congress and Convention Association.
- International Energy Agency. (2012). *CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion: Highlights*. Paris: The International Energy Agency.
- International Union of Architects. (2009). *Copenhagen declaration: Sustainable by design*. Paris: International Union of Architects.
- IPCC (1990). *First assessment report*. Cambridge: University Press.
- Jiang, W., Jarnagin, R., Gowri, K., McBride, M., Liu, B. (2008). *Technical Support Document: The Development of the Advanced Energy Design Guide for Highway Lodging Buildings*. Richland: Pacific Northwest National Laboratory.
- Karagiorgas, M., Tsoutsos, T., Moia-Pol, A. (2007). A simulation of the energy consumption monitoring in Mediterranean hotels: Application in Greece. *Energy and Buildings*, 39 (4), 416-426.
- Косорић, В. (2010). *Примена топлотних пријемника сунчеве енергије у циљу унапређења енергетских перформанси зграда у Београду*. Докторска дисертација. Београд: Архитектонски факултет.
- Крчевинац, С., Чангаловић, М., Ковачевић-Вујчић, В., Мартић, М., Вујошевић, М. (2004). *Операциона истраживања*. Београд: Факултет организационих наука.
- Крстић, А. (1998). Застакљења као функционални елементи омотача енергетски ефикасних зграда. У *Зборник међународне конференције Алтернативни извори енергије и будућност њихове примене у Југославији* (109-114). Подгорица: Црногорска Академија наука и умјетности.
- Крстић, А. (1999). Еколошки приступ у изградњи нових и обнови постојећих стамбених градских зона. У Бајић-Брковић, М. (ур.), *Одрживост и град* (31-39). Београд: Архитектонски факултет.

- Krstić, A. (1997). Design and energy performances of greenhouses located in attics. U *Proceedings 4th International PLEA '97: Bioclimatic Design in Cold Climates* (57-62). Kushiro: Architectural Institute of Japan.
- Krstić-Furundžić, A., Vujošević, M., Brajković, J. (2011). Analysis of current state of regional legislation in comparison with European Energy Performance of Buildings Directive. U *Industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama Jugoistočne Evrope*. Beograd: Društvo termičara Srbije.
- Krstić-Furundžić, A. (2012). Energy efficiency. U Di Giulio, R. (ur.), *Suburbanscapes, COST Action TU0701* (31-36). Florence, Italy: Universita di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Alinea Editrice.
- Krstić-Furundžić, A., Djukic, A. (2009). Serbia. U Jones, P., Pinho, P., Patterson, J., Tweed, C. (ur.), *European Carbon Atlas, Low Carbon Urban Built Environment* (156-170). Cardiff: The Welsh School of Architecture, Cardiff University.
- Krstić-Furundžić, A., Kosić, T. (2011). Analysis of energy efficiency of the office building in downtown of Belgrade. U Yigitcanlar, T., Fachinelli, A. C. (ur.), *Proceedings of the 4th Knowledge Cities World Summit-KCWS 2011* (209-220). Bento Goncalves: The World Capital Institute and Ibero-American Community for Knowledge Cities.
- Krstić-Furundžić, A., Kosić, T. (2012). Assessment of the scenarios of an office building in terms of energy and environmental sustainability. U Olabi A. G., Benyounis, K.Y. (ur.), *Environment & Clean Technologies, Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Energy&Environmental Protection-SEEP 2012, Part II* (79-84). Dublin: Dublin City University, School of Mechanical & Manufacturing Engineering.
- Krstić-Furundžić A., Kosorić V. (2009). Improvement of energy performances of existing buildings by application of solar thermal systems. *Spatium International Review*, 20, 19-22.
- Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., Verbeke, A. (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 153 (2), 307-317.
- Maksin M., Milijić S. (2010), Strategic Planning for Sustainable Spatial, Landscape and Tourism Development in Serbia. *Spatium International Review*, 23, 30-37.
- Maksin M., Pucar, M., Korać, M., Milijić S. (2009). Menadžment prirodnih i kulturnih resursa u turizmu. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- Maksin, M., Pucar, M., Milijić, S., Korać, M. (2011). *Održivi razvoj turizma u Evropskoj uniji i Srbiji*. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Maksin-Mičić, M. (2007). *Turizam i prostor*. Beograd: Fakultet za turistički i hotelijerski menadžment Univerziteta Singidunum.



- Maksin-Mičić, M. (2008). Globalni trendovi u turizmu i zaštiti prirodnog i kulturnog nasleđa. U: *Očuvanje kulturnog i prirodnog nasleđa u uslovima globalnih promena (189-210)*. Banja Luka: ECDP UN.
- Milosavljević, M. (1990). *Meteorologija*. Beograd: Naučna knjiga.
- Ministere de l'ecologie, de l'energie, du developpement durable et de la mer. (2009). *Le Grenelle Environnement: Ecology, Energy, Sustainable Development & the Sea*. Paris: Ministere de l'ecologie, de l'energie, du developpement durable et de la mer.
- Ministry of Environment and Spatial Planning. (2010). *Initial national communication of the Republic of Serbia under the United Nations framework convention on climate change*. Belgrade: The Ministry of Environment and Spatial Planning.
- MKG Hospitality database. (2011). <http://mkg-group.com/en/mkg-studies-reports/>
- Национална стратегија одрживог развоја. (2008). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 57/2008.
- Национални програм заштите животне средине и Стратегија биолошке разноврсности. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 13/2011.
- Настић, Д. (1979). *Објекти стандарда II: Туристички објекти*. Београд: Архитектонски факултет.
- New Scientist. (2008). Special report: How our economy is killing the Earth. *New Scientist* 2678.
- Norton, J. (1999). Sustainable architecture: a definition. *Habitat debate - construction and architecture*, 5 (2), 60.
- Petrović, S., Pucar, M. (2011). Energy Certification Experience and Requirements in Republika Srpska. U *The Proceedings of the 42nd Congress on HVAC&R (230-239)*. Beograd: SMEITS I KGH Srbije.
- Pike Research. (2011). *Energy Efficient Buildings: Europe*. Boulder: PIKE Research LLC.
- Правилник о енергетској ефикасности зграда. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 61/2011.
- Пуцар, М. (1999). *Параметри планирања и пројектовања застакљеног простора као елемента биоклиматске архитектуре*. Докторска дисертација. Београд: Архитектонски факултет.
- Пуцар, М. (2006). *Биоклиматска архитектура: застакљени простори и пасивни соларни системи*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Pucar, M. (2007). Principles of Ecological and Energy Efficient Urban Planning and Application of Renewable Energy Sources – Present Conditions and Possibilities. U *International Scientific*

- Conference: „Sustainable Spatial Development of Towns and Cities”, Thematic Conference Proceedings - Volume 1 (247-278). Belgrade: Institute of architecture and urban & spatial planning of Serbia.*
- Pucar, M. (2008). Contemporary Concept in Planning, Designing and Construction of Bioclimatic and Energy-Efficient Buildings. U *Savremena građevinska praksa* (201-227). Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka i Društvo građevinskih inženjera Novog Sada.
- Pucar, M. (2013). Energetski aspekti razvoja naselja i klimatske promene – stanje, mogućnosti, strategije i zakonska regulativa u Srbiji. U Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić, I. (Ur.). *Klimatske promene i građena sredina – politika i praksa u Škotskoj i Srbiji* (57-108). Monografija br 70. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Pucar, M., Dimitrijević, B., Marić, I. (Ur.). (2013). *Klimatske promene i građena sredina – politika i praksa u Škotskoj i Srbiji*. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.
- Пуцар, М., Јосимовић, Б. (ур.). (2009). *Одрживи развој бањских и туристичких насеља у Србији*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Pucar, M., Marić, I. (1998). The bioclimatic hotel in the spa of Kanjiža. *Spatium International Review*, 4, 41-45.
- Pucar, M., Marić, I. (1999). The Use of Bioclimatic Principles and Geothermal Energy Sources in Designing the Hotel „Ana”. U *The 16th International Conference on Passive and Low Energy Architecture* (893-898). Brizbejn: PLEA.
- Пуцар, М., Марић, И. (2002). Коришћење биоклиматских принципа и геотермалних извора енергије у пројекту хотела "Ана" у бањи Кањижи. У *II научни скуп: Алтернативни извори енергије и будућност њихове примјене у земљи* (53-60), 7 (58).
- Pucar, M., Milijić, S. (2011). Climate change and sustainable tourism development – some of the impacts of climate change on the planning of mountain tourist centers. U *Conference proceeding of 1st International conference of urban areas – URBANECO* (398-407). Zrenjanin: University of Novi Sad, Faculty of technical sciences "Mihailo Pupin", Politehnica University Timisoara.
- Pucar, M., Nenković, M., Marić, I. (2008). Могућност коришћења обновљивих извора енергије у банјским подручјима Србије. U *Savremene tehnologije za održivi razvoj gradova* (31-41). Banja Luka.
- Pucar, M., Nenković-Riznić, M. (2007). Legislative and policy in energy efficient designing and renewable energy sources: Application in Serbia. *Spatium International Review*, 15-16, 66-71.
- Пуцар, М., Ненковић-Ризнић, М., Јосимовић, Б. (2009). Могућности примене ОИЕ и ЕЕ у туристичким насељима Србије. У Пуцар, М., Јосимовић, Б. (ур.), *Одрживи развој бањских и туристичких насеља у Србији* (203-236). Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.

- Pucar, M., Nenković-Riznić, M., Josimović, B. (2009). Environmental protection in the function of regional development in Serbia. U *Regional development, spatial planning and strategic governance, Thematic conference proceedings* (287-319). Belgrade: Institute of architecture and urban & spatial planning of Serbia.
- Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1994). Биоклиматско планирање и пројектовање: урбанистички параметри. Београд: Завет.
- Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1998). Биоклиматске карактеристике неких историјских насеља у Србији и Црној Гори. *Архитектура и урбанизам*, 4, 17-24.
- Пуцар, М., Спасић, Н. (ур.). (2009). *Неки аспекти одрживог просторног развоја Србије*. Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије.
- Pusnik, M., Susic, B., Urbancic, A., Merse, S. (2012). Role of the national energy system modeling in the process of the policy development. *Thermal Science*, 16 (3), 703-715.
- Радовић, Г. (2007). *Туристичко-угоститељски објекти: принципи пројектовања хотела и ресторана*. Подгорица: Архитектонски факултет.
- Радовић, Р. (1977). *Физичке структуре*. Београд: Архитектонски факултет.
- Ray, S., Gong, N., Glicksman, L., Paradiso, J. (2014). Experimental characterization of full-scale naturally ventilated atrium and validation of CFD simulations. *Energy and Buildings*, 69 (2), 285–291.
- Републички завод за статистику. (2012). *Саопштење УТ10: Туристички промет у Републици Србији - октобар 2012*, број 321 - год. LXII, 30.11.2012. Београд: Републички завод за статистику.
- Републички хидрометеоролошки завод Србије. (2014). [www.hidmet.gov.rs](http://www.hidmet.gov.rs)
- Reckangel, H., Sprenger, E., Schramek, E.R., Čeperković, Z. (2004). *Grejanje i klimatizacija 05/06*. Vrnjačka Banja: Interklima.
- Reilly, B. (2002). Social Choice in the South Seas: Electoral Innovation and the Borda Count in the Pacific Island Countries. *International Political Science Review*, 23 (4), 355–372.
- Rifkin, J. (2011). *The Third industrial revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Rundle, C.A., Lightstone, M.A., Oosthuizen, P., Karava, P., Mouriki, E. (2011). Validation of computational fluid dynamics simulations for atria geometries. *Building and Environment*, 46 (7), 1343-1353.
- Saxena, A. (2008). *New Trends in Tourism and Hotel Industry*. Delhi, India: Navyug Publishers & Distributors.

- Shi-Ming, D., Burnett, J. (2000). A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong, *Energy and Buildings*, 31, 7-12.
- Simpson, M.C., Gössling, S., Scott, D., Hall, C.M., Gladin, E. (2008). *Climate Change Adaptation and Mitigation in the Tourism Sector: Frameworks, Tools and Practices*. UNEP, University of Oxford, UNWTO, WMO: Paris, France.
- Special report: How our economy is killing the Earth. (2008). *New Scientist*, 2678, 40-41.
- Stevović, S., Milovanović, Z., Milajić, A. (2010). New methodological approach in techno-economic and environmental optimization of sustainable energy production. *Thermal Science*, 14 (3), 809-819.
- UNEP. (2012). *Moving towards a climate neutral UN: The UN system's footprint and efforts to reduce it*. Nairobi: UNEP.
- UNEP, WTO. (2005). *Making Tourism More Sustainable - A Guide for Policy Makers*. Paris: United Nations Environment Programme, Madrid: World Tourism Organization.
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on environment and development: Our common future*. New York: United Nations.
- United Nations. (1992a). *Agenda 21*. New York: United Nations.
- United Nations. (1992b). *Rio declaration on environment and development*. New York: United Nations.
- United Nations. (1992c). *United Nations framework convention on climate change*. New York: United Nations.
- United Nations. (1998). *Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change*. New York: United Nations.
- United Nations. (2012). *The future we want*. New York: United Nations.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2014). *The World Population Situation in 2014, A Concise Report*. New York: United Nations.
- United Nations Human Settlements Programme - UN Habitat. (2006). *State of the World's Cities Report (2006/2007), 30 Years of Shaping the Habitat Agenda*. United Nations Human Settlements Programme - UN Habitat.
- Вујошевић, М. (2014а). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 1: Симбол моћи. *Архитектура*, 185, 18-19.
- Вујошевић, М. (2014б). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 2: Гранд хотел Камеха. *Архитектура*, 186, 18-19.
- Вујошевић, М. (2015а). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 3: Пословни комплекс River City. *Архитектура*, 187, 13-15.

- Вујошевић, М. (2015b). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 4: Тршни центри. *Архитектура*, 188, 18-19.
- Vujosevic, M. L., Popovic M. J. (2015). The comparison of the energy performance of hotel buildings using PROMETHEE decision-making method. *Thermal Science*, DOI:10.2298/TSCI150409098V
- Vujošević, M. (2011). Application of information and communication technologies in calculation of energy performances of buildings. U *PhIDAC Proceedings* (377-382). Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- Vujošević, M. (2012). About sustainable architecture – a definition. U *Protection and Restoration of the Environment Proceedings*. Solun, Grčka: Aristotle University of Thessaloniki.
- Vujošević, M, Krstić-Furundžić, A. (2015). Zaštita životne sredine i hotelski objekti. U *Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja*. Beograd: Savez građevinskih inženjera Srbije.
- Wang, L., Wong, N. H. (2009). Coupled simulations for naturally ventilated rooms between building simulation (BS) and computational fluid dynamics (CFD) for better prediction of indoor thermal environment. *Building and Environment*, 44 (1), 95-112.
- Weaver, D. (2006). *Sustainable Tourism*. Oxford: Elsevier.
- World Travel & Tourism Council. (2012a). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, Europe*. London: World Travel & Tourism Council.
- World Travel & Tourism Council. (2012b). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, European Union*. London: World Travel & Tourism Council.
- World Travel & Tourism Council. (2012c). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, Serbia*. London: World Travel & Tourism Council.
- World Travel & Tourism Council. (2012d). *Travel & Tourism, Economic Impact 2012, World*. London: World Travel & Tourism Council.
- WTO, UNEP, WMO, (2008). *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges*. Madrid: WTO, Paris: UNEP.
- Закон о планирању и изградњи*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 24/2011.
- Закон о туризму*. (2011). Београд: Службени гласник Републике Србије, бр. 36/2009, 88/2010 и 99/2011.
- Zanki-Alujević, V., Galaso, I. (2005). Analysis of sustainable HVAC system in tourism facilities on the Adriatic coast. *Thermal Science*, 9 (3), 53-67.

Zisko-Aksamija, A., Whalley, L. (2007). Sustainable architecture: social, cultural and technological aspects in reconstruction of war-torn societies. U *Rebuilding sustainable communities in Iraq: Policies, programs and projects* (161-180). Boston: University of Massachusetts.

## **ПРИЛОГ 1**

**Распоред активности у изабраним моделима хотелских објеката**

Распоред		Дан	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Увек активно		Сви	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Хотел	Ел. опрема у хотелу	РД	0,3	0,25	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,2	0,	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,7	0,9	0,95	0,9	0,7	0,4
		С	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,4
		Н	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,8	0,9	0,7	0,6	0,4
	Осветљење у хотелу	РД	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,6	0,8	0,9	0,8	0,6	0,3
		С	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,3
		Н	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,7	0,8	0,6	0,5	0,3	0,3
	Заузетост у хотелу	РД	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
		С	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
		Н	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
Собе	Ел. опрема у собама	РД	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,62	0,9	0,43	0,43	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,51	0,51	0,49	0,66	0,7	0,35	0,2
		С, Н	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,62	0,9	0,62	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,43	0,51	0,49	0,66	0,7	0,35	0,2
	Осветљење у собама	РД	0,22	0,17	0,11	0,11	0,11	0,22	0,44	0,56	0,44	0,44	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,67	0,89	1	0,89	0,67	0,33
		С, Н	0,26	0,26	0,11	0,11	0,11	0,11	0,41	0,41	0,56	0,56	0,41	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,85	1	1	1	0,85	0,41
	Заузетост у собама	РД	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,5	0,28	0,28	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,2	0,35	0,35	0,35	0,5	0,5	0,58	0,65	0,65	
		С, Н	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,5	0,34	0,34	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,34	0,35	0,65	0,65	0,5	0,5	
Лоби	Заузетост у лобију	РД	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
		С, Н	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
Пословни део	Ел. опрема у пословној зони	РД	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	
		С	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,35	0,35	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
		Н	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Осветљење у пословној зони	РД	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,05
		С	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
		Н	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	Заузетост у пословној зони	РД	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,5	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,7	0,4	0,4	0,1	0,1	0,05	0,05
		С	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	
		Н	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Табела 1-1.** Удео и распоред коришћења опреме и осветљења и распоред активности у референтном хотелском објекту (радни дани – РД, субота – С, недеља - Н). Вредности су приказане за референтни хотелски објекат према подацима из техничког извештаја Националне лабораторије за обновљиву енергију САД (*Commercial Reference Building Models of the National Building Stock*). Извор: Deru et al., 2011



## **ПРИЛОГ 2**

**Критеријуми и поткритеријуми за вишекритеријумску анализу изабраних  
модела**

<b>Критеријум С1:</b>		<b>Површина објекта и топлотних зона у објекту [m<sup>2</sup>]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		max					
Поткритеријум:		f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>5</sub>	f <sub>6</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	7987,36	519,84	2111,04	3739,20	808,64	808,64
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	6904,48	693,12	1915,84	3024,80	635,36	635,36
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	6806,56	550,24	2020,80	2888,00	769,92	577,60
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	6143,84	416,48	1375,04	2523,20	1011,36	817,76
Тежина поткритеријума (пондер)		9	7	7	7	7	7
Разлика између крајњих вредности (n)		1843,52	276,64	736,00	1216,00	376,00	240,16

<b>Критеријум С2:</b>		<b>Запремина објекта и топлотних зона у објекту [m<sup>3</sup>]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		max					
Поткритеријум:		f <sub>7</sub>	f <sub>8</sub>	f <sub>9</sub>	f <sub>10</sub>	f <sub>11</sub>	f <sub>12</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	41731,60	11063,06	8435,79	13984,60	4124,06	4124,06
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	41731,60	16242,21	7695,97	11312,75	3240,34	3240,34
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	41731,60	15901,94	8156,20	10801,10	3926,59	2945,76
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	34293,41	9817,98	5710,35	9436,75	5157,72	4170,58
Тежина поткритеријума (пондер)		9	7	7	7	7	7
Разлика између крајњих вредности (n)		7438,19	6424,23	2725,44	4547,85	1917,38	1224,82

<b>Критеријум С3:</b>		<b>Омотач зграде</b>				
Опис поткритеријума:		Бруто површина омотача [m <sup>2</sup> ]	Површина застакљених делова омотача [m <sup>2</sup> ]	Удео застакљења у омотачу зграде [%]	Површина светларника атријума [m <sup>2</sup> ]	Удео светларника у површини крова [%]
Преференција критеријума:		max				
Поткритеријум:		f <sub>13</sub>	f <sub>14</sub>	f <sub>15</sub>	f <sub>16</sub>	f <sub>17</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	4392,80	1372,75	31,25	331,24	22,94
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	4392,80	1545,05	35,17	505,96	35,04
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	4392,80	1806,09	41,11	499,00	34,56
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	4091,97	1796,41	43,90	362,12	25,08
Тежина поткритеријума (пондер)		9	9	9	9	9
Разлика између крајњих вредности (n)		300,83	433,34	12,65	174,72	12,10

<b>Критеријум С4:</b>		<b>Месечна потрошња финалне енергије за грејање објекта [GJ]</b>											
Опис поткритеријума:		Јануар	Фебр.	Март	Април	Мај	Јун	Јул	Август	Септем.	Октоб.	Новемб.	Децемб.
Преференција критеријума:		min											
Поткритеријум:		f <sub>18</sub>	f <sub>19</sub>	f <sub>20</sub>	f <sub>21</sub>	f <sub>22</sub>	f <sub>23</sub>	f <sub>24</sub>	f <sub>25</sub>	f <sub>26</sub>	f <sub>27</sub>	f <sub>28</sub>	f <sub>29</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	289,167	199,244	81,356	19,225	0,481	0,000	0,000	0,000	0,006	13,516	115,128	259,350
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	312,854	215,502	89,514	25,340	1,272	0,000	0,000	0,000	0,253	18,624	132,426	283,277
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	324,664	223,720	94,324	26,966	1,434	0,000	0,000	0,000	0,458	22,013	140,241	294,520
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	237,416	159,423	60,730	16,916	0,591	0,000	0,000	0,000	0,095	10,234	91,558	215,488
Тежина поткритеријума (пондер)		9	9	9	5	1	1	1	1	1	9	9	9
Разлика између крајњих вредности (n)		87,25	64,30	33,59	10,05	0,95	0,00	0,00	0,00	0,45	11,78	48,68	79,03

<b>Критеријум С5:</b>		<b>Месечна потрошња финалне енергије за хлађење објекта [GJ]</b>											
Опис поткритеријума:		Јануар	Фебр.	Март	Април	Мај	Јун	Јул	Август	Септем.	Октоб.	Новемб.	Децемб.
Преференција критеријума:		min											
Поткритеријум:		f <sub>30</sub>	f <sub>31</sub>	f <sub>32</sub>	f <sub>33</sub>	f <sub>34</sub>	f <sub>35</sub>	f <sub>36</sub>	f <sub>37</sub>	f <sub>38</sub>	f <sub>39</sub>	f <sub>40</sub>	f <sub>41</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	0,000	0,119	0,606	29,280	122,444	184,168	227,097	209,603	94,191	25,716	0,022	0,000
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	0,000	0,273	1,481	35,394	132,730	196,264	241,919	222,458	99,797	26,892	0,000	0,000
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	0,000	0,071	0,964	35,057	133,973	198,335	243,822	220,836	98,299	25,530	0,000	0,000
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	0,404	2,862	9,754	46,918	136,644	194,197	234,179	222,862	117,150	44,631	4,216	0,231
Тежина поткритеријума (пондер)		1	1	1	5	9	9	9	9	5	1	1	1
Разлика између крајњих вредности (n)		0,40	2,79	9,15	17,64	14,20	14,17	16,72	13,26	22,96	19,10	4,22	0,23

<b>Критеријум С6:</b>		<b>Годишња потребна финална енергија за грејање објекта [GJ]</b>						
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Остале зоне осим атријума	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min						
Поткритеријум:		f <sub>42</sub>	f <sub>43</sub>	f <sub>44</sub>	f <sub>45</sub>	f <sub>46</sub>	f <sub>47</sub>	f <sub>48</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	971,701	409,460	562,241	67,664	347,613	48,730	98,591
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	1078,492	602,187	476,305	62,135	294,393	37,238	82,538
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	1132,120	671,664	460,456	81,180	267,506	40,975	70,794
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	792,714	362,846	429,868	41,460	254,375	29,202	104,832
Тежина поткритеријума (пондер)		5	5	5	5	5	5	5
Разлика између крајњих вредности (n)		339,41	308,82	132,373	39,72	93,24	19,53	34,04

<b>Критеријум С7:</b>		<b>Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици површине [MJ/m<sup>2</sup>]</b>						
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Остале зоне осим атријума	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min						
Поткритеријум:		f <sub>49</sub>	f <sub>50</sub>	f <sub>51</sub>	f <sub>52</sub>	f <sub>53</sub>	f <sub>54</sub>	f <sub>55</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	121,655	787,665	75,292	32,052	92,965	60,262	121,922
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	156,202	868,806	76,683	32,432	97,326	58,609	129,907
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	166,328	1220,675	73,599	40,172	92,627	53,220	122,566
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	129,026	871,221	75,055	30,152	100,814	28,874	128,194
Тежина поткритеријума (пондер)		7	7	7	7	7	7	7
Разлика између крајњих вредности (n)		44,67	433,01	3,08	10,02	8,19	31,39	7,99

<b>Критеријум С8:</b>		<b>Годишња потребна финална енергија за грејање објекта по јединици запремине [MJ/m<sup>3</sup>]</b>						
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Остале зоне осим атријума	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min						
Поткритеријум:		f <sub>56</sub>	f <sub>57</sub>	f <sub>58</sub>	f <sub>59</sub>	f <sub>60</sub>	f <sub>61</sub>	f <sub>62</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	23,285	37,011	18,333	8,021	24,857	11,816	23,906
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	25,844	37,075	18,686	8,074	26,023	11,492	25,472
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	27,129	42,238	17,827	9,953	24,767	10,435	24,033
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	23,116	36,957	17,563	7,261	26,956	5,662	25,136
Тежина поткритеријума (пондер)		9	9	9	9	9	9	9
Разлика између крајњих вредности (n)		4,01	5,28	0,86	2,69	2,19	6,15	1,57

<b>Критеријум С9:</b>		<b>Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта [GJ]</b>						
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Остале зоне осим атријума	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min						
Поткритеријум:		f <sub>63</sub>	f <sub>64</sub>	f <sub>65</sub>	f <sub>66</sub>	f <sub>67</sub>	f <sub>68</sub>	f <sub>69</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	890,156	163,706	726,450	4,604	457,365	143,582	120,899
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	960,507	350,912	609,595	31,632	372,884	113,076	92,006
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	964,923	391,774	573,149	13,011	370,903	110,900	78,334
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	1011,616	379,463	632,153	26,776	264,904	215,649	124,825
Тежина поткритеријума (пондер)		5	5	5	5	5	5	5
Разлика између крајњих вредности (n)		121,46	228,07	153,30	27,03	192,46	104,75	46,49

<b>Критеријум С10:</b>		<b>Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици површине [MJ/m<sup>2</sup>]</b>						
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Остале зоне осим атријума	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min						
Поткритеријум:		f <sub>70</sub>	f <sub>71</sub>	f <sub>72</sub>	f <sub>73</sub>	f <sub>74</sub>	f <sub>75</sub>	f <sub>76</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	111,446	314,916	97,281	2,181	122,316	177,560	149,509
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	139,114	506,279	98,142	16,511	123,276	177,972	144,809
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	141,764	712,006	91,611	6,439	128,429	144,041	135,620
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	164,655	911,119	110,374	19,473	104,987	213,227	152,643
Тежина поткритеријума (пондер)		7	7	7	7	7	7	7
Разлика између крајњих вредности (n)		53,21	596,20	18,76	17,29	23,44	69,19	17,02

<b>Критеријум С11:</b>		<b>Годишња потребна финална енергија за хлађење објекта по јединици запремине [MJ/m<sup>3</sup>]</b>						
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Остале зоне осим атријума	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min						
Поткритеријум:		f <sub>77</sub>	f <sub>78</sub>	f <sub>79</sub>	f <sub>80</sub>	f <sub>81</sub>	f <sub>82</sub>	f <sub>83</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	21,331	14,798	23,687	0,546	32,705	34,816	29,316
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	23,016	21,605	23,916	4,110	32,961	34,896	28,394
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	23,122	24,637	22,190	1,595	34,339	28,243	26,592
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	29,499	38,650	25,828	4,689	28,072	41,811	29,930
Тежина поткритеријума (пондер)		9	9	9	9	9	9	9
Разлика између крајњих вредности (n)		4,01	5,28	3,64	2,69	2,19	6,15	1,57

<b>Критеријум С12:</b>		<b>Топлотни добици кроз транспарентне површине омотача [GJ]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		max					
Поткритеријум:		f <sub>84</sub>	f <sub>85</sub>	f <sub>86</sub>	f <sub>87</sub>	f <sub>88</sub>	f <sub>89</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	1290,703	420,888	31,603	488,845	181,201	168,168
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	1647,792	1029,683	30,903	355,542	115,598	116,067
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	1738,982	1133,824	31,291	383,043	92,217	98,607
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	1627,106	1073,917	26,313	201,909	164,492	160,476
Тежина поткритеријума (пондер)		9	9	5	9	5	5
Разлика између крајњих вредности (n)		448,279	712,936	5,290	286,936	88,984	69,561

<b>Критеријум С13:</b>		<b>Топлотни добици од проветравања [GJ]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		max					
Поткритеријум:		f <sub>90</sub>	f <sub>91</sub>	f <sub>92</sub>	f <sub>93</sub>	f <sub>94</sub>	f <sub>95</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	28,585	9,122	1,197	11,334	3,488	3,443
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	28,824	13,364	0,838	9,176	2,741	2,705
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	28,432	13,048	0,848	8,756	3,321	2,459
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	24,169	8,054	0,595	7,675	4,362	3,482
Тежина поткритеријума (пондер)		3	3	3	3	3	3
Разлика између крајњих вредности (n)		4,655	5,310	0,602	3,659	1,621	1,023

<b>Критеријум С14:</b>		<b>Топлотни добици кроз нетранспарентне површине омотача [GJ]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		max					
Поткритеријум:		f <sub>96</sub>	f <sub>97</sub>	f <sub>98</sub>	f <sub>99</sub>	f <sub>100</sub>	f <sub>101</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	251,794	0,003	251,792	0,000	0,000	0,002
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	282,932	0,003	282,921	0,000	0,003	0,005
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	249,841	0,020	249,813	0,000	0,004	0,004
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	231,942	0,023	231,903	0,004	0,011	0,002
Тежина поткритеријума (пондер)		5	5	5	5	5	5
Разлика између крајњих вредности (n)		50,990	0,020	51,018	0,004	0,011	0,003



<b>Критеријум С15:</b>		<b>Топлотни губици кроз транспарентне површине омотача [GJ]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min					
Поткритеријум:		f <sub>102</sub>	f <sub>103</sub>	f <sub>104</sub>	f <sub>105</sub>	f <sub>106</sub>	f <sub>107</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	486,390	107,179	13,010	212,680	80,267	73,261
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	571,316	269,961	13,510	171,290	59,318	57,234
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	629,273	371,277	13,220	162,720	40,396	41,709
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	596,469	288,490	10,330	143,320	80,596	73,734
Тежина поткритеријума (пондер)		9	9	7	9	7	7
Разлика између крајњих вредности (n)		142,88	264,10	3,180	69,360	40,200	32,025

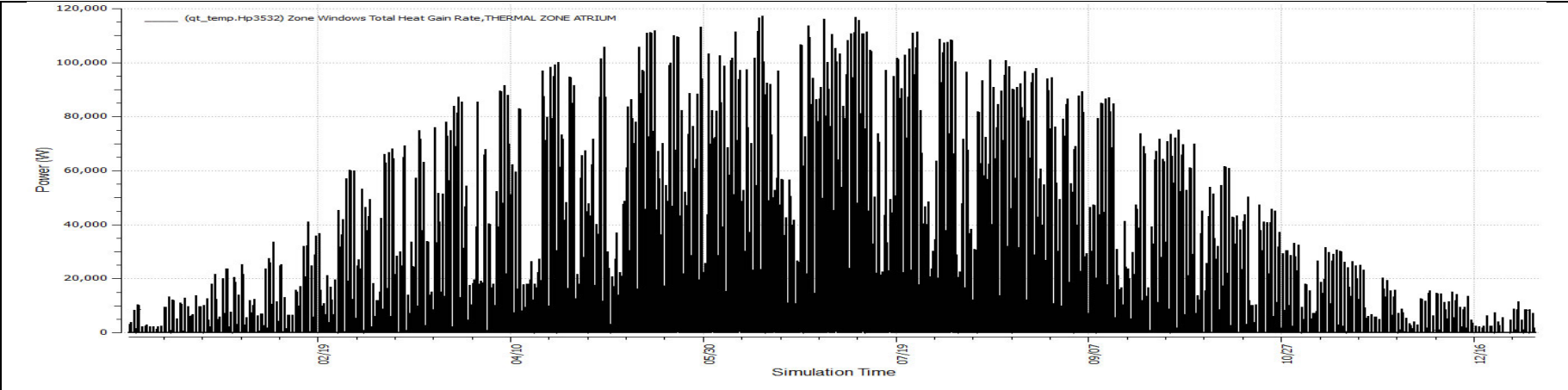
<b>Критеријум С16:</b>		<b>Топлотни губици од проветравања [GJ]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min					
Поткритеријум:		f <sub>108</sub>	f <sub>109</sub>	f <sub>110</sub>	f <sub>111</sub>	f <sub>112</sub>	f <sub>113</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	2478,030	619,334	463,150	888,400	259,701	247,447
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	2478,340	916,353	447,780	717,040	203,750	193,410
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	2463,162	894,689	459,640	687,450	245,261	176,125
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	2097,889	571,470	346,220	589,360	340,169	250,669
Тежина поткритеријума (пондер)		5	5	5	5	5	5
Разлика између крајњих вредности (n)		380,451	344,883	116,930	299,040	136,419	74,544

<b>Критеријум С17:</b>		<b>Топлотни губици кроз нетранспарентне површине омотача [GJ]</b>					
Опис поткритеријума /топлотна зона:		Хотелски објекат укупно	Атријум	Ходници	Собе	Кафе (ресторан) и комерцијална зона	Пословна зона
Преференција критеријума:		min					
Поткритеријум:		f <sub>114</sub>	f <sub>115</sub>	f <sub>116</sub>	f <sub>117</sub>	f <sub>118</sub>	f <sub>119</sub>
Хотел са централно постављеним затвореним атријумом	<b>M1</b>	450,291	158,955	0,000	179,590	81,784	29,959
Хотел са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M2</b>	574,585	387,158	0,000	118,160	52,228	17,037
Хотел са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом	<b>M3</b>	585,027	382,668	0,000	125,700	56,989	19,669
Хотел са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом	<b>M4</b>	546,546	370,925	0,000	68,020	84,311	23,291
Тежина поткритеријума (пондер)		7	7	7	7	7	7
Разлика између крајњих вредности (n)		134,736	228,203	0,000	111,570	32,083	12,922

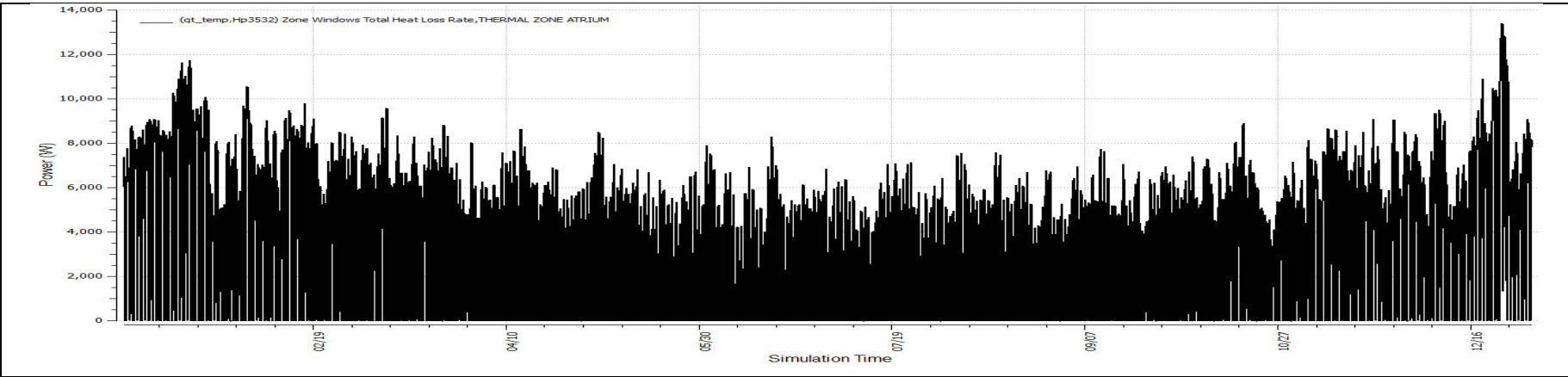
### **ПРИЛОГ 3**

**Топлотни добици и губици кроз транспарентни део омотача топлотних зона атријума и смештајних јединица/соба изабраних модела хотелских објеката**

**МОДЕЛ М1: Хотел са централно постављеним затвореним атријумом**

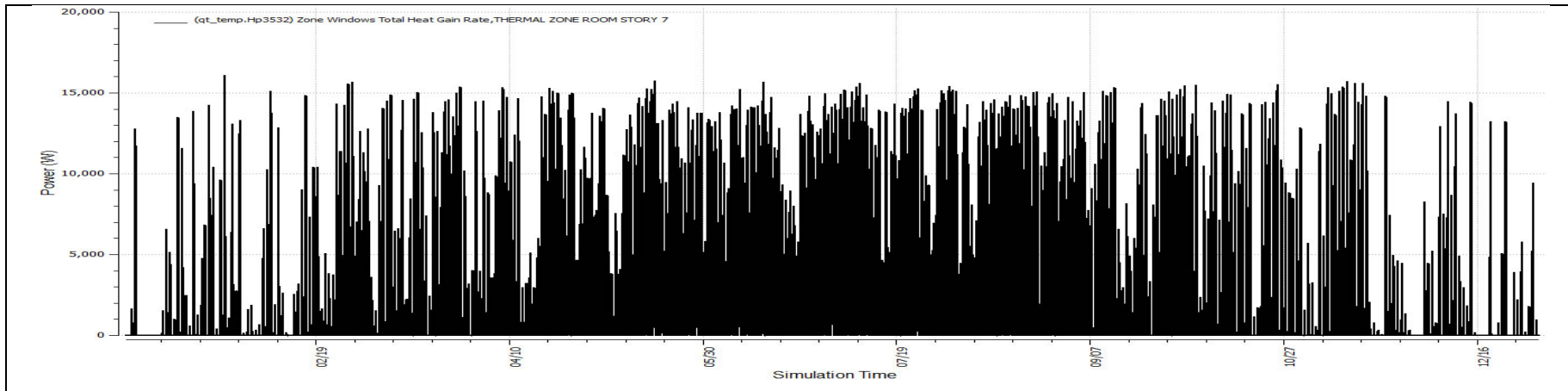


**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**

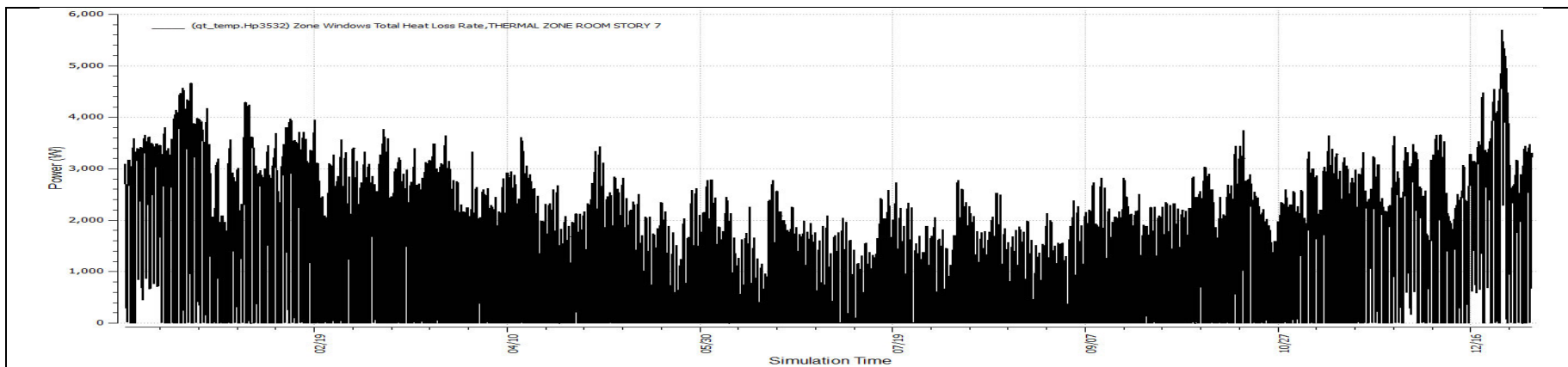


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ М1: Хотел са централно постављеним затвореним атријумом**

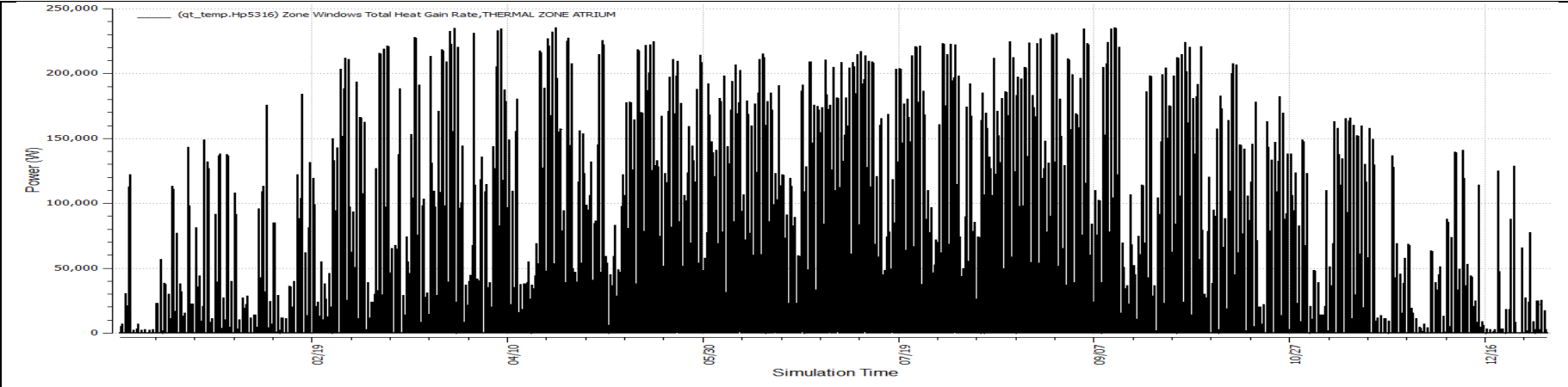


**Топлотни добити кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

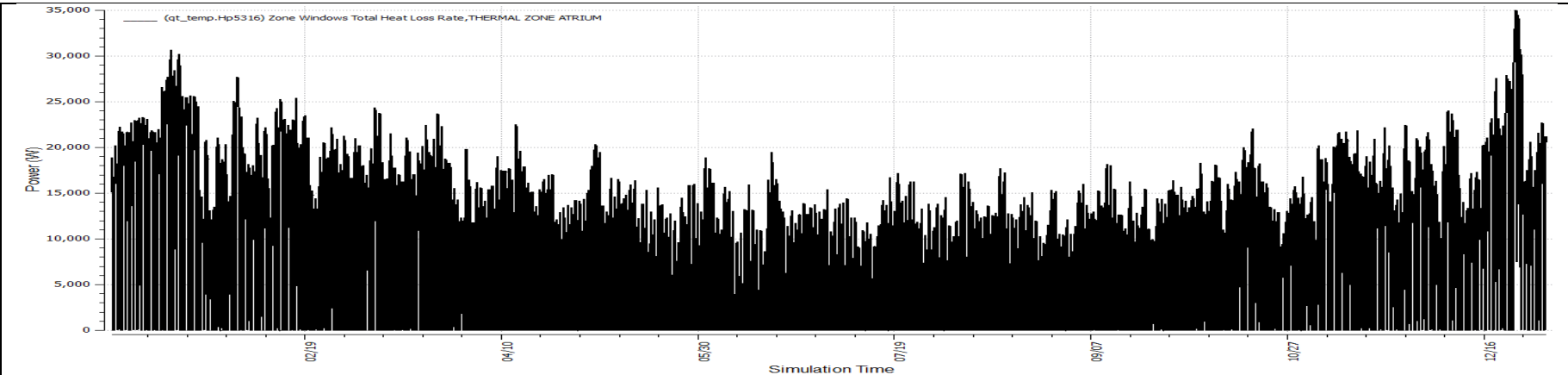


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ M2: Хотел са централно постављеним једнострано оријетисаним атријумом**

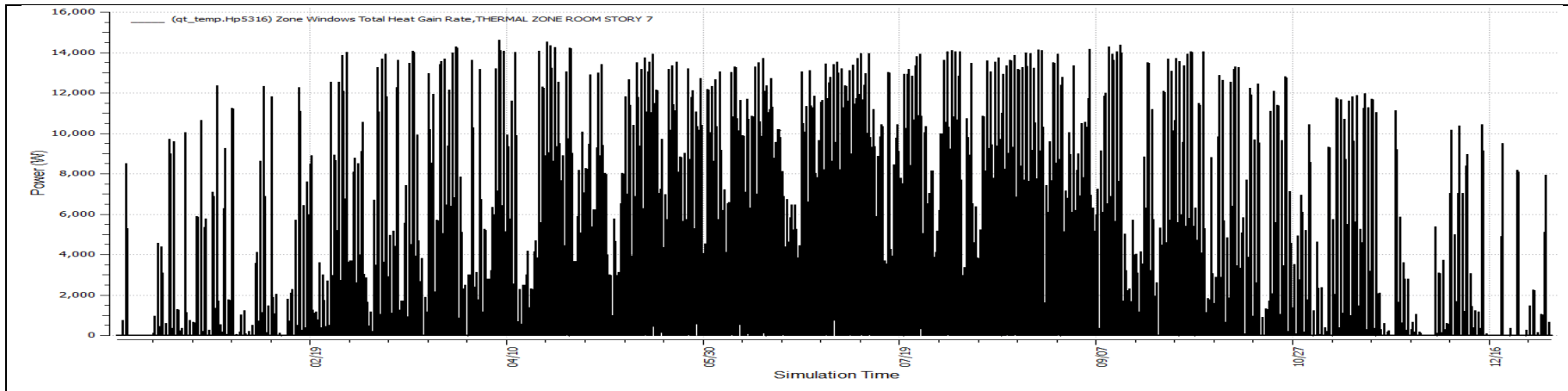


**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**

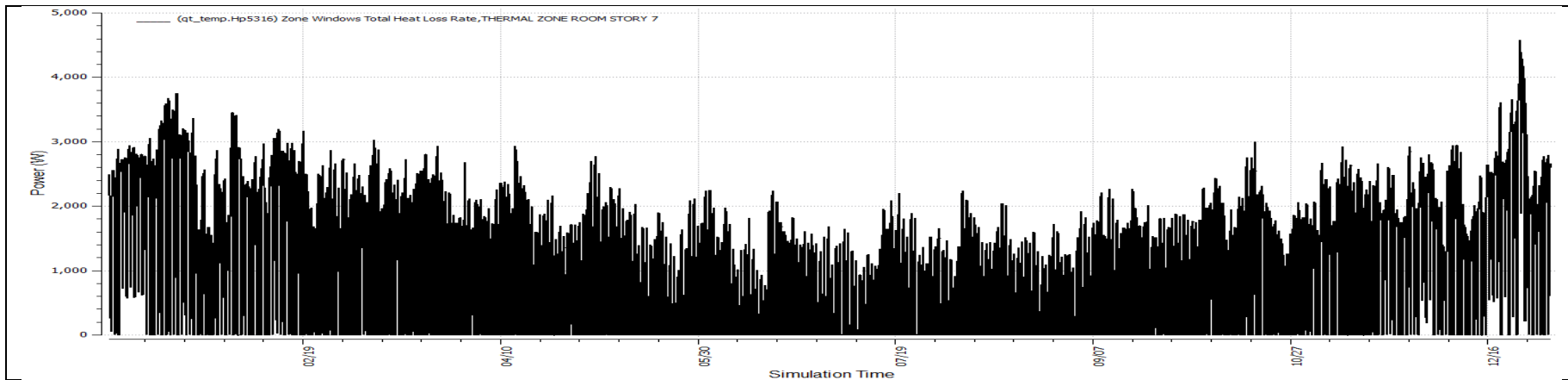


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ M2: Хотел са централно постављеним једнострано оријетисаним атријумом**

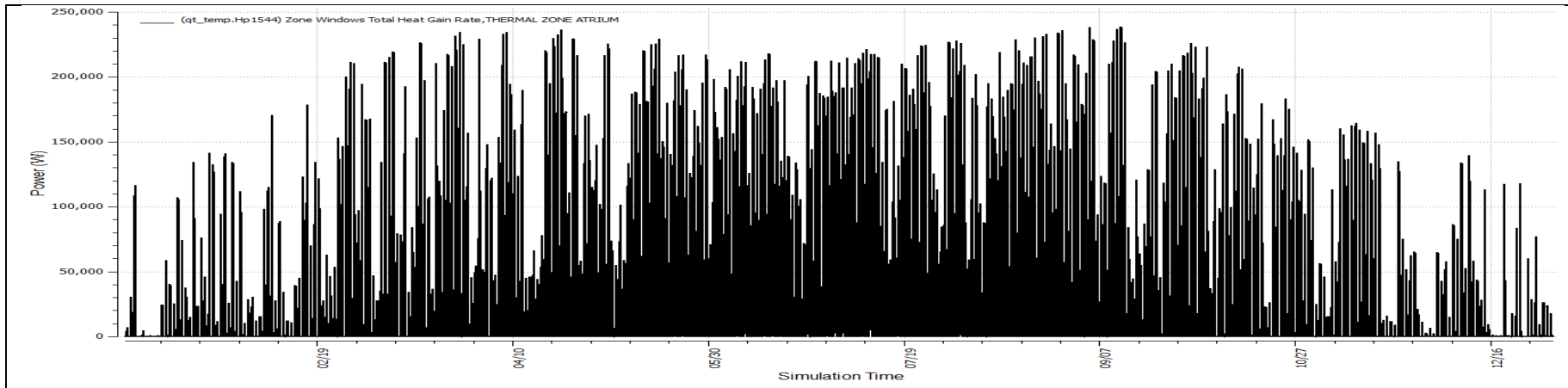


**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

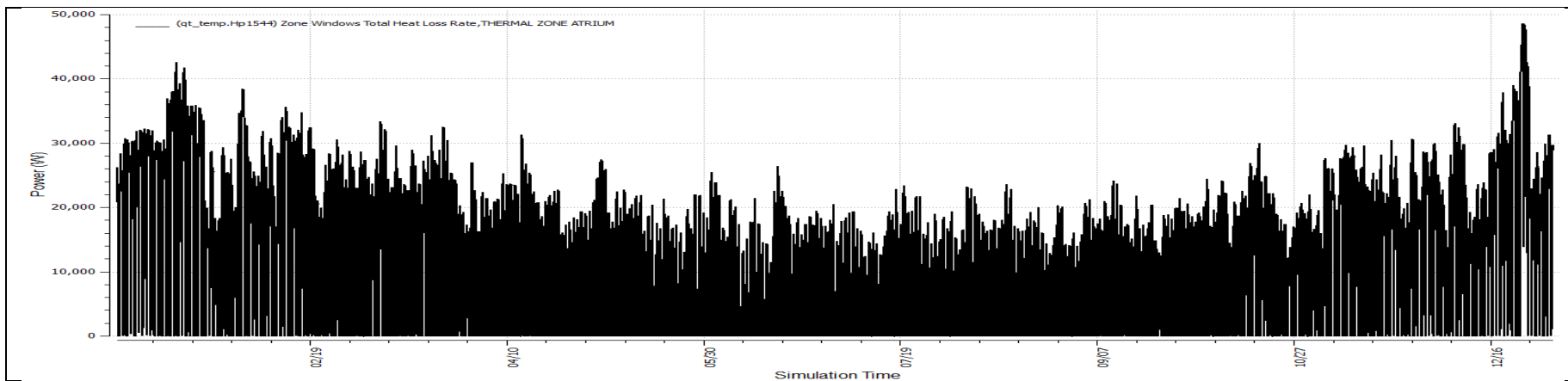


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ М3: Хотел са централно постављеним двострано оријетисаним атријумом**



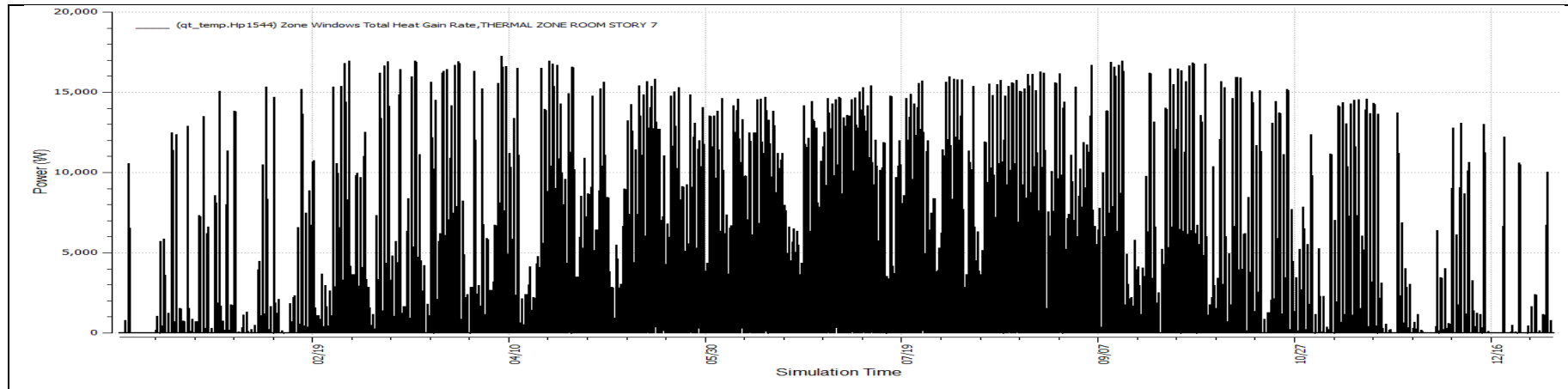
**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**



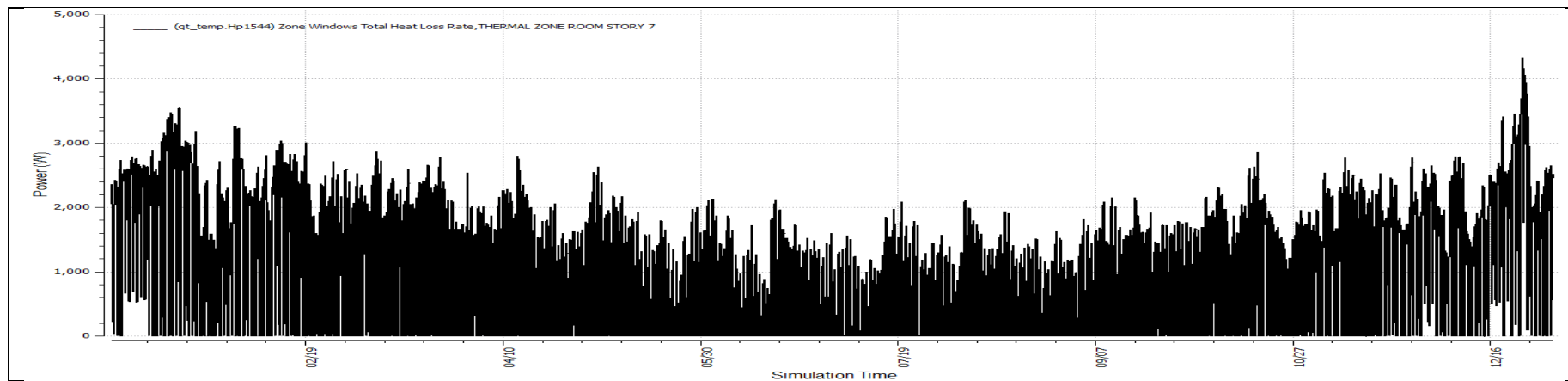
**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**



**МОДЕЛ М3: Хотел са централно постављеним двострано оријетисаним атријумом**

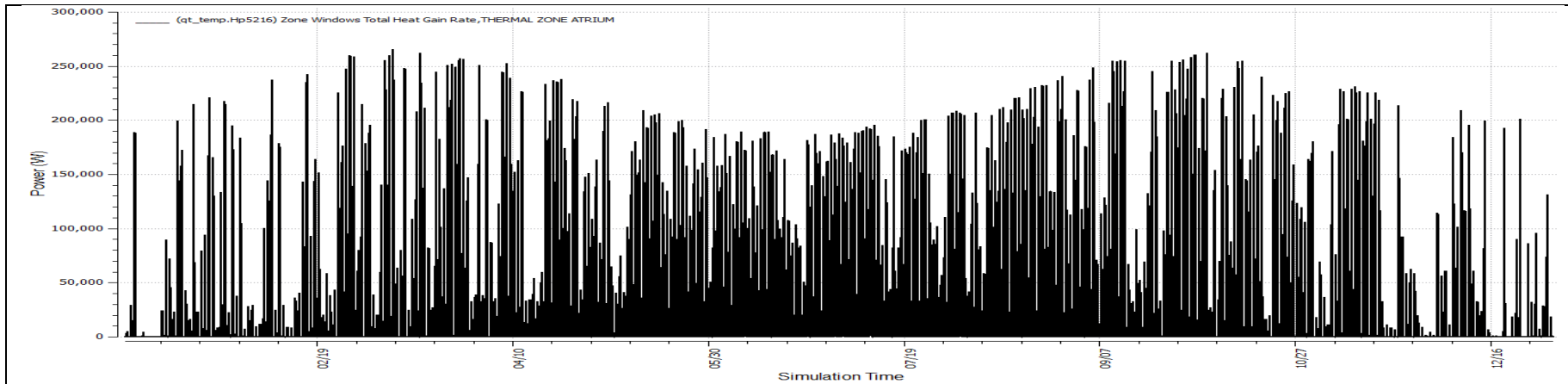


**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

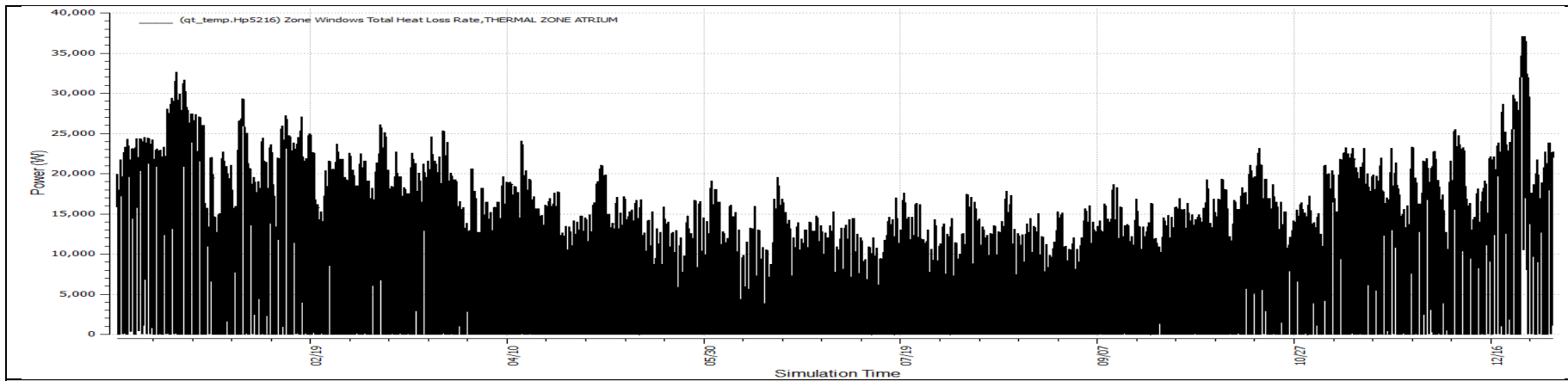


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ М4: Хотел са бочно постављеним једнострано оријетисаним атријумом**

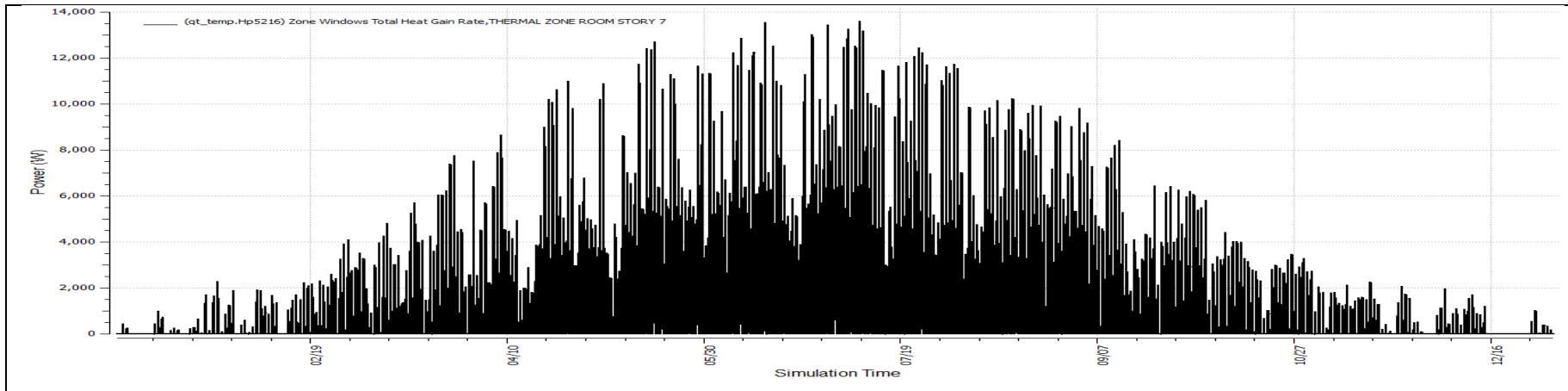


**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**

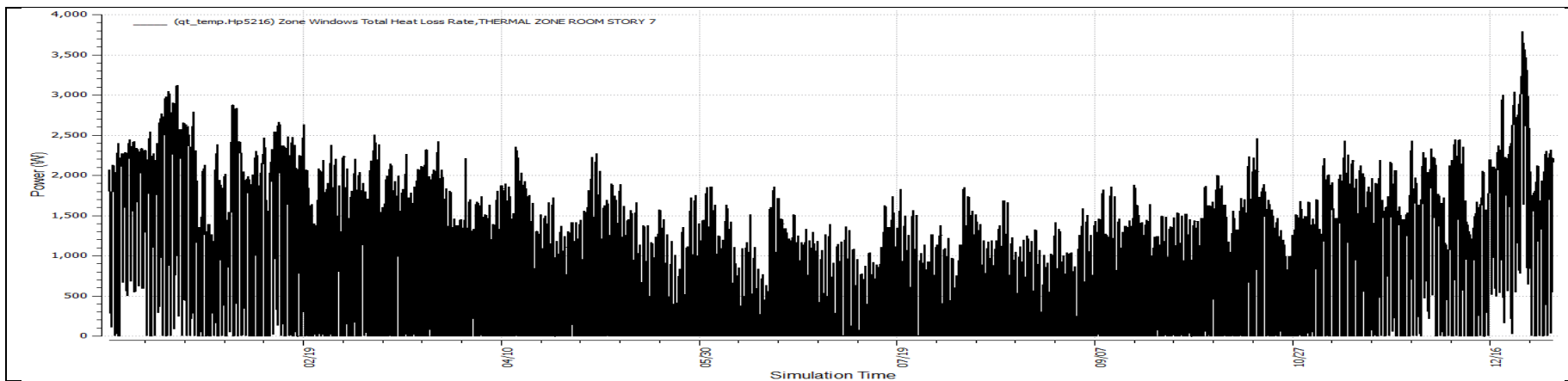


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача атријума, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ М4: Хотел са бочно постављеним једнострано оријетисаним атријумом**

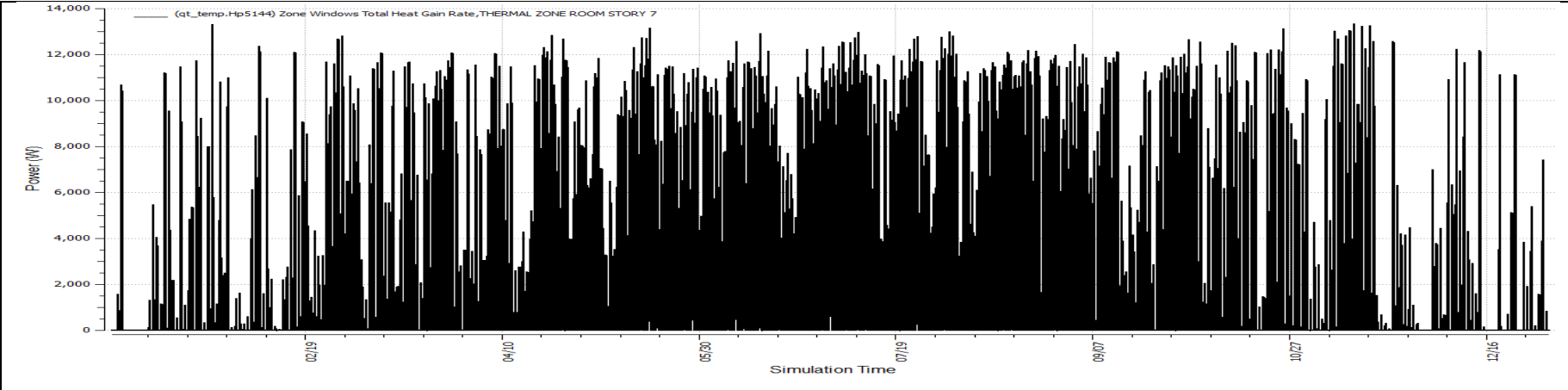


**Топлотни добици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

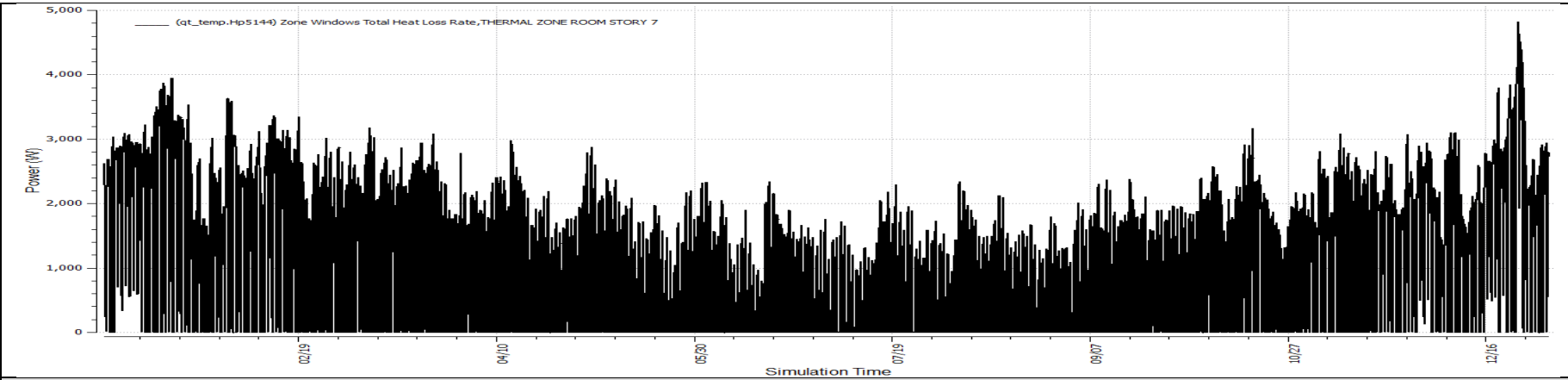


**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

**МОДЕЛ М5: Хотел блок типа без атријума**



**Топлотни добити кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**



**Топлотни губици кроз транспарентни део омотача последњег спрата гостинских соба, од почетка до краја године [W]**

## ПРИЛОГ 4

### Резултати вишекритеријумског рангирања четири изабрана модела хотелских објеката са атријумом

У наставку следи приказ рангова изабраних модела (M1, M2, M3 и M4) за сваки од 17 критеријума. Ранг је добијен вишекритеријумском анализом задатих поткритеријума применом *PROMETHEE II* методе одлучивања. Графички прикази у табелама означавају хијерархијски однос између модела M1, M2, M3 и M4 (означених са *action 1* - *action 4*). Нето ток вишег реда означава нумеричку вредност позиције коју модел заузима у хијерархији.

Критеријум	<b>1</b>	
Критеријум	<b>ПОВРШИНА ОБЈЕКТА И ТОПЛОТНИХ ЗОНА У ОБЈЕКТУ [m<sup>2</sup>]</b>	
Преференција критеријума	<b>max</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>A vertical bar chart with a y-axis ranging from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. Four horizontal lines extend from the bar to labels on the right, each with a corresponding value on the left:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>action1: 0,4006</li> <li>action2: -0,0430</li> <li>action3: -0,1368</li> <li>action4: -0,2208</li> </ul>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,4006
	Модел М2	-0,0430
	Модел М3	-0,1368
	Модел М4	-0,2208

Критеријум	2	
Критеријум	<b>ЗАПРЕМИНА ОБЈЕКТА И ТОПЛОТНИХ ЗОНА У ОБЈЕКТУ [m<sup>3</sup>]</b>	
Преференција критеријума	<b>max</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The chart displays the net flow for four models (action1, action2, action3, action4) on a vertical axis ranging from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. The values are: action1 (0.2759), action3 (0.0283), action2 (0.0014), and action4 (-0.3056).</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,2759
	Модел М2	0,0283
	Модел М3	0,0014
	Модел М4	-0,3056

Критеријум	3	
Критеријум	ОМОТАЧ ЗГРАДЕ	
Преференција критеријума	max	
Поткритеријуми	Бруто површина омотача [m <sup>2</sup> ], површина застакљених делова омотача [m <sup>2</sup> ], удео застакљења у омотачу зграде [%], површина светларника атријума [m <sup>2</sup> ], удео светларника у површини крова [%]	
	<p>The chart displays the net flow for four models. The y-axis ranges from -1.0 to +1.0. Model M1 (0.4707) is green, M2 (0.2061) is green, M3 (-0.1609) is red, and M4 (-0.5159) is red. Actions are labeled on the right: action3, action2, action4, and action1.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,4707
	Модел М2	0,2061
	Модел М3	-0,1609
	Модел М4	-0,5159



Критеријум	4	
Критеријум	<b>МЕСЕЧНА ПОТРОШЊА ФИНАЛНЕ ЕНЕРГИЈЕ ЗА ГРЕЈАЊЕ ОБЈЕКТА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	min	
Поткритеријуми	<b>Јануар, фебруар, март, април, мај, јун, јул, август, септембар, октобар, новембар, децембар</b>	
	<p>A vertical bar chart with a central vertical axis ranging from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. Four horizontal lines extend from the bar to labels on the right: 'action4' at 0.5133, 'action1' at 0.1759, 'action2' at -0.2400, and 'action3' at -0.4492. The values are also labeled on the left side of the bar.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,5133
	Модел М2	0,1759
	Модел М3	-0,2400
	Модел М4	-0,4492

Критеријум	5	
Критеријум	<b>МЕСЕЧНА ПОТРОШЊА ФИНАЛНЕ ЕНЕРГИЈЕ ЗА ХЛАЂЕЊЕ ОБЈЕКТА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	min	
Поткритеријуми	<b>Јануар, фебруар, март, април, мај, јун, јул, август, септембар, октобар, новембар, децембар</b>	
	<p>A vertical scale from -1.0 to +1.0. The scale is green above 0.0 and red below 0.0. Four actions are marked with horizontal lines and labels: action1 at 0.5421, action2 at 0.0780, action3 at 0.0715, and action4 at -0.6917. The values 0.5421, 0.0715, and -0.6917 are also shown in cyan boxes on the left side of the scale.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел M1	0,5421
	Модел M2	0,0780
	Модел M3	0,0715
	Модел M4	-0,6917

Критеријум	<b>6</b>	
Критеријум	<b>ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ГРЕЈАЊЕ ОБЈЕКТА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	<b>min</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The chart displays a vertical bar with a scale from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. Four actions are marked with horizontal lines and labels: action4 at 0.4567, action2 at -0.0594, action3 at -0.1530, and action1 at -0.2443.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,4567
	Модел М2	-0,0594
	Модел М3	-0,1530
	Модел М4	-0,2443

Критеријум	7											
Критеријум	<b>ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ГРЕЈАЊЕ ОБЈЕКТА ПО ЈЕДИНИЦИ ПОВРШИНЕ [MJ/m<sup>2</sup>]</b>											
Преференција критеријума	min											
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>											
	<p>The chart displays the following data points:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Action</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>action1</td> <td>0,3342</td> </tr> <tr> <td>action4</td> <td>0,1316</td> </tr> <tr> <td>action3</td> <td>-0,2165</td> </tr> <tr> <td>action2</td> <td>-0,2493</td> </tr> </tbody> </table>		Action	Value	action1	0,3342	action4	0,1316	action3	-0,2165	action2	-0,2493
Action	Value											
action1	0,3342											
action4	0,1316											
action3	-0,2165											
action2	-0,2493											
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,3342										
	Модел М2	0,1316										
	Модел М3	-0,2165										
	Модел М4	-0,2493										

Критеријум	8	
Критеријум	<b>ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ГРЕЈАЊЕ ОБЈЕКТА ПО ЈЕДИНИЦИ ЗАПРЕМИНЕ [MJ/m<sup>3</sup>]</b>	
Преференција критеријума	min	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The figure is a vertical bar chart with a central axis ranging from -1.0 to +1.0. The top half (positive values) is colored green, and the bottom half (negative values) is colored red. Four horizontal lines represent different actions, each labeled with a value and an action name:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>action1: 0,2788 (positive)</li> <li>action4: 0,1888 (positive)</li> <li>action2: -0,1964 (negative)</li> <li>action3: -0,2712 (negative)</li> </ul>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,2788
	Модел М2	0,1888
	Модел М3	-0,1964
	Модел М4	-0,2712

Критеријум	9	
Критеријум	<b>ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ХЛАЂЕЊЕ ОБЈЕКТА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	min	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The chart displays a vertical bar with a scale from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. Four actions are marked with horizontal lines and labels: action1 at 0.2132, action3 at 0.1576, action2 at -0.0198, and action4 at -0.3510. The values are also listed in the table below.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,2132
	Модел М2	0,1576
	Модел М3	-0,0198
	Модел М4	-0,3510

Критеријум	<b>10</b>	
Критеријум	<b>ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ХЛАЂЕЊЕ ОБЈЕКТА ПО ЈЕДИНИЦИ ПОВРШИНЕ [MJ/m<sup>2</sup>]</b>	
Преференција критеријума	<b>min</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The waterfall chart illustrates the net energy flow. It begins at a positive value of +1.0. Four actions are shown: action1 (0.2691), action3 (0.1708), action2 (-0.0510), and action4 (-0.3888). The final net value is -1.0. The chart is color-coded: green for positive contributions and red for negative contributions.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,2691
	Модел М2	0,1708
	Модел М3	-0,0510
	Модел М4	-0,3888

Критеријум	<b>11</b>	
Критеријум	<b>ГОДИШЊА ПОТРЕБНА ФИНАЛНА ЕНЕРГИЈА ЗА ХЛАЂЕЊЕ ОБЈЕКТА ПО ЈЕДИНИЦИ ЗАПРЕМИНЕ [MJ/m<sup>3</sup>]</b>	
Преференција критеријума	<b>min</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, остале зоне осим атријума, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,2880
	Модел М2	0,2024
	Модел М3	-0,0088
	Модел М4	-0,4817



Критеријум	12	
Критеријум	<b>ТОПЛОТНИ ДОБИЦИ КРОЗ ТРАНСПАРЕНТНЕ ПОВРШИНЕ ОМОТАЧА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	max	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>A vertical bar chart with a y-axis ranging from -1.0 to +1.0. The top of the chart is green and the bottom is red. Four horizontal lines extend from the y-axis to labels on the right: 'action1' at 0.0829, 'action2' at -0.0121, 'action3' at -0.0133, and 'action4' at -0.0575. The values are also written in blue boxes next to the bars.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,0829
	Модел М2	-0,0121
	Модел М3	-0,0133
	Модел М4	-0,0575

Критеријум	<b>13</b>	
Критеријум	<b>ТОПЛОТНИ ДОБИЦИ ОД ПРОВЕТРАВАЊА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	<b>max</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The chart displays the net flow of heat for four models. The y-axis ranges from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. Action 1 is at 0.3193, Action 2 at -0.0193, Action 3 at -0.0475, and Action 4 at -0.2525.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,3193
	Модел М2	-0,0193
	Модел М3	-0,0475
	Модел М4	-0,2525

Критеријум	14	
Критеријум	<b>ТОПЛОТНИ ДОБИЦИ КРОЗ НЕТРАНСПАРЕНТНЕ ПОВРШИНЕ ОМОТАЧА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	max	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,0844
	Модел М2	0,0843
	Модел М3	0,0182
	Модел М4	-0,1869

Критеријум	15	
Критеријум	ТОПЛОТНИ ГУБИЦИ КРОЗ ТРАНСПАРЕНТНЕ ПОВРШИНЕ ОМОТАЧА [GJ]	
Преференција критеријума	min	
Поткритеријуми	Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,0712
	Модел М2	0,0115
	Модел М3	-0,0135
	Модел М4	-0,0692

Критеријум	<b>16</b>	
Критеријум	<b>ТОПЛОТНИ ГУБИЦИ ОД ПРОВЕТРАВАЊА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	<b>min</b>	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The chart displays the net flow of heat loss for four models. The y-axis ranges from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. Action 4 is at 0.3071, Action 3 at 0.0258, Action 2 at -0.0320, and Action 1 at -0.2493.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,3071
	Модел М2	-0,0258
	Модел М3	-0,0320
	Модел М4	-0,2493

Критеријум	17	
Критеријум	<b>ТОПЛОТНИ ГУБИЦИ КРОЗ НЕТРАНСПАРЕНТНЕ ПОВРШИНЕ ОМОТАЧА [GJ]</b>	
Преференција критеријума	min	
Поткритеријуми	<b>Хотелски објекат укупно, атријум, ходници, собе, кафе (ресторан) и комерцијална зона, пословна зона</b>	
	<p>The chart displays the net flow of heat for four models. The y-axis ranges from -1.0 to +1.0. The bar is green for positive values and red for negative values. The values are: Model M1 (0.0990), Model M2 (-0.0070), Model M3 (-0.0231), and Model M4 (-0.0690). Labels 'action1', 'action2', 'action3', and 'action4' are placed next to their respective values.</p>	
Нето ток вишег реда	Модел М1	0,0990
	Модел М2	-0,0070
	Модел М3	-0,0231
	Модел М4	-0,0690

## **ПРИЛОГ 5**

**Резултати енергетских симулација свих предложених модела и алтернатива**

**Модел М1: Хотел атријумског типа са централно постављеним затвореним атријумом**

Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	519,84	11063,06	409,46	-163,706	118,634	61,037	30,033	420,888	9,122	0,002	-107,179	-619,334	-158,955
Ходник ниво 1	115,52	589,15	10,902	0	0,930	6,165	0	0	0,379	9,962	0	-28,339	0
Ходник ниво 2	281,92	1437,79	11,717	-0,696	2,135	15,046	0	0	0,167	49,156	0	-77,524	0
Ходник ниво 3	342,72	1281,77	8,288	-0,538	2,565	18,291	0	6,276	0,142	38,304	-2,594	-70,734	0
Ходник ниво 4	342,72	1281,77	8,362	-0,655	2,558	18,291	0	6,309	0,135	38,788	-2,601	-71,187	0
Ходник ниво 5	342,72	1281,77	8,309	-0,793	2,550	18,291	0	6,324	0,128	39,530	-2,612	-71,726	0
Ходник ниво 6	342,72	1281,77	8,244	-0,956	2,542	18,291	0	6,330	0,123	40,242	-2,620	-72,197	0
Ходник ниво 7	342,72	1281,77	11,842	-0,966	2,557	18,291	0	6,364	0,123	35,810	-2,580	-71,441	0
Комерц. зона	808,64	4124,06	48,373	-143,582	164,099	120,841	47,333	181,201	3,488	0	-80,267	-259,701	-81,784
Пословна зона	808,64	4124,06	98,591	-120,899	30,262	90,955	80,147	168,168	3,443	0,002	-73,261	-247,447	-29,959
Собе ниво 3	747,84	2796,92	66,260	-91,814	26,378	87,807	63,831	96,800	2,310	0	-42,571	-177,302	-31,700
Собе ниво 4	747,84	2796,92	64,853	-91,645	26,362	87,807	63,831	97,410	2,288	0	-42,681	-177,811	-30,415
Собе ниво 5	747,84	2796,92	64,875	-91,966	26,358	87,807	63,831	97,784	2,266	0	-42,744	-178,194	-30,018
Собе ниво 6	747,84	2796,92	65,807	-91,974	26,377	87,807	63,831	98,093	2,244	0	-42,739	-178,356	-31,092
Собе ниво 7	747,84	2796,92	85,818	-89,966	26,575	87,807	63,831	98,758	2,226	0	-41,941	-176,738	-56,369
<b>Укупно</b>	<b>7987,36</b>	<b>41731,60</b>	<b>971,701</b>	<b>-890,156</b>	<b>460,880</b>	<b>824,537</b>	<b>476,670</b>	<b>1290,703</b>	<b>28,585</b>	<b>251,794</b>	<b>-486,390</b>	<b>-2478,03</b>	<b>-450,291</b>



<b>Модел М2: Хотел атријумског типа са централно постављеним једнострано оријентисаним атријумом</b>													
Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	602,187	-350,912	157,727	81,378	40,044	1029,683	13,364	0,003	-269,961	-916,353	-387,158
Ходник ниво 1	115,52	589,15	9,790	-0,008	0,907	6,165	0	0	0,204	12,552	0	-29,610	0
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	11,398	-5,511	2,003	14,661	0	0	0,130	58,074	0	-80,756	0
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	7,542	-4,603	2,201	16,284	0	6,131	0,104	42,090	-2,699	-67,048	0
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	7,566	-5,037	2,195	16,284	0	6,164	0,102	42,850	-2,706	-67,417	0
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	7,594	-5,439	2,190	16,284	0	6,182	0,101	43,575	-2,713	-67,771	0
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	7,687	-5,765	2,186	16,284	0	6,193	0,099	44,060	-2,717	-68,027	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	10,558	-5,269	2,204	16,284	0	6,233	0,098	39,720	-2,673	-67,155	0
Комерц. зона	635,36	3240,34	37,238	-113,076	145,808	93,092	33,897	115,598	2,741	0,003	-59,318	-203,750	-52,228
Пословна зона	635,36	3240,34	82,538	-92,006	23,939	71,465	62,973	116,067	2,705	0,005	-57,234	-193,410	-17,037
Собе ниво 3	604,96	2262,55	56,340	-74,786	21,368	71,028	51,636	70,257	1,870	0	-34,277	-143,061	-20,376
Собе ниво 4	604,96	2262,55	54,962	-74,806	21,351	71,028	51,636	70,789	1,852	0	-34,380	-143,517	-18,913
Собе ниво 5	604,96	2262,55	55,016	-75,036	21,349	71,028	51,636	71,130	1,834	0	-34,427	-143,817	-18,713
Собе ниво 6	604,96	2262,55	55,832	-74,971	21,365	71,028	51,636	71,413	1,817	0	-34,418	-143,940	-19,762
Собе ниво 7	604,96	2262,55	72,243	-73,285	21,518	71,028	51,636	71,953	1,803	0	-33,791	-142,708	-40,398
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>1078,492</b>	<b>-960,507</b>	<b>448,310</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1647,792</b>	<b>28,824</b>	<b>282,932</b>	<b>-571,316</b>	<b>-2478,340</b>	<b>-574,585</b>

**Модел М3: Хотел атријумског типа са централно постављеним двострано оријентисаним атријумом**

Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	550,24	15901,94	671,664	-391,774	125,427	64,606	31,789	1133,824	13,048	0,020	-371,227	-894,689	-382,668
Ходник ниво 1	123,84	631,58	7,046	-0,018	0,951	6,609	0	0	0,146	18,332	0	-33,066	0
Ходник ниво 2	316,16	1612,42	17,061	-1,649	2,358	16,874	0	0	0,159	54,158	0	-88,960	0
Ходник ниво 3	316,16	1182,44	10,603	-1,951	2,321	16,874	0	6,206	0,112	35,563	-2,641	-67,087	0
Ходник ниво 4	316,16	1182,44	10,584	-2,169	2,316	16,874	0	6,241	0,110	36,16	-2,649	-67,466	0
Ходник ниво 5	316,16	1182,44	10,598	-2,438	2,309	16,874	0	6,258	0,108	36,818	-2,658	-67,869	0
Ходник ниво 6	316,16	1182,44	10,704	-2,607	2,306	16,874	0	6,269	0,106	37,147	-2,662	-68,137	0
Ходник ниво 7	316,16	1182,44	14,584	-2,179	2,328	16,874	0	6,317	0,107	31,635	-2,610	-67,056	0
Комерц. зона	769,92	3926,59	40,975	-110,9	156,912	115,055	45,066	92,217	3,321	0,004	-40,396	-245,261	-56,989
Пословна зона	577,6	2945,76	70,794	-78,334	21,761	64,968	57,248	98,607	2,459	0,004	-41,709	-176,125	-19,669
Собе ниво 3	577,6	2160,22	51,044	-74,179	20,353	67,819	49,301	75,899	1,785	0	-32,562	-137,162	-22,297
Собе ниво 4	577,6	2160,22	49,754	-74,584	20,330	67,819	49,301	76,324	1,767	0	-32,677	-137,650	-20,385
Собе ниво 5	577,6	2160,22	49,830	-74,791	20,330	67,819	49,301	76,605	1,750	0	-32,719	-137,926	-20,199
Собе ниво 6	577,6	2160,22	50,668	-74,669	20,348	67,819	49,301	76,850	1,734	0	-32,701	-138,010	-21,339
Собе ниво 7	577,6	2160,22	66,210	-72,680	20,508	67,819	49,301	77,3650	1,720	0	-32,064	-136,698	-41,480
<b>Укупно</b>	<b>6806,56</b>	<b>41731,60</b>	<b>1132,120</b>	<b>-964,923</b>	<b>420,857</b>	<b>691,573</b>	<b>380,607</b>	<b>1738,982</b>	<b>28,432</b>	<b>249,841</b>	<b>-629,273</b>	<b>-2463,162</b>	<b>-585,027</b>

**Модел М4: Хотел атријумског типа са бочно постављеним једнострано оријентисаним атријумом**

Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	416,48	9817,98	362,846	-379,463	92,569	48,901	24,062	1073,917	8,054	0,023	-288,490	-571,470	-370,925
Ходник ниво 1	73,92	376,99	4,254	0	0,568	3,945	0	0	0,124	10,718	0	-19,609	0
Ходник ниво 2	267,52	1467,71	11,282	-6,465	1,894	14,278	0	0	0,135	66,991	0	-88,114	0
Ходник ниво 3	206,72	773,13	4,581	-4,278	1,433	11,033	0	5,213	0,07	31,933	-2,076	-47,908	0
Ходник ниво 4	206,72	773,13	4,555	-4,219	1,432	11,033	0	5,238	0,068	32,037	-2,081	-48,064	0
Ходник ниво 5	206,72	773,13	4,616	-4,132	1,434	11,033	0	5,257	0,067	31,884	-2,080	-48,079	0
Ходник ниво 6	206,72	773,13	5,315	-3,748	1,446	11,033	0	5,291	0,066	30,149	-2,061	-47,491	0
Ходник ниво 7	206,72	773,13	6,857	-3,934	1,457	11,033	0	5,314	0,065	28,191	-2,027	-46,955	0
Комерц. зона	1011,36	5157,72	29,202	-215,649	319,254	148,646	54,768	164,492	4,362	0,011	-80,596	-340,169	-84,311
Пословна зона	817,76	4170,58	104,832	-124,825	30,696	91,981	81,051	160,476	3,482	0,002	-73,734	-250,669	-23,291
Собе ниво 3	504,64	1887,35	49,44	-53,820	17,907	59,252	43,073	39,452	1,563	0	-28,926	-118,384	-9,556
Собе ниво 4	504,64	1887,35	48,713	-53,237	17,912	59,252	43,073	40,038	1,548	0	-28,939	-118,571	-9,791
Собе ниво 5	504,64	1887,35	49,867	-53,419	17,921	59,252	43,073	40,432	1,534	0	-28,923	-118,721	-11,016
Собе ниво 6	504,64	1887,35	41,196	-51,928	18,228	59,252	43,073	40,797	1,520	0,004	-28,155	-115,788	-8,195
Собе ниво 7	504,64	1887,35	65,159	-52,500	18,054	59,252	43,073	41,190	1,510	0	-28,380	-117,898	-29,460
<b>Укупно</b>	<b>6143,84</b>	<b>34293,41</b>	<b>792,714</b>	<b>-1011,616</b>	<b>542,206</b>	<b>659,175</b>	<b>375,247</b>	<b>1627,106</b>	<b>24,169</b>	<b>231,942</b>	<b>-596,469</b>	<b>-2097,889</b>	<b>-546,546</b>

Модел М5: Хотел блок типа без атријума													
Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ходник ниво 1	173,28	883,73	13,911	0	1,419	9,248	0	0	0,866	15,459	0	-40,903	0
Ходник ниво 2	173,28	883,73	15,941	0	1,407	9,248	0	0	0,739	14,184	0	-41,520	0
Ходник ниво 3	234,08	875,46	10,324	0	1,824	12,493	0	6,539	0,387	15,492	-2,450	-44,610	0
Ходник ниво 4	234,08	875,46	10,497	0	1,819	12,493	0	6,568	0,361	15,669	-2,462	-44,945	0
Ходник ниво 5	234,08	875,46	10,562	0	1,819	12,493	0	6,568	0,355	15,710	-2,465	-45,042	0
Ходник ниво 6	234,08	875,46	10,858	0	1,822	12,493	0	6,575	0,355	15,346	-2,460	-44,988	0
Ходник ниво 7	234,08	875,46	15,915	0	1,834	12,493	0	6,598	0,357	9,502	-2,403	-44,297	0
Комерц. зона	1270,72	6480,67	64,760	-153,617	258,056	189,893	74,38	137,643	5,481	0,002	-62,291	-402,154	-112,150
Пословна зона	1270,72	6480,67	153,938	-140,826	47,855	142,929	125,946	171,511	5,411	0,015	-71,658	-381,348	-53,757
Собе ниво 3	632,32	2364,88	57,107	-71,845	22,361	74,244	53,971	82,368	1,953	0	-35,874	-149,418	-34,867
Собе ниво 4	632,32	2364,88	55,670	-72,669	22,332	74,244	53,971	82,840	1,935	0	-36,026	-149,993	-32,304
Собе ниво 5	632,32	2364,88	55,833	-72,638	22,334	74,244	53,971	83,000	1,916	0	-36,069	-150,263	-32,328
Собе ниво 6	632,32	2364,88	56,884	-72,301	22,359	74,244	53,971	83,201	1,898	0	-36,037	-150,309	-33,909
Собе ниво 7	632,32	2364,88	74,267	-70,635	22,534	74,244	53,971	83,630	1,883	0	-35,339	-148,870	-55,683
<b>Укупно</b>	<b>7220,00</b>	<b>30930,48</b>	<b>606,467</b>	<b>-654,533</b>	<b>429,774</b>	<b>785,001</b>	<b>470,182</b>	<b>757,041</b>	<b>23,898</b>	<b>101,380</b>	<b>-325,535</b>	<b>-1838,659</b>	<b>-354,999</b>

<b>Алтернатива А1: Модел М2 са повећаном природном вентилацијом у зони атријума на 1,2 измене ваздуха на час</b>													
Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	630,526	-296,785	162,664	81,378	40,044	1035,780	33,016	0,003	-262,611	-1074,802	-349,211
Ходник ниво 1	115,52	589,15	9,790	-0,004	0,913	6,165	0	0	0,238	12,199	0	-29,300	0
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	11,398	-4,134	2,041	14,661	0	0	0,130	54,694	0	-78,790	0
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	7,542	-3,428	2,240	16,284	0	6,180	0,104	39,288	-2,653	-65,557	0
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	7,566	-3,777	2,234	16,284	0	6,213	0,102	39,974	-2,660	-65,935	0
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	7,594	-4,104	2,229	16,284	0	6,230	0,101	40,633	-2,667	-66,299	0
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	7,687	-4,371	2,225	16,284	0	6,241	0,099	41,069	-2,671	-66,563	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	10,558	-4,010	2,242	16,284	0	6,281	0,098	36,884	-2,627	-65,709	0
Комерц. зона	635,36	3240,34	37,238	-110,737	145,896	93,092	33,897	115,694	2,741	0,003	-59,223	-203,573	-55,024
Пословна зона	635,36	3240,34	82,54	-90,120	23,947	71,465	62,973	116,164	2,705	0,005	-57,126	-193,141	-19,407
Собе ниво 3	604,96	2262,55	56,34	-72,703	21,384	71,028	51,636	70,304	1,870	0	-34,229	-142,944	-22,686
Собе ниво 4	604,96	2262,55	54,962	-72,742	21,366	71,028	51,636	70,834	1,852	0	-34,333	-143,405	-21,198
Собе ниво 5	604,96	2262,55	55,016	-72,979	21,364	71,028	51,636	71,175	1,834	0	-34,381	-143,706	-20,988
Собе ниво 6	604,96	2262,55	55,832	-72,924	21,381	71,028	51,636	71,458	1,817	0	-34,371	-143,827	-22,030
Собе ниво 7	604,96	2262,55	72,243	-71,375	21,536	71,028	51,636	72,000	1,803	0	-33,743	-142,579	-42,548
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>1106,833</b>	<b>-884,193</b>	<b>453,662</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1654,553</b>	<b>48,510</b>	<b>264,753</b>	<b>-563,296</b>	<b>-2626,129</b>	<b>-553,091</b>

**Алтернатива А2: Модел М2 са сенилима постављеним преко застакљеног дела омотача атријума**

Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	702,054	-149,618	161,620	81,378	40,044	450,428	13,398	0,008	-243,626	-874,651	-181,028
Ходник ниво 1	115,52	589,15	11,302	0	0,936	6,165	0	0	0,414	9,144	0	-27,961	0
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	15,166	-0,255	2,139	14,661	0	0	0,208	39,965	0	-71,885	0
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	9,898	-0,248	2,347	16,284	0	6,089	0,154	28,071	-2,488	-60,106	0
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	9,922	-0,295	2,342	16,284	0	6,123	0,145	28,405	-2,494	-60,433	0
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	9,958	-0,335	2,338	16,284	0	6,147	0,138	28,701	-2,499	-60,731	0
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	10,108	-0,371	2,335	16,284	0	6,155	0,132	28,801	-2,503	-60,941	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	13,774	-0,406	2,346	16,284	0	6,209	0,133	24,534	-2,469	-60,405	0
Комерц. зона	635,36	3240,34	38,842	-104,283	146,746	93,092	33,897	116,214	2,741	0,002	-58,499	-201,770	-66,980
Пословна зона	635,36	3240,34	85,065	-86,744	24,039	71,465	62,973	116,435	2,705	0,004	-56,595	-191,774	-27,568
Собе ниво 3	604,96	2262,55	58,777	-69,355	21,487	71,028	51,636	70,513	1,872	0	-33,926	-141,970	-30,062
Собе ниво 4	604,96	2262,55	57,394	-69,379	21,472	71,028	51,636	71,048	1,855	0	-34,021	-142,397	-28,635
Собе ниво 5	604,96	2262,55	57,485	-69,588	21,471	71,028	51,636	71,393	1,837	0	-34,064	-142,685	-28,513
Собе ниво 6	604,96	2262,55	58,337	-69,533	21,486	71,028	51,636	71,675	1,819	0	-34,057	-142,818	-29,574
Собе ниво 7	604,96	2262,55	74,966	-68,341	21,625	71,028	51,636	72,193	1,806	0	-33,474	-141,727	-49,712
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>1213,048</b>	<b>-688,750</b>	<b>454,729</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1070,623</b>	<b>29,358</b>	<b>187,634</b>	<b>-540,713</b>	<b>-2382,254</b>	<b>-442,072</b>

## Алтернатива Б1: Модел М2 са атријумом који се не климатизује

Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	0	0	152,419	81,378	40,044	1028,103	0	0,027	-238,084	-776,263	-287,598
Ходник ниво 1	115,52	589,15	12,884	-0,104	0,894	6,165	0	0	0,137	10,175	0	-30,151	-0,001
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	51,428	-26,694	1,974	14,661	0	0	0,130	39,481	0	-80,980	-0,006
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	35,825	-20,715	2,177	16,284	0	6,115	0,104	29,669	-2,626	-66,832	-0,001
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	35,808	-21,545	2,173	16,284	0	6,150	0,102	30,798	-2,632	-67,137	-0,002
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	35,767	-22,294	2,169	16,284	0	6,169	0,101	31,876	-2,638	-67,434	-0,002
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	35,802	-22,881	2,167	16,284	0	6,181	0,099	32,649	-2,642	-67,659	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	40,461	-21,746	2,179	16,284	0	6,217	0,098	26,282	-2,610	-67,164	-0,001
Комерц. зона	635,36	3240,34	44,593	-119,257	146,199	93,092	33,897	115,653	2,741	0,005	-58,865	-202,834	-55,219
Пословна зона	635,36	3240,34	87,649	-95,774	23,983	71,465	62,973	116,057	2,705	0,004	-57,085	-193,254	-18,719
Собе ниво 3	604,96	2262,55	61,149	-78,819	21,384	71,028	51,636	70,276	1,871	0	-34,174	-142,823	-21,528
Собе ниво 4	604,96	2262,55	59,720	-78,731	21,369	71,028	51,636	70,812	1,853	0	-34,27	-143,257	-20,16
Собе ниво 5	604,96	2262,55	59,783	-78,921	21,367	71,028	51,636	71,155	1,835	0	-34,316	-143,554	-20,014
Собе ниво 6	604,96	2262,55	60,574	-78,832	21,382	71,028	51,636	71,435	1,818	0	-34,311	-143,693	-21,037
Собе ниво 7	604,96	2262,55	76,929	-77,026	21,523	71,028	51,636	71,955	1,804	0	-33,726	-142,593	-41,530
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>698,370</b>	<b>-743,339</b>	<b>443,359</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1646,279</b>	<b>15,400</b>	<b>200,967</b>	<b>-537,98</b>	<b>-2335,630</b>	<b>-485,817</b>

## Алтернатива Б2: Модел М2 са отвореним атријумом

Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици			
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	
Атријум	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ходник ниво 1	115,52	589,15	17,715	0	0,940	6,162	0	6,249	0,386	2,907	-6,788	-27,572	-0,001	
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	48,499	-1,691	2,127	14,655	0	61,375	0,161	0,002	-49,356	-71,701	-4,069	
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	31,506	-2,171	2,302	16,277	0	48,642	0,119	0,057	-35,5	-61,232	0	
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	30,516	-3,277	2,27	16,277	0	55,124	0,113	0,005	-36,044	-62,715	-2,264	
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	29,371	-4,544	2,242	16,277	0	61,763	0,107	0,002	-36,586	-64,096	-4,534	
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	27,847	-6,258	2,211	16,277	0	70,916	0,103	0,001	-37,031	-65,589	-8,476	
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	32,033	-8,722	2,199	16,277	0	83,551	0,102	0,001	-36,769	-66,032	-22,638	
Комерц. зона	635,36	3240,34	49,815	-111,950	147,180	93,052	33,897	145,174	2,741	0,005	-78,031	-200,900	-80,978	
Пословна зона	635,36	3240,34	88,175	-89,275	24,055	71,465	62,973	116,572	2,705	0,005	-56,561	-191,832	-28,277	
Собе ниво 3	604,96	2262,55	61,288	-73,252	21,466	70,997	51,636	70,468	1,873	0	-33,952	-142,096	-28,428	
Собе ниво 4	604,96	2262,55	59,546	-74,558	21,431	70,997	51,636	70,955	1,854	0	-34,108	-142,706	-25,047	
Собе ниво 5	604,96	2262,55	59,190	-75,889	21,408	70,997	51,636	71,250	1,836	0	-34,219	-143,206	-23,002	
Собе ниво 6	604,96	2262,55	59,429	-77,111	21,398	70,997	51,636	71,474	1,818	0	-34,289	-143,57	-21,782	
Собе ниво 7	604,96	2262,55	75,395	-76,623	21,523	70,997	51,636	71,954	1,804	0	-33,749	-142,601	-40,338	
<b>Укупно</b>	<b>6211,36</b>	<b>25489,39</b>	<b>670,325</b>	<b>-605,320</b>	<b>292,753</b>	<b>621,704</b>	<b>355,050</b>	<b>1005,466</b>	<b>15,723</b>	<b>2,985</b>	<b>-542,983</b>	<b>-1525,848</b>	<b>-289,834</b>	



Модел М2 западно оријентисан													
Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	669,881	-299,010	159,194	81,378	40,044	830,627	13,366	0,004	-264,664	-899,723	-331,092
Ходник ниво 1	115,52	589,15	10,442	-0,007	0,911	6,165	0	0	0,231	11,538	0	-29,281	0
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	13,930	-4,169	2,047	14,661	0	0	0,145	50,782	0	-77,395	0
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	9,110	-3,423	2,246	16,284	0	6,679	0,114	36,031	-2,592	-64,450	0
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	9,111	-3,631	2,242	16,284	0	6,715	0,111	36,580	-2,600	-64,811	0
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	9,018	-3,809	2,238	16,284	0	6,732	0,106	37,234	-2,608	-65,193	0
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	8,947	-3,971	2,235	16,284	0	6,744	0,103	37,746	-2,614	-65,473	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	12,165	-3,688	2,250	16,284	0	6,782	0,103	33,422	-2,575	-64,743	0
Комерц. зона	635,36	3240,34	35,032	-127,837	144,857	93,092	33,897	145,872	2,741	0,003	-59,731	-205,769	-62,154
Пословна зона	635,36	3240,34	76,473	-107,127	23,678	71,465	62,973	148,877	2,705	0,005	-57,705	-195,852	-25,487
Собе ниво 3	604,96	2262,55	51,521	-76,445	21,263	71,028	51,636	82,405	1,868	0	-34,498	-144,210	-24,568
Собе ниво 4	604,96	2262,55	50,304	-75,839	21,25	71,028	51,636	82,844	1,85	0	-34,586	-144,625	-23,859
Собе ниво 5	604,96	2262,55	50,321	-75,926	21,248	71,028	51,636	83,107	1,832	0	-34,634	-144,923	-23,689
Собе ниво 6	604,96	2262,55	51,106	-75,755	21,267	71,028	51,636	83,328	1,815	0	-34,620	-145,025	-24,779
Собе ниво 7	604,96	2262,55	67,065	-73,887	21,439	71,028	51,636	83,864	1,798	0	-33,945	-143,585	-45,413
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>1124,426</b>	<b>-934,524</b>	<b>448,365</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1574,574</b>	<b>28,889</b>	<b>243,344</b>	<b>-567,373</b>	<b>-2455,06</b>	<b>-561,042</b>

Модел М2 северно оријентисан													
Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	675,363	-276,051	159,187	81,378	40,044	779,342	13,368	0,004	-262,693	-897,279	-312,660
Ходник ниво 1	115,52	589,15	10,474	-0,003	0,914	6,165	0	0	0,248	11,342	0	-29,139	0
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	13,973	-2,825	2,054	14,661	0	0	0,148	48,792	0	-76,803	0
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	9,140	-2,412	2,255	16,284	0	6,214	0,116	35,002	-2,597	-64,002	0
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	9,153	-2,713	2,249	16,284	0	6,247	0,112	35,654	-2,604	-64,382	0
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	9,103	-2,984	2,243	16,284	0	6,263	0,109	36,375	-2,612	-64,781	0
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	9,100	-3,200	2,239	16,284	0	6,273	0,107	36,901	-2,617	-65,086	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	12,387	-3,011	2,253	16,284	0	6,309	0,107	32,653	-2,579	-64,403	0
Комерц. зона	635,36	3240,34	34,380	-121,307	144,730	93,092	33,897	141,322	2,741	0,003	-60,331	-206,218	-62,306
Пословна зона	635,36	3240,34	74,561	-104,252	23,670	71,465	62,973	150,157	2,705	0,005	-58,247	-196,372	-26,660
Собе ниво 3	604,96	2262,55	51,632	-80,307	21,255	71,028	51,636	87,294	1,868	0	-34,484	-144,279	-25,643
Собе ниво 4	604,96	2262,55	50,637	-80,041	21,245	71,028	51,636	87,716	1,850	0	-34,562	-144,660	-24,849
Собе ниво 5	604,96	2262,55	50,710	-80,221	21,245	71,028	51,636	87,967	1,832	0	-34,607	-144,947	-24,644
Собе ниво 6	604,96	2262,55	51,522	-80,104	21,263	71,028	51,636	88,183	1,815	0	-34,594	-145,050	-25,698
Собе ниво 7	604,96	2262,55	67,464	-78,087	21,433	71,028	51,636	88,705	1,799	0	-33,930	-143,632	-46,416
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>1129,601</b>	<b>-917,516</b>	<b>448,234</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1541,990</b>	<b>28,925</b>	<b>236,732</b>	<b>-566,456</b>	<b>-2451,030</b>	<b>-548,876</b>

<b>Модел М2 источно оријентисан</b>													
Топлотна зона	Површина [m <sup>2</sup> ]	Запремина [m <sup>3</sup> ]	Потребна финална енергија				Топлотни добици				Топлотни губици		
			За грејање простора [GJ]	За хлађење простора [GJ]	Од људи [GJ]	Од осветљења [GJ]	Од електричне опреме [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]	Кроз транспар. површине [GJ]	Од проветравања [GJ]	Кроз нетранспар. површине [GJ]
Атријум	693,12	16242,21	615,661	-365,852	157,544	81,378	40,044	1019,596	13,364	0,002	-264,898	-913,801	-383,038
Ходник ниво 1	115,52	589,15	10,047	-0,014	0,906	6,165	0	0	0,197	12,297	0	-29,598	0
Ходник ниво 2	274,72	1401,07	12,033	-6,180	1,996	14,661	0	0	0,133	57,831	0	-80,474	0
Ходник ниво 3	305,12	1141,15	7,974	-5,147	2,194	16,284	0	6,587	0,106	41,474	-2,645	-66,827	0
Ходник ниво 4	305,12	1141,15	7,984	-5,436	2,190	16,284	0	6,623	0,104	42,085	-2,653	-67,180	0
Ходник ниво 5	305,12	1141,15	7,964	-5,689	2,186	16,284	0	6,641	0,102	42,705	-2,661	-67,531	0
Ходник ниво 6	305,12	1141,15	7,993	-5,907	2,184	16,284	0	6,655	0,100	43,128	-2,666	-67,772	0
Ходник ниво 7	305,12	1141,15	10,939	-5,366	2,202	16,284	0	6,697	0,099	38,680	-2,623	-66,911	0
Комерц. зона	635,36	3240,34	38,199	-117,415	145,955	93,092	33,897	118,093	2,741	0,003	-59,251	-203,425	-51,886
Пословна зона	635,36	3240,34	82,332	-96,315	23,934	71,465	62,973	122,729	2,705	0,005	-57,463	-193,764	-18,595
Собе ниво 3	604,96	2262,55	54,862	-71,665	21,335	71,028	51,636	69,486	1,868	0	-34,782	-143,313	-20,455
Собе ниво 4	604,96	2262,55	53,363	-71,270	21,317	71,028	51,636	70,003	1,850	0	-34,889	-143,783	-19,255
Собе ниво 5	604,96	2262,55	53,364	-71,392	21,315	71,028	51,636	70,335	1,833	0	-34,937	-144,087	-19,093
Собе ниво 6	604,96	2262,55	54,157	-71,257	21,332	71,028	51,636	70,601	1,815	0	-34,925	-144,199	-20,188
Собе ниво 7	604,96	2262,55	70,482	-69,681	21,493	71,028	51,636	71,141	1,800	0	-34,266	-142,895	-40,736
<b>Укупно</b>	<b>6904,48</b>	<b>41731,60</b>	<b>1087,353</b>	<b>-968,586</b>	<b>448,084</b>	<b>703,316</b>	<b>395,094</b>	<b>1645,188</b>	<b>28,817</b>	<b>278,209</b>	<b>-568,659</b>	<b>-2475,560</b>	<b>-573,247</b>

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

Милица Вујошевић рођена је 1986. године у Подгорици, где је завршила основну и средњу школу. Средњу грађевинско-геодетску школу „Инж. Марко Радевић“ у Подгорици (смер високоградња) завршила је као ђак генерације, са просечном оценом 5,0. Архитектонски факултет Универзитета у Београду уписала је 2004. године. Основне академске студије завршила је 2007. године, са просечном оценом 9,69. Након тога уписује мастер студије на истом факултету, смер урбанизам, које завршава са просечном оценом 9,49. Дипломирала је 2009. године, са оценом 10, код проф. др Милорада Рибара са пројектом базенске хале и хале за борилачке спортове у оквиру комплекса „Пионир“ у Београду. Исте године уписује докторске академске студије на Архитектонском факултету у Београду (основна област истраживања – архитектура, ужа област истраживања – технологије у архитектури и менаџмент и биоклиматска и еколошка архитектура). Током школовања, Милица Вујошевић је за свој рад константно била награђивана студентским стипендијама.

Своју професионалну каријеру Милица Вујошевић започиње 2009. године. Од тада паралелно ради у својству пројектанта, надзора при извођењу радова, учествује на архитектонским изложбама и конкурсима, бави се научним радом и објављује текстове из области архитектуре. Као пројектант радила је на неколико идејних и главних пројеката. Стручни испит за архитектонску струку положила је у Инжењерској комори Србије у јуну 2012. године. Члан је Асоцијације српских архитеката и има статус самосталног уметника од 2014. године. Учествује на научноистраживачким пројектима технолошког развоја од 2011. године. У периоду од 2009-2015. године у неколико наврата боравила је на стручном усавршавању и професионалном раду у Чешкој републици. Течно говори енглески и чешки језик, а служи се немачким и италијанским језиком.

Као истраживач–докторант, Милица Вујошевић учествовала је у научноистраживачком пројекту „Просторни, еколошки, енергетски и друштвени аспекти развоја насеља и климатске промене – међусобни утцаји“, који је финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике

Србије, од 2011-2015. године. Носилац пројекта био је Институт за архитектуру и урбанизам Србије, а руководилац др Мила Пуцар.

У летњем семестру школске 2012/2013 године, Милица Вујошевић је као студент докторских студија била ангажована за помоћ у настави на предмету „Студио пројекат М5.1“ на првој години Мастер студија на Архитектонском факултету у Београду, којим је руководила проф. др Александра Крстић-Фурунџић. У летњем семестру школске 2014/2015 године, Милица Вујошевић је била ангажована за помоћ у настави на предметима „Студио пројекат 2 - АК“ на другој години основних студија (руководилац доц. др Александар Рајчић) и „Студио М02АТ“ (руководилац проф. др Александра Крстић-Фурунџић) на првој години Мастер студија на Архитектонском факултету у Београду.

Милица Вујошевић се активно бави научним радом у области одрживе архитектуре, као и стручним радом у области архитектонског и урбанистичког пројектовања. Тежиште рада након дипломирања претежно је на научном раду. Допринос архитектонској струци и научној мисли остварује кроз сталну јавну активност, учешћем на научним и стручним скуповима у земљи и иностранству. Учествовала на више домаћих и међународних научних скупова, конференција и едукативних програма. Самостално или са коауторима објавила је више научних и стручних радова из области архитектуре у домаћим и иностраним часописима и зборницима научно-стручних скупова, конференција и конгреса.

## **БИБЛИОГРАФИЈА РАДОВА**

### **Рад објављен у истакнутом међународном научном часопису (M22):**

Vujosevic, L. M., Popovic J. M. (2015). The comparison of the energy performance of hotel buildings using PROMETHEE decision-making method. *Thermal Science*, DOI:10.2298/TSCI150409098V. ISSN 0354-9836, IF 1.222

**Радови објављени у зборницима радова са међународних научних скупова (МЗЗ):**

Miljuš, M., Vujošević, M. (2013). Relation towards brownfield sites in the urban planning strategies. U *Regional development, spatial planning and strategic governance conference proceedings* (150-159). Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije.

Vujošević, M. (2012). About sustainable architecture – a definition. U *Protection and Restoration of the Environment Proceedings* (284). Thessaloniki, Greece: Aristotle University of Thessaloniki.

Vujošević, M., Stojanović, M. (2012). Financial impact on architecture of Belgrade banks - now and then. U *Arhitektura i ideologija* (118). Beograd: Arhitektonski fakultet u Beogradu.

Vujošević, M. (2012). About sustainable architecture. U *PhIDAC Proceedings* (271-278). Niš: Građevinsko-arhitektonski fakultet.

Vujošević, M. (2012). Example of cost effectiveness of individual solar collector installation and its contribution to the environment protection. U *ISES-Europe Solar Conference „Euro Sun 2012“*. Rijeka, Hrvatska: Hrvatski savez za sunčevu energiju.

Vujošević, M. (2011). Application of information and communication technologies in calculation of energy performances of buildings. U *PhIDAC Proceedings* (377-382). Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.

Vujošević, M. (2011). Relation of modern designers toward tradition and historic forms – works of architect Ivan Antić. U *Arhitektura i urbanizam - Građevinarstvo - Geodezija. Juče, Danas, Sutra*. Banjaluka, Bosna i Hercegovina: Arhitektonsko-građevinski fakultet.

Krstić-Furundžić, A., Vujošević, M., Brajković, J. (2011). Analysis of current state of regional legislation in comparison with European Energy Performance of Buildings Directive. U *Industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama Jugoistočne Evrope*. Beograd: Društvo termičara Srbije.

**Радови објављени у зборницима радова са националних научних скупова (М63):**

Vujošević, M, Krstić-Furundžić, A. (2015). *Zaštita životne sredine i hotelski objekti. U Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja* (483-488). Beograd: Savez građevinskih inženjera Srbije.

Миљуш, М., Вујошевић, М. (2012). Девастиране локације индустријског наслеђа: анализа фактора који утичу на процес ревитализације. У *Индустријско наслеђе / проблеми и могућности интегративне заштите, презентације и ревитализације* (201-212). Београд: Завод за заштиту споменика културе града Београда.

Vujošević, M., Miljuš, M. (2012). Upravljanje naučnoistraživačkim projektima u oblasti arhitekture, urbanizma i građevinarstva. U *Instalacije i arhitektura* (143-150). Beograd: Arhitektonski fakultet.

Vujošević, M. (2012). Analiza ekološkog aspekta razvoja gradova Srbije sa stanovišta lokalne samouprave. U *Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja*. Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije.

Vujošević, M. (2012). Economic calculation of the individual solar collector installation. U *Građevinarstvo – nauka i praksa*. Podgorica: Građevinski fakultet.

Vujošević, M. (2011). Primena informaciono-komunikacionih tehnologija u projektovanju i građenju energetski efikasnih objekata. U *Instalacije i arhitektura* (187-192). Beograd: Arhitektonski fakultet.

Vujošević, M. (2010). Fasada koja proizvodi energiju. Estetska, ekološka i energetska karakteristika fotonaponskih panela. U *Instalacije i arhitektura* (181-186). Beograd: Arhitektonski fakultet.

Vujošević, M. (2010). Strateški problemi implementacije principa održivosti u projektovanju i rekonstrukciji objekata u Srbiji. Instrumenti za podsticanje izgradnje energetski efikasnih objekata. U *PhIDAC Proceedings* (399-404). Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.

**Превод изворног текста у облику студије, поглавља или чланка (М44):**

Брајковић, Ј., Вујошевић, М. (2011). Разговор са Тојом Итом. У Бојанић, П., Ђокић, В. (ур.), *Дијалози са архитектама: о речи архитекте као архитектуралном акту*. Београд: Архитектонски факултет. Стр. 89-99.

**Рад у стручној публикацији:**

Вујошевић, М. (2015). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 4: Тржни центри. *Архитектура, 188*. Београд: Асоцијација српских архитеката. Стр. 18-19.

Вујошевић, М. (2015). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 3: Пословни комплекс *River City*. *Архитектура, 187*. Београд: Асоцијација српских архитеката. Стр. 13-15.

Вујошевић, М. (2014). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 2: Гранд хотел Камеха. *Архитектура, 186*. Београд: Асоцијација српских архитеката. Стр. 18-19.

Вујошевић, М. (2014). Атријумски тип у архитектури комерцијалних објеката 1: Симбол моћи. *Архитектура, 185*. Београд: Асоцијација српских архитеката. Стр. 18 -19.

Алфиревић, Ђ., Вујошевић, М., Николић, Ђ., Станковић, Б., Трифуновић, Д. Туфегчић, П. (2011). 104/180476ДЈ. У Рашковић, И. (ур.), *Бетон хала, Београд / Каталог конкурсних радова*. Београд: Друштво архитеката Београда. Стр. 74.



## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписани-а \_\_\_\_\_ Милица Вујошевић \_\_\_\_\_

број индекса \_\_\_\_\_ 9/Д2009 \_\_\_\_\_

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

\_\_\_\_\_ МОДЕЛИ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИХ ГРАДСКИХ ХОТЕЛА \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ У КЛИМАТСКИМ УСЛОВИМА БЕОГРАДА \_\_\_\_\_

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 15.09.2015.

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ  
ДОКТОРСКОГ РАДА**

Име и презиме аутора \_\_\_\_\_ Милица Вујошевић \_\_\_\_\_  
Број индекса \_\_\_\_\_ 9/Д2009 \_\_\_\_\_  
Студијски програм \_\_\_\_\_ Архитктура и урбанизам \_\_\_\_\_  
Наслов рада \_\_\_\_\_ МОДЕЛИ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИХ ГРАДСКИХ ХОТЕЛА  
\_\_\_\_\_ У КЛИМАТСКИМ УСЛОВИМА БЕОГРАДА \_\_\_\_\_  
Ментор \_\_\_\_\_ Проф. др Александра Крстић-Фурунџић \_\_\_\_\_  
Потписани/а \_\_\_\_\_ Милица Вујошевић \_\_\_\_\_

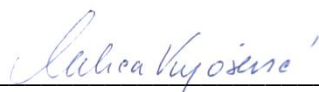
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 15.09.2015.

  
\_\_\_\_\_

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

МОДЕЛИ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИХ ГРАДСКИХ ХОТЕЛА

У КЛИМАТСКИМ УСЛОВИМА БЕОГРАДА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

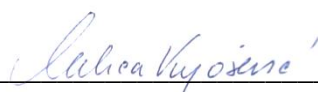
5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 15.09.2015.

  
\_\_\_\_\_

1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.