

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Урош Д. Весић

**ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ
МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ
ОБЈЕКТА СОЦИЈАЛНОГ
СТАНОВАЊА
У СРБИЈИ**

докторска дисертација

Београд, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ARCHITECTURE

Uroš D. Vesić

**ENERGY EFFICIENCY OF
SOCIAL HOUSING
MATERIALISATION MODELS
IN SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ И ЧЛАНОВИМА КОМИСИЈЕ

Ментор:

1. _____

др Александра Крстић – Фурунџић, дипл.инж.арх.,
редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду

Чланови комисије:

2. _____

др Александар Рајчић, дипл.инж.арх.,
доцент Архитектонског факултета Универзитета у Београду,

3. _____

др Мила Пуцар, дипл.инж.арх.,
научни саветник Института за архитектуру и урбанизам Србије.

Место одбране:

Архитектонски факултет Универзитета у Београду

Датум одбране:

ЗАХВАЛНИЦЕ

Најискреније се захваљујем ментору Проф. др Александри Крстић-Фурунџић на свесрдној помоћи у свакој фази израде ове докторске дисертације, перманентној мотивацији и безрезервном личном ангажовању.

Велику захвалност дугујем доц. др Александру Рајчићу чије је огромно знање и искуство у области грађевинске физике и информатике значајно допринело коначном уобличавању ове дисертације.

Захваљујем се др Мили Пуцар на добрим и правовременим стручним саветима који су допринели квалитету ове дисертације.

Посебно се захваљујем свим колегама са Департмана за архитектонске технологије на разумевању и подршци током израде ове дисертације.

Коначно, највећу захвалност дугујем својој супрузи и породици који су увек били ту да ми пруже безрезервну љубав, подршку и мотивацију током свих ових година.

Енергетска ефикасност Модела материјализације објеката социјалног становања у Србији

Сажетак

Примена принципа енергетске ефикасности у пројектовању и грађењу објеката социјалног становања у најразвијенијим државама ЕУ прерасла је у последњих неколико деценија из домена појединачних експерименталних пројеката у веома успешну архитектонско-грађевинску праксу која се и даље развија - управо у смислу повећања енергетске ефикасности самих објеката. Са друге стране, Србија последњих година тек успоставља прве институционалне и законске оквире и у домену социјалног становања и у домену енергетске ефикасности зграда.

Стамбени фонд јавног ренталног становања (JPC) у Србији, иако је у приличној мери нов јер датира од 2005. године, већ данас је субстандардних енергетских својстава, како је показало истраживање у оквиру ове дисертације.

Циљ истраживања ове дисертације је био у томе да се и у Србији упостави пракса пројектовања и градње нових енергетски ефикасних објеката JPC, узимајући у обзир све релевантне специфичности у Србији.

Да би се ово остварило, развијена је посебна методологија која се базира на формирању, анализи и валоризацији Модела материјализације објеката JPC у Србији. Сходно компетенцији архитектонске струке, енергетска ефикасност објеката JPC постигнута је искључиво архитектонско-грађевинским мерама на термичком омотачу објекта и на габариту објекта. Анализом стамбеног фонда JPC у Србији утврђен је типолошки спектар објеката и ниво енергетске ефикасности који су адекватни за будуће објекте JPC у Србији - на основу којих је формиран одређен број Модела материјализације. Енергетска својства ових Модела утврђена су софтверским нумеричким поступком како би се добиле вредности годишње потребне енергије за грејање сваког од њих, утврдио њихов енергетски разред и одредила количина годишње емисије CO₂. Модели су потом међусобно упоређивани и вредновани на основу претходно утврђених критеријума. На тај

начин дошло се до осамнаест Модела материјализације који представљају опсег адекватних решења за будуће објекте ЈРС у Србији, у оквиру којег је могуће одмах (још у току конципирања и пројектовања објекта ЈРС) одабрати онај Модел који би у конкретним пројектним условима био оптималан за задату локацију са аспекта енергетске ефикасности.

Резултати и закључци истраживања ове дисертације преточени су у пројектантске препоруке за пројектовање будућих објеката ЈРС у Србији законом прописаног нивоа енергетске ефикасности. Поред тога, установљен је и јасан методолошки поступак за формирање, анализу и валоризацију Модела материјализације који је применљив не само на објекте ЈРС у Србији већ и на било који други тип објекта у било којој држави.

Кључне речи:

социјално становање, јавно рентално становање, енергетска ефикасност, модели материјализације, термички омотач објекта, годишња потребна енергија за грејање

Научна област:

Архитектура

Ужа научна област:

Архитектонске конструкције, материјали и физика зграда

УДК број:

728.2:620.4(043.3)

Energy Efficiency of Social Housing Materialisation Models in Serbia

Abstract

In the past few decades, building of energy efficient social housing real estates in the most developed EU countries has arisen from singular experimental projects to a very successful nascent course. The current development of the quality of social housing buildings is irrevocably moved towards improvement of its' own energy efficiency. In the past few years, Serbia began to establish institutional and legislative framework for both energy efficiency of buildings and social housing matter for the first time since the failure of previous socialistic order.

Although total dwellings of social housing stock in Serbia is almost brand new (since 2005), this research showed that energy performances of these buildings are below the new standards of energy efficiency (established in 2012) in Serbia.

Research aim of this dissertation was to define what kind of building of energy efficient social housing real estates is appropriate for Serbia, regarding all relevant Serbian specificities.

In order to do so, a new methodology based on forming, analysis and valuation of Materialisation Models has been developed and introduced in this dissertation. Energy efficiency of these Models is accomplished solely by architectural tools (such as: materialisation of thermal envelope and architectural form of the building), according to the competence of the architectural profession. On the basis of the previous analysis of serbian social housing stock – four representative building types (that are adequate for future social housing in Serbia) were defined, as well as the expected levels of energy efficiency, and according to this, a certain number of Materialisation Models were formed to represent these. Energy properties of the Models were calculated by a professional software in order to get exact values of their annual energy demand for heating, their energy class and the amount of CO₂ emission. After that, the Models were compared and valued on the basis of previously ascertained criteria. Thus, eighteen Materialisation Models were recognised to be the diapason of adequate

future building solutions for energy efficient social housing in Serbia. In each specific case (at the very beginning of drafting and design of a social housing building), it is possible to find the optimal solution by choosing one of these eighteen Materialisation Models that has the most suitable energy properties for this specific location.

The research results and the conclusions made in this dissertation were transformed into guidelines for the design of future energy efficient social housing buildings in Serbia. The concise methodology for forming, analysis and valuation of Materialisation Models that was established in this dissertation is not only applicable to social housing in Serbia, but is also applicable to any other building type in any other country.

Key words:

Social housing, Public rented housing, Energy efficiency, Materialization Models, Thermal envelope, Annual energy demand for heating

СПИСАК СЛИКА, СХЕМА, ТАБЕЛА И ГРАФИКОНА

СЛИКЕ:

- Слика 2.1: Упоредни приказ неких од стандарда за нискоенергетске објекте који садрже различите обиме појмова и методе калкулације
Извор: Thomsen/Wittchen, *European national strategies to move towards very low energy buildings*, SBI (Danish Building Research Institute) 2008.....27
- Слика 2.2: Пасивхаус захтеви
Извор: Passivhaus Institut, *Passive house requirements*.....29
- Слика 2.3: Комплекс од 8 објеката за социјално становање "Bourbon Lane" у западном Лондону
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/>36
- Слика 2.4: Комплекс од 8 објеката JPC "Bourbon Lane" – ситуација и шире окружење
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/>.....36
- Слика 2.5: "Bourbon Lane" – једна од стамбених ламела - основе станова на два нивоа
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/> ,37
- Слика 2.6: "Bourbon Lane" – детаљ фасаде и подужни пресек кроз објекат
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/> ,37
- Слика 2.7: "Bourbon Lane" – челична скелетна конструкција на армирано-бетонским темељима
Извор: http://www.cartwrightpickard.com/sectors/environment/288_bourbon-lane.aspx ,38
- Слика 2.8: "Bourbon Lane" – фасада је израђена од префабрикованих панела
Извор: http://www.cartwrightpickard.com/sectors/environment/288_bourbon-lane.aspx , 02.01.2013..38
- Слика 2.9: "Соларни град", Линц, Аустрија
Извор: <http://www.advantageaustria.org/ca/events/BOKU.pdf>43
- Слика 2.10: Пасивхаус објекти у "Соларном граду"
Извор: <http://www.treberspurg.com/wp/wp-content/uploads/2008/10/1-3-ebslinz2.pdf>46
- Слика 2.11: Стамбени блок JPC у Бечу (адреса: Pantucekgasse Roschegasse)
Извор: http://www.paufm.org/committee/Energy/Zagreb6-7OCT14/Presentation_Trebersburg.pdf46
- Слика 2.12: Стамбени блок JPC, Pantucekgasse Roschegasse, Беч - Пресек кроз блок
Извор: Treberspurg und PartnerArchitekten ZT GmbH, Vienna.....46
- Слика 2.13: Стамбени блок JPC у Бечу, Pantucekgasse Roschegasse – уличне фасаде
Извор: Treberspurg und PartnerArchitekten ZT GmbH, Vienna.....47
- Слика 2.14: Архитектонско решење за елиминацију хладног моста
Извор: <http://www.zelenarchitektura.sk/2010/08/roschegasse-vieden/>48
- Слика 2.15: Лоденареал – ситуација и положај стамбених блокова
Извор: <http://www.din-a4.at/en/dina4-projekte/passivhaus-wohnanlage-lodenareal-2/>50
- Слика 2.16: Лоденареал - насеље JPC у Инсбруку
Извор: <http://www.din-a4.at/en/dina4-projekte/passivhaus-wohnanlage-lodenareal-2/>50
- Слика 2.17: Ваубан, Фрајбург – план насеља
Извор: https://ar0080.wordpress.com/02_assignment-1/55

Слика 2.18: Ваубан, Фрајбург - Соларни панели као кровни покривач	
Извор: http://www.vauban.de/en/fotos	56
Слика 2.19: Ваубан, Фрајбург - Соларна пасивна стамбена зграда "ISIS" (јужна и северна фасада)	
Извор: http://www.ecbcs.org/docs/Annex_38_Germany_Freiburg.pdf	56
Слика 2.20: Пресек и основе пасивне соларне стамбене зграде "ISIS" са приказом положаја термоизолације и разводом инсталација за HRV и грејање	
Извор: http://www.ecbcs.org/docs/Annex_38_Germany_Freiburg.pdf	58
Слика 2.21: Стамбено-пословни кварт "Велфенштрасе", Минхен – ситуација	
Извор: http://www.muenchenarchitektur.com/architekturhighlights/17-wohnungsbauten/17361-eine-gebaeudefaltung-in-der-welfenstrasse	58
Слика 2.22: Широка понуда станова различитих величина и структура	
Извор: http://www.muenchenarchitektur.com/architekturhighlights/17-wohnungsbauten/17361-eine-gebaeudefaltung-in-der-welfenstrasse	59
Слика 2.23: Флексибилан, светао ентеријер који је у стању да задовољи различите животне стилове	
Извор: http://www.muenchenarchitektur.com/architekturhighlights/17-wohnungsbauten/17361-eine-gebaeudefaltung-in-der-welfenstrasse	60
Слика 2.24: Архитектонска разноликост зграда и унутрашњих дворишта у оквиру кварта	
Извор: http://www.studiob-landscape.com/welfenstrasse02.html	60
Слика 2.25: Изглед новопроектваног кварта; "ZAC Claude Bernard" је други објект слева	
Извор: www.feichtingerarchitectes.com	63
Слика 2.26: "ZAC Claude Bernard" - стамбено-пословни објект JPC	
Извор: http://www.feichtingerarchitectes.com/display_project.php/2/294	63
Слика 2.27: "ZAC Claude Bernard" – Основе типских спратова	
Извор: http://www.v2com.biz/index.php?option=com_content&view=article&id=1389:zac-claude-bernard-par-by-dietmar-feichtinger-architectes&catid=35:projetsarchitecture&Itemid=142	64
Слика 2.28: "ZAC Claude Bernard" – Ентеријер стана	
Извор: www.feichtingerarchitectes.com	64
Слика 2.29: Новопроектвани кварт у Булоњ-Бијанкуру (лево) и објект JPC "ZAC Sequin" (десно)	
Извор: http://openbuildings.com/buildings/sustainable-dwellings-in-paris-profile-40567	66
Слика 2.30: "ZAC Sequin" – Поречни пресек и основа типског спрата	
Извор: http://afasiaarq.blogspot.com/2012/04/colomer-dumont-mcbad.html	66
Слика 2.31: "ZAC Sequin" – Фасаде према дворишту (лево и средина) и уличне фасаде (десно)	
Извор: http://openbuildings.com/buildings/sustainable-dwellings-in-paris-profile-40567	67
Слика 2.32: "Parkrand" стамбени блок JPC у Амстердаму – фасада према парку и фасада према улици	
Извор: http://www.housingprototypes.org/project?File_No=NL008	69
Слика 2.33: "Parkrand" стамбени блок JPC у Амстердаму – унутрашња организација блока	
Извор: http://www.housingprototypes.org/project?File_No=NL008	70

Слика 2.34: "Parkrand" блок JPC у Амстердаму – дизајн заједничких простора унутар мега-блока Извор: http://www.archined.nl/oem/reportages/parkrand/parkrand-eng.html	71
Слика 2.35: "Parkrand" блок JPC у Амстердаму – примена уникатне глазиране фасадне опеке. Извор: http://www.archined.nl/oem/reportages/parkrand/parkrand-eng.html	71
Слика 2.36: "Parkrand" – основа првог спрата Извор: http://www.archined.nl/oem/reportages/parkrand/parkrand-eng.html	71
Слика 2.37: "Parkrand" – основа другог спрата (где се налазе заједнички простори – "собе") Извор: http://www.archined.nl/oem/reportages/parkrand/parkrand-eng.html	71
Слика 2.38: Примери Модела ЕУ-1 (објекти у Линцу – слике горе и доле лево, Фрајбургу – слика доле у средини и Лондону – слика доле десно).....	79
Слика 2.39: Модел ЕУ-2 настао је на основу објеката JPC у Инсбруку, Бечу и Минхену (доње слике).....	81
Слика 2.40: Модел ЕУ-3 настао је на основу објеката JPC у Паризу.....	82
Слика 2.41: Модел ЕУ-4 настао је на основу објекта JPC у Амстердаму (слика лево). Слични објекти изведени су у Лиону (слика у средини) и Мадриду (слика десно) Извор: http://www.actuarchi.com/tag/bureaux/page/3/ и http://www.e-architect.co.uk/madrid/mirador-sanchinarro	84
Слика 3.1: Објекат JPC у Панчеву – победничко конкурсно решење и изведени објекат Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.17	96
Слика 3.2: Објекат JPC у Панчеву – конкурсно решење - основа приземља и типског спрата УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.17.....	97
Слика 3.3: Објекат JPC у Панчеву – победничко конкурсно решење – попречни и подужни пресек УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.17.....	97
Слика 3.4: Објекат JPC у Панчеву – у изградњи Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.17.....	98
Слика 3.5: Објекти JPC у Старој Пазови – Идентични по форми, организацији и материјализацији термичког омотача а различити по оријентацији према странама света Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.19.....	97
Слика 3.6: Објекти JPC у Старој Пазови – Основа приземља и Основа типског спрата Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Никола Кораћ дипл.инж.арх.....	99
Слика 3.7: Зенитално осветљење степеништа (доле лево) и Објекат у изградњи (доле десно) Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.19.....	100

Слика 3.8: Објекти ЈРС у Нишу	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.15.....	101
Слика 3.9: Објекти ЈРС у Нишу – Попречни пресек (доле лево) и Главна фасада (доле десно)	
Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Горан Јовановић дипл.инж.арх.....	102
Слика 3.10: Објекти ЈРС у Нишу – у изградњи	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.15.....	102
Слика 3.11: Објекти ЈРС у Нишу – Ситуација и Основа типског спрата	
Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Горан Јовановић дипл.инж.арх.....	102
Слика 3.12: Објекти ЈРС у Крагујевцу	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.11.....	103
Слика 3.13: Ситуација (предметни објекти су означени црвеном бојом) и варијантна решења станова различитих величина и структура	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.22.....	104
Слика 3.14: Објекти ЈРС у Крагујевцу у изградњи	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.52.....	104
Слика 3.15: Објекти ЈРС у Крагујевцу – Ситуација Блока Авала и Главна фасада објекта "Л6"	
Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Зоран Милојковић дипл.инж.арх.....	105
Слика 3.16: Објекат "Л6" – Главна фасада (доле лево) и Задња фасада (доле десно)	
Извор: ГСА Крагујевац.....	106
Слика 3.17: Објекат ЈРС у Крагујевцу, "Л6" – Основа типског спрата и Попречни пресек	
Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Зоран Милојковић дипл.инж.арх.....	106
Слика 3.18: Објекти ЈРС у Чачку	
Извор: ГСА Чачак.....	107
Слика 3.19: Објекти ЈРС у Чачку – Ситуација (доле лево) и Основа типског спрата (доле десно)	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.27.....	108
Слика 3.20: Објекти ЈРС у Чачку – подужни и попречни пресек; објекти у изградњи	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.27и 57.....	108
Слика 3.21: Објекти ЈРС у Краљеву	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.13.....	110
Слика 3.22: Објекти ЈРС у Краљеву – у изградњи (лево); Основа типског спрата (десно)	
Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.27 и 56.....	111

Слика 3.23: Објекти ЈРС у Краљеву - Сарадња са немчком Мисијом у Србији HELP Извор: ОСА Краљево.....	112
Слика 3.24: Објекат ЈРС у Краљеву (Борачко насеље) – Главна фасада и фасада ка суседу Извор: ОСА Краљево.....	112
Слика 3.25: Објекат ЈРС у Ваљеву (Ново Насеље) – Градитељски контекст Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008., УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.21.....	113
Слика 3.26: Објекат у Новом Насељу – у изградњи Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.59.....	114
Слика 3.27: Објекат у Новом Насељу – Основа приземља (лево) и Основа типског спрата (десно) Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.24.....	114
Слика 3.28: Објекат у насељу Сретена Дудића – Изглед и Полу-укопана отворена паркинг етажа Извор: 1x2 архитектонски студио.....	114
Слика 3.29: Објекат у насељу Сретена Дудића – Основа типског спрата Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.24.....	115
Слика 3.30: Објекат у насељу Сретена Дудића – материјализација фасаде Извор: УН-ХАБИТАТ, (2008): КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008, УН-ХАБИТАТ Београд, стр.59.....	115
Слика 3.31: Објекат ЈРС у Прешерновој улици – Ситуација (лево) и Главна фасада (десно) Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Миодраг Максимовић.....	116
Слика 3.32: Објекат ЈРС у Прешерновој улици – Бочна фасада и Попречни пресек Извор: Главни пројекат, Одговорни пројектант Миодраг Максимовић.....	116
Слика 4.1: Тип 1 "Мали објекат" настао је на основу објеката ЈРС у Чачку, Ваљеву и Краљеву.....	132
Слика 4.2: Тип 2 "Велики објекат" настао је на основу објеката ЈРС у Панчеву, Старој Пазови, Крагујевцу, Краљеву и Ваљеву.....	133
Слика 4.3: Типу "Једнотракта" припадају објекти у Крагујевцу, Краљеву, Ваљеву и Нишу.....	134
Слика 4.4: Објекат ЈРС у Чачаку као представник Типа 1 – "Мали објекат" Извор: ОСА Чачак.....	136
Слика 4.5: Ситуација и изглед објекта у Старој Пазови који репрезентује Тип 2 "Велики објекат" Извор: ЈП Геа-План.....	136
Слика 4.6: Изглед и ситуација објекта у Нишу који репрезентује Тип 3 и Тип 4 Извор: ГСА Ниш.....	137
Слика 4.7: Разлике између средњих максималних и минималних температура за сваки месец(за период 1971-2000. године) Извор: Републички хидро-метеоролошки завод Србије.....	148
Слика 4.9: Основни ветрови у Србији Извор: Републички хидро-метеоролошки завод Србије.....	149

Слика 6.1: Иницијалне оријентације модела.....	202
Слика 6.2: Ротација модела за +90° (супротно од кретања казаљке на сату).....	203

CXEME:

Схема 2.1: Шематски приказ Модела ЕУ-1 – Габарит и варијанте организационе шеме основе Извор илустације аксонометрије: http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/	79
Схема 2.2: Шематски приказ Модела ЕУ-2 – Варијанте начина груписања више једнотракта у блок Извор илустације аксонометрије: http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/	81
Схема 2.3: Шематски приказ Модела ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула) Извор илустације аксонометрије: http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/	82
Схема 2.4: Шематски приказ Модела ЕУ-4 (Мегаструктура) – габарит и шема основе Извор илустације аксонометрије: http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/	84

ТАБЕЛЕ:

Табела 4.1: Синтезни приказ типологије објеката JPC у одабраним државама ЕУ и у Србији.....	141
Табела 4.2: Синтезни приказ формираних Модела материјализације објеката JPC у Србији.....	146
Табела 5.1: Енергетски разреди за постојеће стамбене зграде са више станова Извор: Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС, бр.69/2012)	157
Табела 5.2: Енергетски разреди за нове стамбене зграде са више станова Извор: Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС, бр.69/2012)	159
Табела 6.1: Сумарни приказ позиција термичког омотача Модела М1-И.....	163
Табела 6.2: Начин формирања Модела М1-Б.....	164
Табела 6.3: Упоредни приказ енергетских својстава Модела М1-У1; М1-У2; М1-У3 и М1-У4.....	166
Табела 6.4: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М2-И.....	168
Табела 6.5: Начин формирања Базичног Модела М2-Б.....	169
Табела 6.6: Упоредни приказ енергетских својстава Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4.....	170
Табела 6.7: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М3-И.....	172
Табела 6.8: Начин формирања жељеног Базичног Модела М3-Б.....	173
Табела 6.9: Упоредни приказ енергетских својстава Модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4.....	174

Табела 6.10: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М3-И.....	176
Табела 6.11: Начин формирања Базичног Модела М4-Б.....	178
Табела 6.12: Упоредни приказ енергетских својстава Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2.....	179
Табела 6.13: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М1 (објект до 2 спрата).....	182
Табела 6.14: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М2 (објект од 2 до 4 спрата).....	183
Табела 6.15: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М3 (крајња позиција у једнотракту).....	185
Табела 6.16: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М4 (средишња позиција у једнотракту).....	187
Табела 6.17: Енергетска својства Иницијалних Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И.....	191
Табела 6.18: Енергетска својства Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б.....	195
Табела 6.19: Енергетска својства Унапређених модела са предложеним варијантама материјализације.....	199
Табела 6.20: Упоредни приказ Базичних модела у 2 варијанте оријентације према странама света(иницијални и заротирани положај).....	204
Табела 6.21: Упоредни приказ Унапређених модела Модела М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4 у две варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај).....	206
Табела 6.22: Упоредни приказ Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М3-У3 и М4-У4 (објект величине од 2 до 4 спрата) у две варијанте оријентације према странама света.....	207
Табела 6.23: Упоредни приказ Унапређених модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 (крајња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света.....	208
Табела 6.24: Упоредни приказ Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2 (средишња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света.....	209
Табела 6.25: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$. [kWh/(m ² a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М1 (објект до 2 спрата).....	212
Табела 6.26: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$. [kWh/(m ² a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М2.....	214
Табела 6.27: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$. [kWh/(m ² a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М3 (крајња позиција у једнотракту).....	216
Табела 6.28: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$. [kWh/(m ² a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М4 (средишња позиција у једнотракту).....	218
Табела 6.29: Сумарни приказ опсега енергетских потреба Базичних и Унапређених модела материјализације у Србији у зависности од географске локације	220

Табела 6.30: Сумарни приказ опсега енергетских потреба Базичних и Унапређених модела материјализације у Србији за реално очекиване географске локације будућих објеката JPC.....	222
Табела 6.31: Специфична годишња емисија CO ₂ за Модел M1.....	226
Табела 6.32: Специфична годишња емисија CO ₂ за Модел M2.....	227
Табела 6.33: Специфична годишња емисија CO ₂ за Модел M3.....	228
Табела 6.34: Специфична годишња емисија CO ₂ за Модел M4.....	229

ГРАФИКОНИ:

Графикон 2.1: Упоредни приказ различитих стандарда енергетске ефикасности стамбених објеката (који су тренутно на снази у ЕУ) Извор: http://www.passivhausschwabach.de/warumeinpassivhaus.htm	30
Графикон 6.1: Упоредни приказ енергетских својстава Модела M1-Y1; M1-Y2; M1-Y3 и M1-Y4.....	166
Графикон 6.2: Упоредни приказ енергетских својстава Модела M2-Y1, M2-Y2, M2-Y3 и M2-Y4.....	170
Графикон 6.3: Упоредни приказ енергетских својстава Модела M3-Y1, M3-Y2, M3-Y3 и M3-Y4.....	175
Графикон 6.4: Упоредни приказ енергетских својстава Унапређених Модела M4-Y1 и M4-Y2.....	180
Графикон 6.5: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела M1 (објекат до 2 спрата).....	182
Графикон 6.6: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела M2 (објекат од 2 до 4 спрата).....	184
Графикон 6.7: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела M3 (крајња позиција у једнотракту).....	185
Графикон 6.8: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела M4 (средишња позиција у једнотракту)	187
Графикон 6.9: Енергетска својства Иницијалних Модела M1-II, M2-II, M3-II и M4-II.....	192
Графикон 6.10: Енергетска својства Базичних Модела M1-B, M2-B, M3-B и M4-B.....	195
Графикон 6.11: Енергетска својства Унапређених модела.....	199
Графикон 6.12: Упоредни приказ Базичних модела у 2 варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај).....	204
Графикон 6.13: Упоредни приказ Унапређених модела Модела M1-Y1, M1-Y2, M1-Y3 и M1-Y4 у две варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај).....	206
Графикон 6.14: Упоредни приказ Унапређених Модела M2-Y1, M2-Y2, M3-Y3 и M4-Y4 (објекат величине од 2 до 4 спрата) у две варијанте оријентације према странама света.....	207

Графикон 6.15: Упоредни приказ Унапређених модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 (крајња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света.....	208
Графикон 6.16: Упоредни приказ Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2 (средишња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света.....	209
Графикон 6.17: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,ap}$ [$kWh/(m^2a)$]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М1.....	213
Графикон 6.18: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,ap}$ [$kWh/(m^2a)$]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М2.....	215
Графикон 6.19: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,ap}$ [$kWh/(m^2a)$]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М3 (крајња позиција у једнотракту).....	217
Графикон 6.20: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,ap}$ [$kWh/(m^2a)$]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М4 (средишња позиција у једнотракту).....	219
Графикон 6.21: Специфична годишња емисија CO_2 за Модел М1.....	226
Графикони 6.22: Специфична годишња емисија CO_2 за Модел М2.....	227
Графикон 6.23: Специфична годишња емисија CO_2 за Модел М3.....	228
Графикон 6.24 Специфична годишња емисија CO_2 за Модел М4.....	229

СКРАЋЕНИЦЕ

КОРИШЋЕНЕ У ДИСЕРТАЦИЈИ (по азбучном реду)

АБ – армирани бетон

A_n [m²] – нето површина зграде унутар термичког омотача (односи се на укупну нето површину грејаног простора зграде)

V_e [m³] – запремина грејаног дела зграде (односи се на бруто запремину који обухвата термички омотач зграде, тј. запремину грејаног простора зграде)

ГСА – Градска стамбена агенција

DGNB – *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*

ЕЕ – енергетска ефикасност

EPBD – *The Directive on the Energy Performance of Buildings 2002/91/EC*

EPS – експандирани полистирен - стиропор

ЕУ – Европска Унија

ZEB – *Zero Energy Building*

ZEH – *Zero Energy House*

ZCH – *Zero Carbon House*

ИКС – Инжењерска комора Србије

I.T.E.A. – *Instituto Trentino per l'Edilizia Abitativa*

JPC – јавно рентално становање

КГХ – климатизација, грејање и хлађење

LEB – *Low Energy Building*

Модели ПОМ – Модели просторне организације и материјализације

OIB – *Österreichisches Institut für Bautechnik*

ОСА – Општинска стамбена агенција

PHPP – *Passive House Planning Package*

RIBA – *Royal Institute of British Architects*

СТВ – санитарна топла вода

SIRP – *Settlement and Integration of Refugees Programme*

THPE – *Très Haute Performance Energétique*

Θ_i [°C] – унутрашња пројектна температура је задата температура унутрашњег ваздуха грејаног простора у згради

Θ_e [°C] – спољна пројектна температура (преорачунска температура спољног ваздуха за израчунавање топлотних губитака и топлотног оптерећења)

U – коефицијент пролаза топлоте

UNHCR – United Nations High Commissioner for Refugees

U_{max} – максимално дозвољен коефицијент пролаза топлоте за неку позицију термичког омотача (према Табели 3.4.1.3 Правилника о енергетској ефикасности зграда)

ФССИ – Фондови солидарне стамбене изградње

$f_o = A/V$ [m⁻¹] – Фактор облика – однос између површине термичког омотача зграде (спољне мере) и њиме обухваћене бруто запремине

F_{xi} – фактор корекције температуре

HD – (*heating days*) Период грејања (односи се на број дана од почетка до краја грејања зграде)

HDD – (*heating degree days*) Број степен дана

HELP – *Hilfe zur Selbsthilfe*

HLM – *habitation à loyer modéré*

HRV – *Heat Recovery Ventilation*

HQE – *Haute Qualité Environnementale*

CABE – *Commission for Architecture and Building Environment*

CECODHAS – *European Liaison Committee for Social Housing, The federation of public, cooperative and social housing*

CO₂ – угљен диоксид

Q_{h,nd,rel.} [%] – релативна вредност годишње потрошње финалне енергије за грејање

Q_{h.interm,an} [kWh/(m²a)] – годишња потребна енергија за грејање (за термотехничке системе који раде са прекидом)

XPS – екструдирани полистирен - стиродур

САДРЖАЈ

1	УВОД	1
1.1	Проблем и предмет истраживања	1
1.2	Циљ истраживања	3
1.3	Истраживачке хипотезе.....	5
1.4	Задачи истраживања	6
1.5	Научне методе истраживања	7
1.6	Структура докторске дисертације.....	8
1.7	Научна оправданост дисертације, очекивани резултати и практична примена резултата истраживања	17
2	ЕВРОПСКИ СТАНДАРДИ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ У ЗГРАДАРСТВУ И ЊИХОВА ПРИМЕНА НА ОБЈЕКТЕ JPC.....	23
2.1	Основни концепти енергетске ефикасности зграда	25
2.1.1	Зграда која троши малу количину енергије	25
2.1.2	Пасивна кућа и еквивалентни концепти	28
2.1.2.1	EUROGATE – највећи <i>Passivhaus</i> пројекат JPC у Европи	31
2.1.3	Куће које не троше енергију и које не емитују угљен-диоксид	31
2.1.4	Кућа која има позитиван енергетски биланс	32
2.2	Изградња енергетски ефикасних објеката JPC у посматраним државама чланицама ЕУ	33
2.2.1	Велика Британија	34
2.2.1.1	Социјално становање у Лондону на примеру насеља "Bourbon Lane"	35
2.2.2	Аустрија.....	41
2.2.2.1	"Соларни град" у Линцу - "Solar City - Pichling".....	42
2.2.2.2	Пасивхаус стамбени блок JPC "Pantucekgasse Roschegasse" у Бечу.....	46
2.2.2.3	Насеље JPC "Lodenareal" у Инсбруку	50
2.2.3	Немачка	53
2.2.3.1	Највеће немачко енергетски ефикасно насеље "VAUBAN" у Фрајбургу	55
2.2.3.2	"Welfenstrasse" - јавно рентално становање у Минхену	58
2.2.4	Француска	62
2.2.4.1	"ZAC Claude Bernard", Париз.....	63
2.2.4.2	"ZAC Seguin" – објекат JPC у Булоњ-Бијанкуру, у Паризу.....	65
2.2.5	Холандија	68
2.2.5.1	"Parkrand" стамбени блок JPC у Амстердаму, пројектант: биро MVRDV	69
2.3	Опште карактеристике, специфичности и ограничења анализираних примера изведених објеката JPC у одабраним државама ЕУ – критика, дискусија, сумирање резултата.....	73
2.3.1	Обим пројеката JPC и типолошки спектар објеката	73
2.3.2	Морфолошке карактеристике изабраних објеката JPC	75
2.3.3	Конструктивне и обликовне карактеристике изабраних објеката JPC.....	76
2.3.4	Категорије енергетске ефикасности изабраних објеката JPC.....	76
2.4	Модели просторне организације објеката JPC проистекли из анализе праксе држава ЕУ	78

2.4.1	Модел ЕУ-1 (Линијски склоп – Једнотракт - Слободностојећи).....	79
2.4.2	Модел ЕУ-2 (Линијски склоп – Једнотракти груписани у блок).....	80
2.4.3	Модел ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула)	82
2.4.4	Модел ЕУ-4 (Мегаструктура).....	83
3	ЈАВНО РЕНТАЛНО СТАНОВАЊЕ У СРБИЈИ	86
3.1	Нормативи и стандарди у пројектовању објеката ЈРС у Србији	86
3.1.1	Стамбена политика у Србији од 1990-тих до данас.....	86
3.1.1.1	Приватизација стамбеног фонда	86
3.1.2	Облици социјалног становања у Србији од 1990. године до данас	87
3.1.2.1	Увођење система социјалног становања у Србији	88
3.1.2.2	Закон о социјалном становању	88
3.1.2.3	Планска и нормативна документа	89
3.1.2.4	Правилник за планирање и пројектовање групација објеката и станова социјалног становања	90
3.1.3	Енергетски аспект	91
3.1.3.1	Појам "Енергетског пасоша".....	91
3.1.3.2	Правилник о енергетској ефикасности зграда.....	93
3.2	Програм "Становања и трајне интеграције избеглица"	94
3.3	Анализа физичких карактеристика, инфраструктурне опремљености и енергетских карактеристика омотача објеката ЈРС који су реализовани у оквиру SIRP програма.....	96
3.3.1	Објекат ЈРС у Панчеву	96
3.3.2	Објекти ЈРС у Старој Пазови	98
3.3.3	Објекти ЈРС у Нишу	101
3.3.4	Објекти ЈРС у Крагујевцу	103
3.3.5	Објекти ЈРС у Чачку.....	107
3.3.6	Објекти ЈРС у Краљеву	110
3.3.7	Објекти ЈРС у Ваљеву	112
3.4	Опште карактеристике, специфичности и ограничења анализираних примера – критика, дискусија, сумирање резултата.....	117
3.4.1	Обим пројеката ЈРС у Србији и типолошки спектар објеката.....	118
3.4.2	Енергетски аспект објеката ЈРС у Србији.....	121
3.4.3	Морфолошке карактеристике објеката ЈРС у Србији	123
3.4.4	Конструктивне и обликовне карактеристике објеката ЈРС у Србији	124
3.5	Применљивост Модела ЕУ 1-4 у Србији	125
3.5.1	Применљивост Модела ЕУ-1 (Линијски склоп – Једнотракт - Слободностојећи) у Србији	126
3.5.2	Применљивост Модела ЕУ-2 (Линијски склоп – Једнотракти груписани у блок) у Србији	127
3.5.3	Применљивост Модела ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула) у Србији.....	127
3.5.4	Применљивост Модела ЕУ-4 (Мегаструктура) у Србији	128
4	ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА ПРОСТОРНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ И МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА ЈРС ЗА УСЛОВЕ У СРБИЈИ	130
4.1	Типолошки спектар објеката ЈРС у Србији са аспекта енергетске ефикасности	130

4.1.1 Тип 1 (објекат до 2 спрата).....	132
4.1.2 Тип 2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)	133
4.1.3 Тип 3 и Тип 4 као саставни делови "Једнотракта"	134
4.2 Одређивање представника сваког од типова објеката ЈРС у Србији за потребе формирања Модела просторне организације и материјализације.....	135
4.3 Дефинисање Модела материјализације објеката ЈРС у Србији	138
4.3.1 Очекивани енергетски разреди будућих објеката ЈРС у Србији	138
4.3.2 Утврђивање Модела материјализације објекта ЈРС у Србији на основу анализе Типова 1, 2, 3 и 4 са енергетског аспекта.....	139
4.3.3 Синтезни приказ типологије објеката ЈРС у одабраним државама ЕУ и у Србији	141
4.3.4 Категорије енергетске ефикасности модела материјализације објеката ЈРС у Србији...	142
4.3.4.1 Иницијални модели – приказ постојећих објеката.....	143
4.3.4.2 Базични модели - Модели који испуњавају прописане енергетске захтеве	144
4.3.4.3 Унапређени модели	145
4.3.5 Синтезни приказ формираних модела материјализације објеката ЈРС у Србији.....	146
4.4 Основне карактеристике климе у Србији	147
5 МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА ЕНЕРГЕТСКИХ СВОЈСТАВА МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ И УСПОСТАВЉАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ЊИХОВУ ВАЛОРИЗАЦИЈУ	150
5.1 Методологија прорачуна енергетских својстава модела материјализације објеката ЈРС у Србији	150
5.1.1 Примена Правилника о енергетској ефикасности зграда	150
5.1.2 Специјализовани софтвер који је коришћен за потребе овог истраживања	151
5.2 Енергетски аспект модела материјализације објеката ЈРС у Србији.....	153
5.2.1 Енергетска својства Иницијалних модела	156
5.2.2 Енергетска својства Базичних модела	158
5.2.3 Енергетска својства Унапређених модела	160
5.3 Еколошки аспект	161
6 ВАЛОРИЗАЦИЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ УТВРЂЕНИХ МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА ЈРС ПУТЕМ НУМЕРИЧКИХ СИМУЛАЦИЈА ЊИХОВИХ ЕНЕРГЕТСКИХ СВОЈСТАВА.....	162
6.1 Енергетска својства Модела М1 (објекат до 2 спрата)	162
6.1.1 Енергетска својства Модела М1-И (Иницијални модел).....	162
6.1.2 Енергетска својства Модела М1-Б (Базични модел)	164
6.1.3 Енергетска својства Модела М1-У у варијантама 1, 2, 3 и 4 (Унапређени модели)	165
6.2 Енергетска својства Модела М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата).....	167
6.2.1 Енергетска својства Модела М2-И (Иницијални модел).....	167
6.2.2 Енергетска својства Модела М2-Б (Базични модел)	168
6.2.3 Енергетска својства Модела М2-У у варијантама 1, 2, 3 и 4 (Унапређени модели)	170
6.3 Енергетска својства Модела М3 (крајња позиција у једнотракту)	171
6.3.1 Енергетска својства Модела М3-И (Иницијални модел).....	171
6.3.2 Енергетска својства Модела М3-Б (Базични модел)	172

6.3.3 Енергетска својства Модела М3-У у варијантама 1, 2, 3 и 4 (Унапређени модели)	174
6.4 Енергетска својства Модела М4 (средишња позиција у једнотракту).....	175
6.4.1 Енергетска својства Модела М4-И (Иницијални модел).....	176
6.4.2 Енергетска својства Модела М4-Б (Базични модел)	177
6.4.3 Енергетска својства Модела М4-У у варијантама 1 и 2 (Унапређени модели).....	179
6.5 Поређење модела материјализације према категорији енергетске ефикасности – потенцијал за смањење енергетских потреба модела	181
6.5.1 Модел М1 (објекат до 2 спрата) – Упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела	182
6.5.2 Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – Упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела	183
6.5.3 Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) – Упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела	185
6.5.4 Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) – Упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела	187
6.5.5 Рангирање Модела материјализације према потенцијалу за смањење енергетских потреба	189
6.6 Опште карактеристике, специфичности и ограничења посматраних модела – критика, дискусија, сумирање резултата	191
6.6.1 Опште карактеристике, специфичности и ограничења Иницијалних Модела М1-И, М2- И, М3-И и М4-И– критика, дискусија, сумирање резултата.....	191
6.6.1.1 Иницијални Модел М1-И	192
6.6.1.2 Иницијални Модел М2-И	192
6.6.1.3 Иницијални Модел М3-И и М4-И.....	192
6.6.2 Опште карактеристике, специфичности и ограничења Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б– критика, дискусија, сумирање резултата.....	194
6.6.3 Опште карактеристике, специфичности и ограничења Унапређених модела – критика, дискусија, сумирање резултата.....	197
6.7 Утицај оријентације модела према странама света на његове енергетске потребе – критика, дискусија и сумирање резултата	202
6.8 Утицај географске локације у Србији на енергетске потребе модела – анализа, критика, дискусија и сумирање резултата	211
6.9 Модел материјализације и емисија CO₂ – анализа, критика, дискусија и сумирање резултата.....	225
7 ПРОЈЕКТАНТСКЕ ПРЕПОРУКЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНЕ ОБЈЕКТЕ ЈРС У СРБИЈИ	231
7.1 Препоруке за просторну организацију	231
7.2 Препоруке за материјализацију термичког омотача	234
7.3 Остале пројектантске препоруке	236
7.3.1 Утицај оријентације Модела према странама света на његове енергетске потребе	236
7.3.2 Утицај географске локације у Србији на енергетске потребе модела.....	237
7.3.3 Микроклиматски услови неке географске локације као узрок промене енергетског разреда модела и лимитирајући фактор за одређени енергетски разред	237
7.3.4 Пројектантске препоруке у вези са емисијом CO ₂ проузрокованом енергетским потребама објеката ЈРС	238

7.3.5 Рангирање Базичних модела према енергетској ефикасности и критеријуму једноставности достизања енергетског разреда "C"	240
7.3.6 Рангирање Унапређених модела према енергетској ефикасности	241
7.3.7 Рангирање модела материјализације према потенцијалу за смањење енергетских потреба	243
8 ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА.....	245
8.1 Основни закључци	245
8.2 Основаност полазних хипотеза	251
8.3 Правци даљих истраживања	253
9 ЛИТЕРАТУРА И ДРУГИ ИЗВОРИ	257
10 ПРИЛОЗИ.....	263
11 БИОГРАФИЈА АУТОРА ,.....	279
12 ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ	279
13 ИЗЈАВА О ИСЛОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА	280
14 ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ	281

1 УВОД

1.1 Проблем и предмет истраживања

На основу истраживања феномена социјалног становања, генерално, може се констатовати да се оно у свету (па и у Србији) у највећој мери стручно и научно проучава са аспеката:

1. стамбених политика
2. проблематике социјалне инклузије корисника
3. економских и финансијских модела имплементације програма социјалног становања
4. урбанистичких могућности интеграције објеката социјалног становања у постојеће урбане средине
5. анализе посебних просторних потреба посматраних категорија корисника

Што се тиче аспекта енергетске ефикасности у домену социјалног становања, начелан став стручне јавности је да на објекте социјалног становања треба да буду примењени важећи грађевински, енергетски и други прописи који важе и за све остале врсте стамбених објеката. То конкретно значи да све оно што се гради у данашње време мора бити пројектовано и реализовано по принципима енергетске ефикасности - што мора да важи и за објекте социјалног становања.

С обзиром да је појам социјалног становања широк и да обухвата бројне моделе јефтиног, приступачног и непрофитног становања потребно је на самом почетку дефинисати која врста социјалног становања ће бити предмет истраживања у овој докторској дисертацији. Реч је о јавном ренталном становању.

Јавно рентално становање (JPC) (*Social Rented Housing, Social Rental Housing, Public Housing*) подразумева концепт да објектом у потпуности управља једно правно лице (Општинска стамбена агенција или нека друга непорфитна организација), у смислу да је објекат у његовом власништву, да га рентира по таквим износима закупа који покривају текуће и инвестиционо одржавање и да се стара о његовој наменској експлоатацији и редовном одржавању.

У пракси се среће велики број различитих корисничких група које користе програме ЈРС¹. Ова дисертација истраживаће енергетску ефикасност објеката ЈРС који су искључиво намењени за становање корисничких група за које се стандардни стамбени услови (који важе генерално на нивоу државе) могу сматрати адекватним, као што су: млади брачни парови, породице са више деце, самохрани родитељи, стара лица и самци. Остале корисничке групе (попут на пр. специфичних етничких мањина, студената, сезонских радника или особа са посебним потребама) имају специфичне стамбене потребе који су предмет посебних студија и истраживања – а сходно томе и специфичне стамбене обрасце који одговарају тим потребама², те исти неће бити предмет ове дисертације.

Приступ побољшању и унапређењу енергетске ефикасности објеката ЈРС у пракси тече у два паралелна правца:

- Први правац (који је од кључне важности за ову докторску тезу) бави се концепцијским пројектантским решењима материјализације термичког омотача објекта и примене адекватних инфраструктурних система који за резултат имају нове енергетски ефикасне објекте.
- Други правац се односи на енергетску обнову постојећих дотрајалих објеката ЈРС тако да они након исте испоље знатно боље енергетске перформансе. Ова докторска дисертација се неће бавити унапређењем енергетских перформанси већ постојећих објеката.

Аустрија, Немачка, Француска, Холандија и Велика Британија су државе ЕУ које предњаче, како по питању енергетске ефикасности, тако и по питању развијања и унапређивања ЈРС (а по својим основним климатским карактеристика су упоредиве са Србијом) те њихова искуства могу бити адекватно полазиште у истраживању ове теме. На основу досадашњег истраживања може се констатовати да је и у самој ЕУ, пракса пројектовања и изградње енергетски ефикасних објеката ЈРС све актуелнија тема, са до сада веома амбициозним и успешним реализацијама у пракси. Очекивано, унапређење јавног ренталног становања у ЕУ

¹ На пример: млади брачни парови, самохрани родитељи, стара лица, самци, породице са више деце, етничке групе, особе са посебним потребама, избегла и интерно расељена лица, студенти, сезонски радници, запослени у државним службама и сл.

² Ромска насеља, студентски домови, привремени смештај, самачки хотели, објекти специјално прилагођени особама са посебним потребама и сл.

покренуто је управо у правцу концепцијског побољшања енергетске ефикасности самих објеката.

У Србији су, у оквиру стручне и научне јавности, већ одавно покренута питања енергетске ефикасности у зградарству, и социјалног становања - као два сектора од стратешког значаја за будући развој Србије. Држава је у том смеру учинила и прве кораке, доневши основне законе из ових области. У овом тренутку, постоји реална потреба, али и могућност да се ухвати корак са најактуелнијим европским трендом и добром праксом обједињавања ова два концепта, у циљу постизања енергетски ефикасног ЈРС у Србији.

Концепт просторне организације и материјализације термичког омотача објекта ЈРС су од пресудног утицаја на његова енергетска својства. Могућност пројектовања објекта ЈРС као функционално-технолошке целине квалитетне просторне организације и енергетски ефикасне материјализације термичког омотача, представља кључни фактор постизања и одржавања енергетске ефикасности објекта ЈРС током његовог животног века.

Предмет овог рада је истраживање енергетске ефикасности различитих решења материјализације термичког омотача објеката ЈРС представљених путем репрезентативних модела, са циљем да се научно утврде адекватна пројектантска решења која би била успешно примењена у Србији.

1.2 Циљ истраживања

Главни циљ овог истраживања је да се формирају, енергетски испитају, анализирају, међусобно упореде и валоризују модели материјализације објеката ЈРС у Србији са аспекта њихове енергетске ефикасности и еколошког утицаја на животну средину. Новоформирани модели материјализације објеката ЈРС у Србији представљаће адекватни типолошки спектар објеката са различитим решењима материјализације термичког омотача којима се остварује енергетска ефикасност будућих (нових) објеката ЈРС.

Путем анализе и валоризације модела (на основу претходно утврђених критеријума) доћиће се до адекватних закључака који ће бити представљени у

виду конкретних, научно заснованих пројектантских препорука за пројектовање енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији.

До овог општег циља доћиће се путем више засебних истраживања (у оквиру ове докторске дисертације) који имају за циљ:

- Сагледавање енергетски ефикасних концепата просторне организације и материјализације објеката ЈРС, кроз теоријска полазишта и практичну примену у репрезентатвним државама ЕУ;
- Сагледавање актуелне ситуације у ЕУ и у Србији у сфери енергетске ефикасности зграда и њене примене на објекте ЈРС.
- Анализу карактеристика просторне организације објеката ЈРС у циљу одређивања репрезентативне типологије објеката ЈРС, у изабраним државама ЕУ и у Србији;
- Утврђивање критеријума за формирање Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији, формирање истих и упоредну анализу њихових енергетских својстава и еколошког утицаја на животну средину³.
- Формирање критеријума за упоредну анализу и валоризацију енергетских својстава различитих Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији.
- Дефинисање пројектантских препорука за просторну организацију и материјализацију објеката ЈРС у Србији у односу на жељени ниво енергетске ефикасности, на основу упоредне анализе посматраних Модела.

³ Који се овде односи на годишњу емисије CO₂ по m² грејане површине.

1.3 Истраживачке хипотезе

Да би се адекватно спровело истраживање енергетске ефикасности модела материјализације термичког омотача објеката ЈРС у Србији, полази се од следећих хипотеза:

1.3.1 Прва – Објекти јавног ренталног становања пружају оптималну могућност за примену решења просторне организације и материјализације који омогућавају остварење енергетске ефикасности зграде.

1.3.2 Друга – Практична искуства одабраних земаља ЕУ у домену пројектовања и изградње енергетски ефикасних објеката ЈРС могуће је представити кроз одређене референтне моделе просторне организације и материјализације.

1.3.3 Трећа – Примена референтних модела просторне организације и материјализације (који су настали на бази европске архитектонско-грађевнске праксе) у пројектовању и изградњи објеката ЈРС у Србији била би адекватна и резултирала би објектима ЈРС добрих енергетских својстава.

1.3.4 Четврта - Објекте ЈРС који су изграђени у Србији могуће је представити кроз одређене референтне моделе просторне организације и материјализације који би били адекватан образац за пројектовање и градњу будућих енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији.

1.3.5 Пета - Дефинисањем карактеристичних модела материјализације термичког омотача објеката ЈРС у Србији и утврђивањем методолошког приступа и критеријума за њихову валоризацију, могуће је формулисати препоруке за пројектовање објекта ЈРС који би, у сваком конкретном случају, могли да задовоље жељени ниво енергетске ефикасности.

1.4 Задаци истраживања

Задаци истраживања проистичу из претходно дефинисаних циљева и могу се дефинисати на следећи начин:

1. Идентификација и анализа кључних параметара и критеријума који су релевантни и неопходни за формирање модела материјализације термичког омотача који омогућује енергетску ефикасност објеката ЈРС у Србији, и то у домену:
 - архитектонских карактеристика посматраних објеката ЈРС у Србији;
 - формирања термичког омотача објеката ЈРС
 - микроклиматских услова локације објеката ЈРС који утичу на њихове енергетске потребе
2. Идентификација и дефинисање:
 - критеријума за успостављање енергетски ефикасних архитектонских решења просторне организације и материјализације термичког омотача објеката ЈРС као и
 - методологије за генерисање модела чија ће примена бити тестирана за услове у Србији путем адекватних нумеричких симулација⁴.
3. Идентификација, анализа, евалуација и систематизација модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС који јасно треба да представе могућности и ограничења њихове примене у Србији, са акцентом на степену њихове ЕЕ .

⁴ Нумеричке симулације ће обухватити прорачун: годишње потребне енергије за грејање, енергетски разред модела ЈРС као и количину емисије CO₂ - путем бесплатног софтверског пакета "KnaufTerm Pro 2".

1.5 Научне методе истраживања

Научне методе које се користе у овој дисертацији обухватају анализу и синтезу, упоредну анализу, као и извођење закључака кроз индукцију и дедукцију. Како природа теме условљава да истраживање буде спроведено у три основна правца, односно дела истраживања – то подразумева примену више научно истраживачких метода који се логички допуњују.

Први правац истраживања се састоји у прикупљању релевантних података и анализи претходних истраживања - сагледавања и утврђивања чињеничног стања и трендова у области ЈРС са аспекта енергетске ефикасности, уз анализу теоријских полазишта и реализованих објеката ЈРС - у одабраним земљама ЕУ и у Србији.

Други правац истраживања састоји се од 2 дела: теоретског и практичног. Теоретски део се састоји од утврђивања и дефинисања критеријума за формирање Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији, након чега ће се приступити утврђивању њихових енергетских својстава (у оквиру практичног дела) и извршиће се њихова упоредна анализа и валоризација, на основу претходно утврђених критеријума. Енергетска својства предложених Модела се утврђују применом нумеричких симулација путем одговарајућег софтвера. Добијени резултати подлежу мултифакторским анализама, класификацији, описивању, упоређивању и закључивању.

Трећи правац истраживања тећи ће паралелно са другим и биће фокусиран на утицај појединих параметара на енергетска својства формираних Модела.

У овом раду акценат је на коришћењу метода формирања Модела материјализације термичког омотача објекта ЈРС у Србији који би били међусобно упоредиви са аспекта енергетских потреба, постигнутог степена енергетске ефикасности, енергетског разреда објекта и количине емисије CO₂.

1.6 Структура докторске дисертације

Поглавље 1: УВОД

С обзиром да је појам социјалног становања широк и да обухвата бројне моделе јефтиног, приступачног и непрофитног становања потребно је на самом почетку дефинисати да је предмет истраживања у овој докторској дисертацији - јавно рентално становање.

Јавно рентално становање (JPC) (*Social Rented Housing, Social Rental Housing, Public Housing*) подразумева концепт да објектом у потпуности управља једно правно лице (Општинска стамбена агенција и сл.), у смислу да је објекат у његовом власништву, да га рентира по таквим износима закупа који покривају текуће и инвестиционо одржавање и да се стара о његовој наменској експлоатацији и редовном одржавању.

У пракси се среће велики број различитих корисничких група које користе програме JPC, међутим - ова дисертација истраживаће енергетску ефикасност објеката JPC који су искључиво намењени за становање корисничких група за које се стандардни стамбени услови (који важе генерално на нивоу државе) могу сматрати адекватним, као што су: млади брачни парови, породице са више деце, самохрани родитељи, стара лица и самци.

Предмет ове дисертације је истраживање енергетске ефикасности различитих решења материјализације термичког омотача објеката JPC представљених путем репрезентативних модела, са циљем да се научно утврде адекватна пројектантска решења из ове области која би била успешно примењена у Србији.

Главни циљ овог истраживања је да се формирају, енергетски испитају, анализирају, међусобно упореде и валоризују модели материјализације објеката JPC у Србији са аспекта њихове енергетске ефикасности и еколошког утицаја на животну средину. Новоформирани модели материјализације објеката JPC у Србији представљаће адекватни типолошки спектар објеката са различитим решењима материјализације термичког омотача којима се остварује енергетска ефикасност будућих (нових) објеката JPC.

У уводном поглављу дато је пет полазних хипотеза које се сукцесивно проверавају током читавог истраживања, као и глобални преглед научне методологије истраживања која је коришћена у овом истраживању.

Поглавље 2: ЕВРОПСКИ СТАНДАРДИ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ У ЗГРАДАРСТВУ И ЊИХОВА ПРИМЕНА НА ОБЈЕКТЕ ЈРС

Европска унија поклања изузетно велику пажњу проблему енергетске потрошње у зградарству. У циљу смањења енергетске потрошње у зградама, надлежне институције ЕУ донеле су читав низ директива и других правних аката како би уредиле ову област на највишем нивоу. Преузете обавезе које следе из ових директива налажу државама чланицама да својом правном регулативом обезбеде законски оквир за имплементацију изградње објеката према концептима "веома ниских енергетских потреба" (енглески термин: *low energy building (LEB)*)⁵.

Терминологија, концепти и методологије калкулације који се користе за све типове *LEB* објеката значајно се разликују између држава чланица ЕУ (и шире). Дефиниција шта је то нискоенергетски објекат значајно варира широм Европе. Варијације постоје не само кад је реч о апсолутном нивоу енергетске потрошње у нискоенергетским објектима, већ и када се говори о одступању од лимита за енергетске разреде које прописују национални грађевински стандарди. Методи обрачуна се разликују од државе до државе, што компликује директно поређење апсолутних вредности енергетских потреба. Директна и једноставна поређења граничних вредности које се наводе у стандардима појединачних земаља чланица ЕУ често нису могућа услед разлика као што су: методи калкулације, посматрани енергетски ниво (примарна енергија, излазна енергија, финална енергија) и климатске зоне.

У наставку овог поглавља следи приказ основних концепата енергетске ефикасности зграда и то: 1) зграда која троши малу количину енергије, 2) пасивна кућа и еквивалентни концепти, 3) кућа која не троши енергију и која не емитује угљен диоксид и 4) кућа која има позитиван енергетски биланс.

⁵ У даљем тексту користиће се термин "нискоенергетски објекти".

У овом поглављу дат је преглед норматива, стандарда и осталих аспеката битних за изградњу објеката ЈРС у Аустрији, Немачкој, Великој Британији, Француској и Холандији. Ове државе предњаче како у домену енергетске ефикасности тако и у домену ЈРС не само у ЕУ већ и на светском нивоу, и генерално гледано, припадају истом климату као и Србија (због чега су и одабране као репер даљем истраживању ове теме).

Конкретне стамбене политике, пројекти и имплементације програма јавног ренталног становања (ЈРС) као и креирање стандарда у овој области поверене су државама чланицама ЕУ да се њима баве у складу са својим могућностима, потребама и интересима. Посматрани нормативи и стандарди најчешће третирају област целокупне стамбене изградње као и квалитет живота који се мора обезбедити адекватним становањем, па се они самим тим односе и на објекте ЈРС. На нивоу ЕУ постигнут је консензус да нормативи и стандарди за објекте социјалног становања не смеју бити нижи него што је државни просек за све остале видове становања – већ исти, или чак и виши (као што је случај у Аустрији).

У овом поглављу приказани су нови објекти ЈРС изграђени у последњих десетак година (конципирани као појединачни, или у оквиру већих урбаних целина и стамбених насеља) који предњаче по енергетској ефикасности у односу на стандардне стамбене објекте у тим земљама и који су референтни примери добре праксе. Свака од поменутих држава заступљена је са једним или више карактеристичних пројекта ЈРС који су анализирани са аспекта просторне организације, физичких карактеристика, инфраструктурне опремљености и енергетских својстава омотача зграде, са циљем да се уоче и истакну заједничке карактеристике.

На основу општих карактеристика, специфичности и ограничења анализираних примера формирана су четири Модела просторне организације и материјализације објекта ЈРС који представљају типичну праксу изградње енергетске ефикасних објекта ЈРС у наведеним земљама ЕУ: 1) Модел ЕУ-1 (Линијски склоп – Једнотракт – Слободностојећи); 2) Модел ЕУ-2 (Линијски

склоп – Једнотракти груписани у блок); 3) Модел ЕУ-3 (Кула) и 4) Модел ЕУ-4 (Мегаструктура).

Поглавље 3: ЈАВНО РЕНТАЛНО СТАНОВАЊЕ У СРБИЈИ

На почетку овог поглавља сагледана је стамбена политика и правна регулатива из области становања у Србији, са посебним освртом на законски и плански третман социјалног становања, у периоду од 1990. године до данас - као актуелни миље у којем је неопходно успоставити пројектовање и грађење будућих енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији. У кратким цртама приказана је: стамбена политика у Србији од 1990. године до данас; приватизација стамбеног фонда; увођење система социјалног становања; Закон о социјалном становању и друга планска и нормативна документа која третирају ову област. Посебан одељак тиче се третмана енергетске ефикасности у Србији, где је објашњен појам "енергетског пасоша" и детаљно приказан Правилник о енергетској ефикасности зграда.

У наставку, дат је приказ програма "Становања и трајне интеграције избеглица" (*SIRP* програм) који представља зачетак јавног ренталног становања у Србији, онако како је то пракса у развијеним државама ЕУ.

Потом следи анализа физичких карактеристика, инфраструктурне опремљености и енергетских карактеристика омотача објеката ЈРС (у Панчеву, Старој Пазови, Нишу, Крагујевцу, Чачку, Краљеву и Ваљеву) који тренутно чине укупни наменски грађени стамбени фонд ЈРС у Србији.

У посебном одељку анализирана је применљивост претходно формираних Модела ЕУ 1-4 у Србији, узимајући у обзир све релевантне специфичности, потребе, могућности и ограничења јавног ренталног становања у Србији.

На крају поглавља дат је табеларно синтезни приказ типологије објеката ЈРС у одабраним државама ЕУ и у Србији.

Поглавље 4: ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА ПРОСТОРНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ И МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА ЈРС ЗА УСЛОВЕ У СРБИЈИ

Поглавље 4 посвећено је дефинисању модела просторне организације и материјализације објекта ЈРС који би били одговарајући за примену у Србији, а на основу претходне анализе већ изграђених објекта ЈРС у Србији и критике истих.

Након типолошке анализе постојећих објекта ЈРС у Србији спроведене у оквиру трећег поглавља, у овом поглављу је утврђено да постоје само два архитектонска типа која адекватно задовољавају потребе ЈРС у Србији у смислу архитектонске организације простора, капацитета и величине објекта, и то су: "Урбана вила" и "Једнотракт". За потребе даљег истраживања насловне теме ове дисертације, овој типологији су као критеријум додати релевантни параметри који утичу на енергетска својства објекта (фактор облика, грејане површине и запремине објекта и број слободних фасада), како би се добила коначна типологија која ће репрезентовати Моделе просторне организације и материјализације објекта ЈРС у Србији и која је адекватна са аспекта енергетских својстава модела.

"Урбана вила" је третирана кроз два одвојена случаја (односно типа) – Тип 1 (објекат до 2 спрата) и Тип 2 (објекат величине од 2 до 4 спрата).

Што се тиче "Једнотракта", у смислу енергетских својстава објекта, препозната су два карактеристична случаја (типа) који се морају третирати засебно. Често се дугачки једнотрактни објекти изводе као низ засебних, међусобно дилатираних објекта. Тада за енергетска својства посматраног објекта постаје релевантно да ли он заузима крајњу или средишњу позицију у оквиру "Једнотракта" па су ова два случаја третирана као два различита типа – Тип 3 (крајња позиција у једнотракту), код кога су три од четири фасаде слободне док је четврта фасада зид на дилатацији, и Тип 4 (средишња позиција у једнотракту), код кога су улична и дворишна фасада слободне, док су бочне фасаде зидови на дилатацији.

За потребе формирања Модела просторне организације и материјализације објекта ЈРС у Србији, одређен је по један конкретан објекат ЈРС који

репрезентује сваки од четири утврђена типа: за репрезента Типа 1 (објекат до 2 спрата) одабран је један од десет објеката ЈРС у Чачку; за репрезента Типа 2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) одабран је један од два објекта ЈРС у Старој Пазови, а за репрезента Типова 3 и 4 одабран је једнотрактни објекат ЈРС у Нишу (којег чини низ од 5 међусобно дилатираних зграда).

Модели материјализације који су дефинисани у оквиру ове дисертације базирају своју енергетску ефикасност искључиво на архитектонско-грађевинским мерама. Узимајући у обзир законску обавезу у Србији да сви будући објекти ЈРС морају да испуне услов за енергетски разред "C", у овом истраживању се као очекивани енергетски разреди будућих објеката ЈРС у Србији сматрају разреди "B" и "C". У овој дисертацији се не разматра могућност достизања Пасивхаус стандарда (енергетски разреди "A" и "A+") на објектима ЈРС у Србији, јер то укључује и планирање активних соларних система (и других термотехничких инсталација) што излази из оквира ове дисертације.

За сваки од четири дефинисана модела, формирана су по три сценарија различита у погледу нивоа-категорије енергетске ефикасности: Иницијални модели (постојећи објекти онако како су изведени), Базични модели (модел материјализације који исуњавају прописане енергетске захтеве, односно потпадају под енергетски разред "C" према у Србији важећем Правилнику о енергетској ефикасности) и Унапређени модели (модел који остварују минималне енергетске потребе у оквиру реалних ограничења у Србији, односно имају боље енергетске перформансе него што су прописани минимуми). Базични и Унапређени модели односе на будуће објекте ЈРС који ће се градити у Србији. Укупно су формирана 22 модела чија су енергетска својства утврђена у петом поглављу дисертације.

Посебан одељак овог поглавља посвећен је приказу основних карактеристика климе у Србији.

Поглавље 5: МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА ЕНЕРГЕТСКИХ СВОЈСТАВА МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ И УСПОСТАВЉАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ЊИХОВУ ВАЛОРИЗАЦИЈУ

Методологија прорачуна енергетских својстава модела материјализације објеката ЈРС у Србији базирана је на доследној примени Правилника о енергетској ефикасности зграда, применом специјализовног софтвера *KnaufTerm 2 Pro* (који је у потпуности компатибилан са поменутиим Правилником).

С обзиром да су модели настали на основу конкретних објеката на конкретним локацијама (са познатим микроклиматским параметрима), сви релевантни подаци (као што су: материјализација свих позиција термичког омотача, фактор облика, грејане површине и запремине, оријентација објекта према странама света и сл.) директно су преузети из оригиналне пројектне документације која је аутору била доступна на увид. Остали параметри који утичу на енергетска својства (а који морају бити одређени у оквиру софтвера *KnaufTerm 2 Pro*) су фиксно дефинисани за све моделе, како би се добили међусобно упоредиви резултати. Параметри из домена физичких карактеристика сваког конкретног објекта који репрезентује модел⁶ и његових урбанистичких и микроклиматских услова⁷ остали су исти, без обзира на посматрани ниво енергетске ефикасности⁸. Параметри из домена материјализације термичког омотача, међутим, мењају се контролисано, према тачно утврђеном плану у циљу добијања жељених резултата.

Нумеричке вредности енергетских својстава модела које се посебно разматрају у оквиру ове дисертације су: коефицијенти пролаза топлоте за све позиције термичког омотача, годишња потребна енергија за грејање (за системе који раде са прекидом), релативна вредност годишње потребне финалне енергије за грејање и енергетски разред зграде. Поред наведених критеријума, испитана су још два параметра а то су: географска позиција модела у Србији и оријентација

⁶ Као што су: грејане површине и запремине, површине појединачних позиција термичког омотача, фактор облика и сл.

⁷ Као што су: спољне пројектне температуре, број степен-дана грејања, број дана грејања и сл.

⁸ Било да су у питању Основни, Базични или Унапређени модели.

модела у односу на стране света – односно утицај ових параметара на енергетска својства модела.

У наставку овог поглавља дат је приказ методологије за израчунавање енергетских својстава модела за сваку од утврђених категорија енергетске ефикасности (Иницијални, Базични и Унапређени модели). Иницијални модели представљају постојеће објекте (који су пројектовани и изграђени пре доношења Правилника о енергетској ефикасности зграда) и на основу њихових енергетских својстава може се објективно сагледати досадашња пракса у домену ЈРС у Србији. С друге стране, Базични и Унапређени модели репрезентују будуће објекте ЈРС у Србији који ће морати да задовоље важеће стандарде дефинисане овим Правилником. У том смислу – Базични модели имају такву материјализацију термичког омотача која задовољава допуштене максимуме енергетских потреба, а Унапређени модели приказују максималну енергетску ефикасност коју је могуће постићи архитектонско-грађевинским мерама на моделу.

Методолошки поступак обухвата и еколошки аспект, који се у овој дисертацији искључиво односи на количину емитованог угљен диоксида која је последица енергетских потреба модела (током њихове наменске експлоатације).

Поглавље 6: ВАЛОРИЗАЦИЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ УТВРЂЕНИХ МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА ЈРС ПУТЕМ НУМЕРИЧКИХ СИМУЛАЦИЈА ЊИХОВИХ ЕНЕРГЕТСКИХ СВОЈСТАВА

У шестом поглављу, практичном делу рада, проверава се енергетска ефикасност модела применом специјализованог софтвера *KnaufTerm 2 Pro*. Израчуната је годишња потребна енергија за грејање за сваки модел, анализирани и валоризовани нивои енергетске ефикасности свих утврђених модела материјализације објекта ЈРС у Србији (укупно 22 модела) и одређени енергетски разреди.

У циљу боље прегледности, модели су систематично анализирани и презентовани, редом почев од Иницијалног модела, преко Базичног до Унапређеног модела, са припадајућим варијантама материјализације.

Један сегмент истраживања у овом поглављу третира емисију CO₂ за све моделе, у зависности од енергента који се примењује у Србији, с обзиром на чињеницу да су у домаћој пракси подједнако заступљени различити енергенти (на пр: гас, електрична енергија, угљ, мазут итд.). Емисија CO₂ за све моделе изражена је у јединици kg/m² грејане површине, чиме је омогућено њихово директно поређење и валоризација.

Након тога у овом поглављу следи упоредна анализа добијених резултата, извлачење одређених закључака и валоризација модела према критеријумима утврђеним у Поглављу 5.

Поглавље 7: ПРОЈЕКТАНТСКЕ ПРЕПОРУКЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНЕ ОБЈЕКТЕ ЈРС У СРБИЈИ

У седмом поглављу, на основу анализа спроведених у дисертацији, дискусије и сумирања резултата, формулисане су пројектантске препоруке за пројектовање и грађење енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији које су представљене у посебним одељцима и то: препоруке за просторну оргнизацију; препоруке за материјализацију термичког омотача и остале пројектантске препоруке (које се односе на утицај оријентације према странама света и географске локације модела на његове енергетске потребе).

Посебан одељак овог поглавља односи се на пројектантске препоруке у вези са емисијом угљен-диоксида проузрокованом енергетским потребама будућих објеката ЈРС у Србији.

На основу добијених нумеричких показатеља енергетске ефикасности и упоредне анализе резултата, дато је рангирање модела према неколико критеријума: 1) рангирање Базичних модела према енергетској ефикасности и критеријуму једноставности достизања енергетског разреда "C"; 2) рангирање Унапређених модела према енергетској ефикасности и 3) рангирање модела према потенцијалу за смањење енергетских потреба.

Све ове пројектантске препоруке и ранг листе представљају драгоцен алат за архитекте да се научно аргументовано одреде за модел жељених (или

захтеваних) енергетских својстава још у раној фази конципирања и пројектовања објеката ЈРС у Србији.

Поглавље 8: ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У осмом, закључном поглављу докторске дисертације даје се преглед читавог истраживања кроз кључне резултате и релевантне закључке до којих се дошло у истраживању теме ове дисертације и разматра је у којој мери су полазне хипотезе потврђене, испуњене или оповргнуте. Такође се дају основни научни и друштвени доприноси резултата истраживања и приказ могуће примене резултата.

На основу резултата ове дисертације, отварају се бројни правци даљег истраживања на које се указује у овом поглављу.

1.7 Научна оправданост дисертације, очекивани резултати и практична примена резултата истраживања

Да би се у Србији стандардизовало пројектовање и грађење објеката ЈРС који имају прописана енергетска својства, као и да би се указало на адекватност примене готових решења просторне организације и материјализације објеката ЈРС која су негде била примењива, успешна и одржива, ова дисертација има за научни допринос њихову критичку анализу, валоризацију и тестирање у социо-економском миљеу Србије, у циљу утврђивања свих релевантних стандарда, критеријума и модела за конципирање, пројектовање и грађење ЕЕ објеката ЈРС у Србији. Научни допринос овог истраживања ће бити у следећем:

- Формирање типологије просторне организације и материјализације ЕЕ објеката ЈРС преферентних у ЕУ, њихова анализа, систематизација релевантних параметара потребних за конципирање оптималне просторне организације и материјализације.

- Дефинисању методолошког приступа и критеријума - у погледу развоја стратегије истраживања, јер ће се истраживање проблематике просторне организације и материјализације објеката ЈРС у функцији ЕЕ и одрживости спроводити свеобухватно и комплексно.
- Корак ка побољшању енергетске ефикасности у сектору зградарства – у смислу изградње енергетски штедљивих објеката ЈРС; као и унапређењу очувања животне средине услед рационалнијег газдовања енергијом потребном за функционисање објеката ЈРС
- Прилог у домену законодавства из области енергетске ефикасности зграда – у смислу успостављања пројектантских стандарда просторне организације и материјализације ЕЕ објеката ЈРС

Резултати рада представљали би конкретна сазнања и нумеричке (софтверске) симулације реалне примене енергетске ефикасности у домену ЈРС у Србији, са циљем да се установи научно заснована методологија за пројектовање и грађење ЕЕ објеката ЈРС која се базира на компаративној анализи модела материјализације.

Научна оправданост овог истраживања се огледа у неопходности научног и детаљног приступа проблему рационалне потрошње енергије у објектима ЈРС у току њиховог експлоатационог периода. Због тога, архитектонско пројектовање објеката ЈРС треба да се усагласи са новим сазнањима и трендовима у области примене енергетски ефикасних концепата просторне организације и материјализације. Научна оправданост овог истраживања је у томе што доприноси:

- Сазнању (првенствено стручне јавности) о могућностима за рационалну потрошњу енергије у објектима социјалног становања (односно у објектима ЈРС) током њиховог експлоатационог периода - применом

одговарајућих пројектантских решења просторне организације и материјализације;

- Развоју стратегије пројектовања објеката ЈРС као енергетски ефикасне функционално-обликовно-технолошке целине која треба да обезбеди перманентне енергетске перформансе и потребне услове комфора⁹ у току свог експлоатационог века;
- Утврђивању методологије пројектантског приступа у решавању проблематике просторне организације и материјализације објеката ЈРС;
- Сагледавању адекватних алтернативних решења ЕЕ просторне организације и материјализације објеката ЈРС

Домен социјалног становања у развијеним земљама ЕУ представља уобичајени полигон за научна истраживања, иновације и унапређење квалитета становања (и живота) у свим релевантним аспектима - од побољшања социјалне инклузије корисника, преко имплементације разних стамбених политика и смањења укупних трошкова градње и експлоатације, до оптимизације употребе ресурса и енергије и очувања животне средине - те можемо констатовати да су бројне научне дисциплине дале свој (научни) допринос феномену социјалног становања и да ће тако бити и убудуће. Кад је у питању социјално становање, као веома битан сегмент станоградње, од огромне је важности да оно буде конципирано на рационалним основама ЕЕ.

У Србији је јавно рентално становање практично на свом почетку и у том домену тек предстоји велики посао на дефинисању правних, законских, урбанистичких, техничких, економских, еколошких и политичких аспеката. Поред тога, у Србији су тек недавно уведени први прописи који се односе на енергетску ефикасност зграда. Истраживање које је спроведено у овој дисертацији представља корак у правцу успостављања научно заснованих пројектантских препорука за пројектовање, изградњу и експлоатацију ЕЕ објеката ЈРС у Србији.

⁹ Мисли се на просторни, топлотни, светлосни, ваздушни и звучни комфор.

Државе ЕУ улажу огромне напоре да остваре енергетске уштеде у свим областима људских делатности, а нарочито у зградарству, што се наравно односи и на објекте ЈРС. Имајући на уму чињеницу да су појам, проблеми и решења социјалног становања различити од државе до државе, можемо основано сумњати да би оно што се у некој датој држави, у датим социо-економским околностима показало као успешно и одрживо решење, у некој другој држави са различитим социо-економским околностима дало исти резултат. Штавише, пракса развијених земаља је показала да социо-економске промене унутар исте државе могу у једном тренутку дезавуисати нека до тада успешна и одржива решења објеката ЈРС, па је неопходна стална провера и унапређење прописа, стандарда и политике из ове области.

Ово истраживање спада у интересну зону главних актера који узимају учешћа у реализацији пројеката ЈРС у Србији и то:

- **Инвеститора** (непрофитне организације која поседује објекат и управља њиме) - који има интерес да инвестира у изградњу најквалитетнијег могућег објекта у оквиру најчешће ограничених финансијских средстава (који је тако организован и материјализован да, уз редовно одржавање, обезбеђује рационално коришћење енергије током читавог експлоатационог века)¹⁰. Предложени модели сугеришу обим инвестиције; олакшавају формулисање пројектног задатка; дају препоруке за адекватан режим одржавања објекта и пружају увид у енергетске перформансе објекта као целине током целог експлоатационог периода.
- **Корисника** – којима се на овај начин обезбеђује адекватан стамбени смештај, задовољавајући комфор у складу са стандардима уз редуковане трошкове месечне ренте (као последице рационалног газдовања енергијом)

¹⁰ Комерцијални инвеститори који пројектују и граде стамбене објекте за тржишну продају имају сасвим другу економску рачуницу: њима је у интересу да им иницијални трошкови градње буду минимални у датим пројектним околностима и у датим законским ограничењима, те да станове што скупље продају и тако остваре профит; док их потом уопште даље не занима одржавање објекта (нити његове енергетске перформансе током експлоатационог века) јер је куповином тај објекат добио нове власнике који ће морати да се носе са теретом даљег одржавања (или у нашој пракси – неодржавања) објекта.

- **Државе** – која, фаворизовањем градње ЕЕ објеката ЈРС, може да спроведе елементе своје стамбене, популационе и социјалне политике и стратегије, обезбеђујући адекватну алтернативу грађанима да (онда када им је то најпотребније) уместо куповине стана под неповољним тржишним условима - реше своје стамбено питање у оквиру програма ЈРС. Ово је нарочито важно за младе брачне парове и породице са више деце који у биолошком смислу представљају најдрагоценији потенцијал Србије, а који најчешће нису у финансијској могућности да на тржишту обезбеде себи стан¹¹. Због тога, концепт ЈРС у Србији мора што пре да постане подједнако заступљен као и изградња "јефтиних" станова за тржиште.
- **Локалне самоуправе** – које, улагањем у изградњу ЕЕ објеката ЈРС на својој територији, добијају могућност да потенцијалним корисницима из сопствене средине понуде адекватан стамбени смештај и тако ојачају сопствени друштвени, социјални и економски потенцијал.

Резултати овог истраживања могу наћи директну примену у пројектовању објеката ЈРС, како у Србији, тако и шире. Применом енергетски ефикасних решења просторне организације и материјализације објеката ЈРС, може се остварити квалитетна стамбена понуда која би пружила адекватно задовољење стамбених потреба предвиђених корисника.

У складу са све већом заинтересованошћу за рационалним коришћењем енергије у домену становања, могуће је очекивати да ће резултати овог истраживања привући пажњу шире стручне јавности, али и свих заинтересованих страна који желе да се укључе у реализацију пројеката ЈРС.

Резултати овог истраживања такође могу наћи своју примену кроз формирање стратегије пројектовања путем компаративне анализе енергетске ефикасности већ дефинисаних модела просторне организације и материјализације (као и евентуалних варијација и алтернатива у оквиру тих модела), где би крајњи резултат био научно засновани одабир оптималног решења за дате пројектне околности и тражени пројектни задатак. Низ потребних информација и анализа биће доступне стручној јавности и бити подлога за даља истраживања.

¹¹ Што је један од разлога због којих млади и радно способни и даље напуштају Србију.

Резултати овог истраживања могу утицати на измену услова и прописа пројектовања објеката ЈРС и успостављање стандарда њихове просторне организације и материјализације (у домену ЕЕ) у Србији, чиме би се дао значајан допринос законодавном уређењу ове области, као и економичној, енергетски ефикасној и одрживој изградњи и експлоатацији будућих објеката ЈРС. Даља истраживања на ову тему се могу спроводити у циљу кориговања и унапређења актуелних норматива, стандарда и регулативе по питању параметара архитектонског пројектовања и материјализације објеката ЈРС, а у циљу постизања најоптималнијих резултата у пракси.

2 ЕВРОПСКИ СТАНДАРДИ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ У ЗГРАДАРСТВУ И ЊИХОВА ПРИМЕНА НА ОБЈЕКТЕ ЈРС

Европска унија поклања изузетно велику пажњу проблему енергетске потрошње у зградарству. У циљу успостављања енергетски ефикасне изградње и употребе објеката, ЕУ је 2003. године донела "Директиву ЕУ о потрошњи енергије у зградама"¹² (*EPBD*), коју су државе чланице биле у обавези да уграде у своје националне правне регулативе до 2006. године. Према овој Директиви, предвиђено је да се у целој ЕУ примењује иста методологија за израчунавање енергетских потреба зграда, али која мора узети у обзир локалне климатске услове. Државе чланице, сходно томе, треба да одреде стандарде енергетских потреба и да их примене при градњи нових објеката, али и при обновама постојећих зграда. Систем за енергетску сертификацију зграда који Директива успоставља подразумева одређивање енергетског разреда сваке зграде или посебне целине у оквиру зграде.

Преузете обавезе које следе из Директиве заправо сугеришу државама чланицама да својом правном регулативом обезбеде законски оквир за имплементацију и промоцију изградње објеката према концептима "веома ниских енергетских потреба" (енглески термини су *very low* и *close to zero energy building*).¹³ *EPBD* се периодично допуњује и унапређује тако да што боље одговори на проблеме уочене у пракси¹⁴. Такође, ЕУ доноси и друге сродне директиве којима регулише питања у вези са очувањем животне средине¹⁵.

У зградама које троше малу количину енергије (*low energy buildings – LEB*), могуће је остварити уштеду експлоатационих трошкова и до 80% применом

¹² DIRECTIVE 2002/91/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2002 on the energy performance of buildings

¹³ Појам *Low energy building* би се могао најприближније превести као "нискоенергетске зграде", док би се *Zero energy building* могао превести као "Зграда која не троши енергију".

¹⁴ DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)

¹⁵ **Decision No 406/2009/EC** of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020; **Directive 2009/28/EC** of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources; **Directive 2009/28/EC** of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources

адекватних концепцијских решења просторне организације, инсталационих система и материјализације термичког омотача¹⁶. Према подацима из 2009. године, у Европи је до тада изграђено око 20.000 нискоенергетских објеката од чега приближно 17.000 само у Немачкој и Аустрији.¹⁷ Резултати истраживања из 2013. године (које обухвата период 2008-2012.) наводе да је 31% од укупне грађевинске активности у Европи изведено у домену енергетски ефикасне (и еколошки савесне) градње¹⁸.

¹⁶ *LOW ENERGY BUILDINGS IN EUROPE: CURRENT STATE OF PLAY, DEFINITIONS AND BEST PRACTICE*, стр.1, доступно на http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf , 19.10.2012.

¹⁷ Bertez, J.L. (2009): *The passive stake. Strategic overview on a global, structured and sustainable way for "efficient building"*, Zenergie, Talloires, France, pp.2

¹⁸ McGraw-Hill Construction (2013): *World Green Building Trends – Business Benefits Driving New and Retrofitting Market Opportunities in Over 60 Countries*, McGraw-Hill Constructions, Massachusetts, USA, pp.26-29

2.1 Основни концепти енергетске ефикасности зграда

Терминологија, концепти и методологије калкулације који се користе за све типове нискоенергетских објеката значајно се разликују између држава чланица ЕУ и шире.¹⁹ Дефиниција шта је то нискоенергетски објекат значајно варира широм Европе, и поред тога што (*EPBD*) даје смернице у вези са прорачуном енергетских потреба. Варијације постоје не само кад је реч о апсолутном нивоу енергетске порошње у нискоенергетским објектима, већ и када се говори о одступању од лимита за енергетске разреде које прописују национални грађевински стандарди²⁰. Даље, методи обрачуна се разликују од државе до државе, што компликује директно поређење апсолутних вредности енергетских потреба. Директна и једноставна поређења граничних вредности које се наводе у стандардима појединачних земаља чланица ЕУ често нису могућа услед разлика као што су²¹:

- Методи калкулације
- Посматрани енергетски ниво (примарна енергија, излазна енергија, финална енергија)
- Климатске зоне

У наставку ће бити приказани најчешћи концепти енергетски ефикасних зграда.

2.1.1 Зграда која троши малу количину енергије

Не постоји, дакле, универзална дефиниција шта је то нискоенергетски објекат (енглески термин је "*low energy building*", скраћено *LEB*), али се овај појам генерално односи на оне објекте који имају боље енергетске перформансе него што то захтевају стандардни грађевински прописи неке државе. Опште узев, нискоенергетске објекте одликује већи степен термичке изолације термичког

¹⁹ *LOW ENERGY BUILDINGS IN EUROPE: CURRENT STATE OF PLAY, DEFINITIONS AND BEST PRACTICE*, стр.2, доступно на http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf , 19.10.2012.

²⁰ Thomsen, K.E., Wittchen, K.B, EuroACE (2008): *European national strategies to move towards very low energy buildings*, SBi, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg University, Hørsholm, pp.7

²¹ Thullner K. (2010): *Low-energy buildings in Europe – standards, criteria and consequences. A study of nine European countries*, Avdelningen för installationsteknik Institutionen för bygg-och miljöteknologi Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund, Sweden, pp.31-33

омотача објекта, енергетски ефикасни прозорски системи, добра заптивеност фасаде (на спојевима зида и фасадних отвора) као и умањена потреба за енергијом за грејање и хлађење. Такође, могу бити опремљени активним и/или пасивним соларним системима, а могу користити и *HRV*²² као и технологије за рециклирање топлоте из употребљене топле воде.

Објекти конципирани на принципима *low energy building* су познати широм Европе под различитим именима. У студији из 2008. године коју је израдила европска радна група "*Concerted Action*"²³ задужена за имплементацију *EPBD* директиве, идентификовано је 17 различитих термина који се користе у европским земљама да би објаснили овакав тип објекта, међу којима су: "ниско енергетска кућа" (*low energy house*), "кућа високих перформанси" (*high-performance house*), "пасивна кућа" (*passive house/Passivhaus*), "кућа која не емитује угљен-диоксид" (*zero carbon house*), "кућа којој не треба енергија" (*zero energy house*), "кућа која штеди енергију" (*energy savings house*), "кућа која има позитиван енергетски биланс" (*energy positive house*), "кућа којој је довољно 3 литре горива" (*3-litre house*), "кућа са изузетно ниским енергетским потребама" (*ultra-low energy house*) итд. Ако су у обзир узети и неки други параметри осим енергетских захтева, тада се овом списку могу додати и појмови као што су "еколошко грађење" (*eco-building*) или "зелена архитектура" (*green building*).²⁴

Све ове појмовне варијације одражавају став о томе која врста енергије је узета у обзир приликом дефинисања појма. У општем (идеалном) случају, прецизан прорачун енергетских потреба зграде требало би да обухвати све типове енергетске потрошње (грејање, хлађење, припрему санитарне топле воде, вентилацију (климатизацију) и осветљење). То, међутим, често није случај.

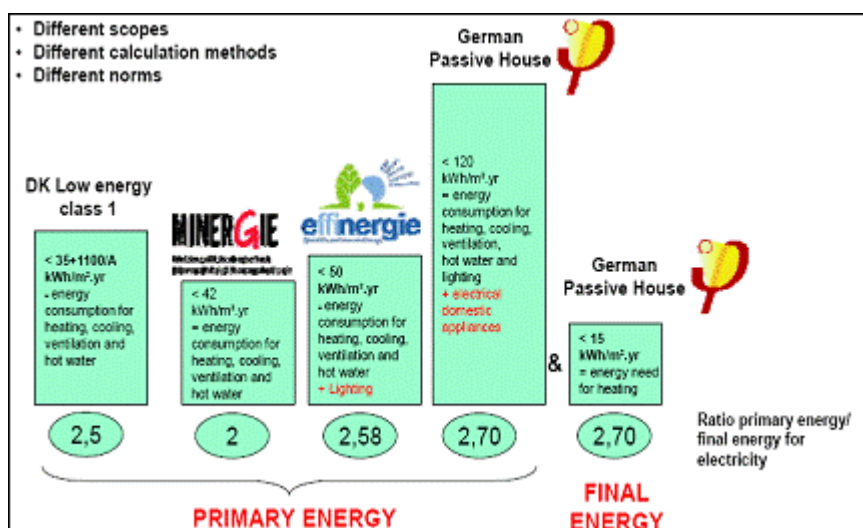
Већина дефиниција нискоенергетских објеката односе се на нове објекте, али постоје и оне дефиниције које третирају енергетску обнову зграда након којих

²² *Heat Recovery Ventilation (HRV)* је посебан систем вентилације код које је обезбеђена таква циркулација ваздуха да искоришћени ентеријерски ваздух при изласку из објекта предаје своју топлоту свежем спољном ваздуху (без међусобног мешања); тако да се у објекат уводи свеж али темперирани ваздух. На овај начин се остварује фантастична уштеда енергије, уз повећање квалитета унутрашњег ваздуха. У Србији се користи појам "рекуперација".

²³ Званични сајт ове организације је <http://www.epbd-ca.eu/>

²⁴ Пошто у српском језику нема адекватних термина за ове појмове, и пошто је њихов буквалан превод рогобатан и компликован, у наставку ће се користити аутентични енглески термини.

оне постају нискоенергетске. Зграде пројектоване за различите намене природно имају различите енергетске потребе и услове комфора. Због тога, дефиниције нискоенергетских објеката нису и не могу бити исте за различите намене објекта. Посматране државе чланице ЕУ су, свака за себе, установиле дефиниције нискоенергетских објеката за стамбене објекте и све друге које то нису²⁵.



Слика 2.1: Упоредни приказ неких од стандарда за нискоенергетске објекте који садрже различите обиме појмова и методе калкулације. Извор: Thomsen/Wittchen, *European national strategies to move towards very low energy buildings*, SBI (Danish Building Research Institute) 2008

С обзиром на климатске варијације и различите нормативне услове у земљама ЕУ, веома је тешко да се дефинише јединствени концепт нискоенергетских објеката који би важио на нивоу целе ЕУ. Штавише, национални стандарди и методологије појединачних земаља се до те мере међусобно разликују да оно што се у једној држави дефинише као нискоенергетски концепт једва да одговара стандардној пракси у другој.

²⁵ И у Србији, према важећим прописима из домена енергетске ефикасности зграда, постоји подела зграда на: стамбене зграде и нестамбене зграде и зграде мешовите намене.

2.1.2 Пасивна кућа и еквивалентни концепти

Дефиниције "пасивних кућа" су још хетерогеније, ако се узме у обзир шта се под тиме подразумева у земљама централне и северне Европе (Немачка, Аустрија, Шведска итд.) и јужне Европе (на пр: Шпанија, Италија, Португалија, Грчка). У јужној Европи, под тим појмом се подразумева објект који је базиран на "пасивним технологијама"²⁶, док се у Централној Европи појам "пасивна кућа" (*Passivhaus*) везује за одређени стандардизовани тип нискоенергетског објекта – развијен од стране др. Волфганга Фајста (*dr Wolfgang Feist*) на Пасивхаус институту у Дармштату у Немачкој – код којег је термички комфор могуће остварити путем претходног загревања или хлађења свежег ваздуха који се уводи у објект, без потребе за конвенционалним системом грејања²⁷.

Према спецификацији Пасивхаус Института из Дармштата, објект се сматра "пасивном кућом" уколико задовољава следеће услове²⁸:

1. Унутрашњи топлотни комфор је постигнут без засебног система грејања и без неког система климатизације: тако да енергетске потребе за грејање простора не пелазе 15 kW/m^2 на годишњем нивоу (у складу са *Passive House Planning Package* (PHPP) софтверским програмом којег је установио Пасивхаус Институт)
2. Критеријум топлотног комфора мора бити обезбеђен у свим корисним просторијама и током лета и током зиме. Следећи захтеви проистичу из овога:
 - "U" вредности²⁹ непровидних ентеријерских компонената морају бити мање од $0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - "U" вредности прозора и других прозирних компонената морају бити мање од $0.8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - Потребно је у потпуности елиминисати топлотне мостове.

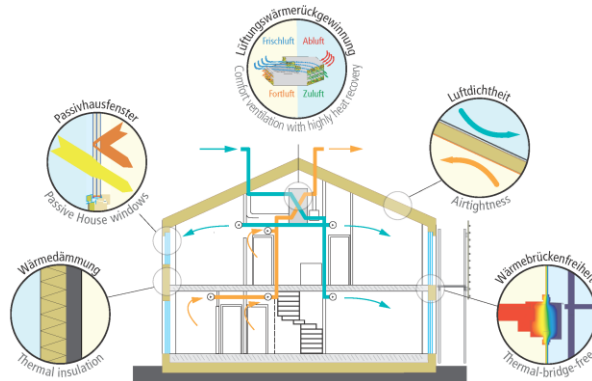
²⁶ "Пасивна технологија" – још један неадекватан и рогобатан превод енглеског појма "*Passive technologies*"

²⁷ Passivhaus Institut, official website <http://www.passiv.de>

²⁸ *Passive house requirements*, доступно на: http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm , 20.10.2012. године

²⁹ Мисли се на коефицијент пролаза топлоте. Овако ниска вредност у пракси значи веома велику дебљину термоизолационог слоја на свим позицијама термичког омотача објекта, што у великој мери одступа од стандардне архитектонске праксе у ЕУ, а поготово у Србији.

- Транспарентне позиције термичког омотача објекта које су оријентисане источно или западно ($\pm 50^\circ$) и они транспарентни делови који се налазе под углом од 75° у односу на хоризонталну раван - не смеју прелазити 15% од укупне корисне површине која се налази иза њих; или они морају бити опремљени помичном заштитом од сунца која омогућује редукацију инсолације за најмање 75%. За јужно оријентисане прозоре, лимит је 25% од укупне корисне површине који се налази иза њих.
 - Температура улазног (свежег) ваздуха који се уводи у просторију не сме бити нижа од 17°C . Поред тога, потребно је обезбедити константно и равномерно струјање ваздуха кроз све корисне просторије у објекту. Вентилациони систем мора да буде изведен у складу са стандардом хигијене ваздуха (*DIN 1946*). Ниво буке који производи вентилациони систем мора бити минималан, односно мањи од 25 dB.
 - Објект мора да има најмање по један отвор (прозор, врата или део прозора) који се отвара у свакој од просторија (за довод спољног ваздуха). Слободно струјање ваздуха путем природне вентилације мора да буде обезбеђено.
3. Укупне енергетске потребе за нормално коришћење свих уређаја у домаћинству (грејање, топла вода и електрична енергија) не смеју у збиру да прекораче лимит од 120 kWh/m^2 на годишњем нивоу. Калкулација се спроводи у складу са методологијом коју дефинише *PHPP*.



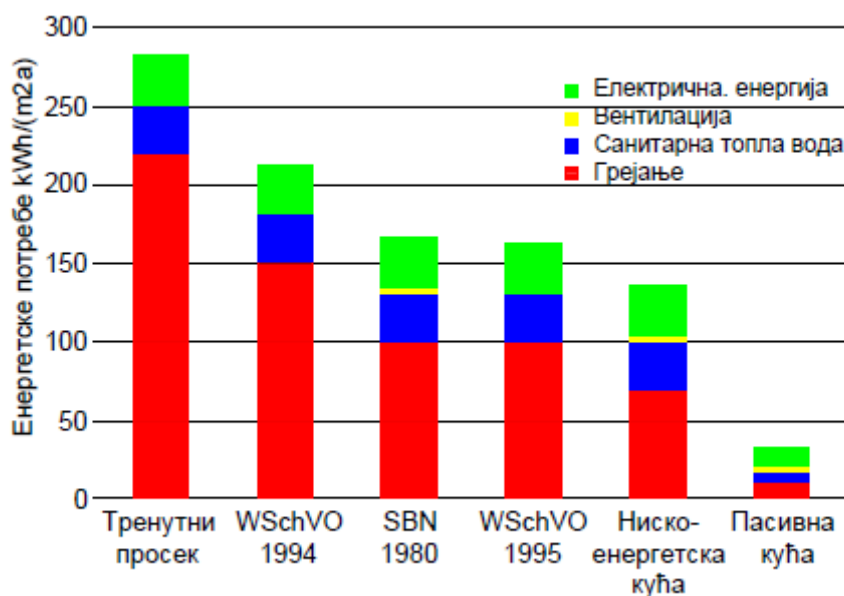
Слика 2.2: Пасивхаус захтеви; Извор: Passivhaus Institut³⁰, Passive house requirements

³⁰ Passivhaus Institut, Passive house requirements, доступно на: http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm, 17.03.2014. године

До данас, у Европи је изграђено више од 12.000 објеката који испуњавају наведене критеријуме. Највећи број ових објеката налази се у Немачкој, Аустрији и скандинавским земљама³¹.

Примена стандарда за концепт пасивне куће има и своја ограничења, модификације и специфичности у случају примене у јужним (топлијим) климатима, имајући у виду да се проблем енергетске потрошње овде не односи само на обезбеђивање адекватног топлотног комфора током зиме (загревањем унутрашњег простора), већ да се мора узети у обзир и потреба да се топлотни комфор обезбеди и током летњих месеци (адекватним хлађењем унутрашњег простора). Сходно томе, и сама дефиниција централно-европског *Passivhaus* стандарда треба да се прилагоди и укључи све климатске специфичности и температурне амплитуде на годишњем нивоу, да би била адекватна полазна основа за примену и у неком другом климату³².

Графикон 2.1: Упоредни приказ различитих стандарда енергетске ефикасности стамбених објеката (који су тренутно на снази у ЕУ)



WSchVO = Немачки термотехнички прописи SBN = Шведски грађевински стандард

Извор: <http://www.passivhaus-schwabach.de/warumeinpassivhaus.htm>

³¹ LOW ENERGY BUILDINGS IN EUROPE: CURRENT STATE OF PLAY, DEFINITIONS AND BEST PRACTICE, стр.5, доступно на http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf , 17.03.2014.

³² Применом *Passivhaus* стандарда у јужним подручјима посебно се бави институција *Intelligent Energy for Europe SAVE programme*. За више информација погледати: <http://www.passive-on.org>

На Графикону 2.1 је дат упоредни приказ неколико различитих стандарда енергетске ефикасности стамбених објеката који су тренутно на снази у земљама ЕУ, из којег се надвосмислено види супериорност *Passivhaus* стандарда.

2.1.2.1 EUROGATE – највећи *Passivhaus* пројекат ЈРС у Европи

У Бечу је у току реализација највећег *Passivhaus* пројекта у Европи – стамбени комплекс ЈРС под именом EUROGATE. Пројектован према мастер-плану сер Нормана Фостера, стамбени комплекс ће се састојати од укупно 1700 стамбених јединица, укупне корисне површине од 100.000 m². Изградња је започета октобра 2009. а завршетак радова је предвиђен за 2016. годину³³. Изградња вишеспратних *Passivhaus* објеката у Аустрији, међутим, није новост: тренутно их је 55 само у Бечу, што је највећа густина вишеспратних пасивних кућа на свету³⁴.

2.1.3 Куће које не троше енергију и које не емитују угљен-диоксид

Специфичност концепта "*Куће која не троши енергију и која не емитује угљен диоксид*" (енглески термини су "*Zero energy house*", скраћено (ZEH) и "*Zero carbon house*", скраћено (ZCH)) је у томе да су енергетске потребе објекта у потпуности задовољене путем енергије добијене из обновљивих извора (односно оних које не емитују CO₂). Објекат са нултом енергетском потрошњом на годишњем нивоу, може бити у потпуности аутономан у односу на локалну енергетску мрежу, или да буде повезан на мрежу, али да у неком периоду током године узима енергију из мреже, а у другом периоду да енергију враћа у мрежу (с обзиром да су обновљиви извори енергије најчешће сезонског карактера)³⁵.

³³ Build Up, 2009. *World largest Passive House settlement "Eurogate" started in Vienna*. Available at: <http://www.buildup.eu/cases/6891> [Accessed 10 March 2010]

³⁴ Доступно на посебном веб-сајту који представља званичну базу података Пасивхаус Института из Дармштата: <http://www.passivhausprojekte.de> , 28.07.2014

³⁵ *Zero energy buildings: A critical look at the definition.* , доступно на: http://www.nrel.gov/sustainable_nrel/pdfs/39833.pdf

2.1.4 Кућа која има позитиван енергетски биланс

Објекат који у просеку на годишњем нивоу произведе више енергије из обновљивих извора него што преузме енергије из спољашњих извора (енергетских мрежа) назива се "Кућа која има позитиван енергетски биланс" (енглески термини су "*Energy positive house*" или "*Plus energy house*")³⁶. Ово се може постићи комбинацијом малих генератора електричне енергије и *LEB* принципа као што су: пасивни соларни концепт објекта, побољшана тремоизолација термичког омотача, пажљив одабир позиције објекта на парцели, адекватна оријентација према странама света и др.

³⁶ *LOW ENERGY BUILDINGS IN EUROPE: CURRENT STATE OF PLAY, DEFINITIONS AND BEST PRACTICE*, стр.6, доступно на http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf , 19.10.2012.

2.2 Изградња енергетски ефикасних објеката ЈРС у посматраним државама чланицама ЕУ

Што се тиче тема из домена социјалног становања у ЕУ, оне су у најширем смислу покривене институцијом *CECODHAS Housing Europe*³⁷. Конкретне стамбене политике, пројекти и имплементације програма ЈРС као и креирање стандарда у овој области поверене су државама чланицама да се њима баве у складу са својим могућностима, потребама и интересима.

На самом почетку потребно је нагласити да ће у овом поглављу бити речи о нормативима, стандардима и осталим аспектима битним за изградњу објеката ЈРС у Аустрији, Немачкој, Великој Британији, Француској и Холандији. Посматрани нормативи и стандарди најчешће третирају област целокупне стамбене изградње као и квалитет живота који се мора обезбедити адекватним становањем, па се они самим тим односе и на објекте ЈРС. На нивоу ЕУ постигнут је консензус да нормативи и стандарди за објекте социјалног становања не смеју бити нижи него што је државни просек за све остале видове становања – већ исти, или чак и виши (као што је случај у Аустрији).

У посматраним државама чланицама ЕУ бројни су примери изведених објеката и насеља ЈРС. У овом поглављу биће приказани објекти ЈРС који предњаче по енергетској ефикасности у односу на стандардне стамбене објекте у тим земљама и који су референтни примери добре праксе. У питању су нови објекти (конципирани као појединачни, или у оквиру већих урбаних целина и стамбених насеља) изграђени у последњих десетак година.

Свака од поменутих држава биће заступљена са једним или више карактеристичних пројекта ЈРС који ће бити анализирани са аспекта просторне организације, физичких карактеристика, инфраструктурне опремљености и енергетских својстава омотача зграде, са циљем да се уоче и истакну заједничке карактеристике који ће бити основ за успостављање Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС који представљају типичну праксу у наведеним земљама ЕУ.

³⁷ European Liaison Committee for Social Housing, The federation of public, cooperative and social housing. Више информација доступно је на званичном сајту ове организације: www.housingeurope.eu

2.2.1 Велика Британија

У мају 2010. године *Richards Partington Architects* поднео је извештај³⁸ државној институцији Велике Британије *Commission for Architecture and Building Environment (CABE)* у којој су побројани и анализирани важећи нормативи и стандарди за изградњу нових стамбених објеката у Великој Британији, и то су:

- *Code for Sustainable Homes*
- *Lifetime Homes*
- *Secured by Design*
- *Building for Life*
- *Building Regulations Approved Documents*

Иако не апострофирају директно социјално становање као такво, они важе и за објекте ЈРС. Овде је важно напоменути да је аспект енергетске ефикасности стамбених објеката тек један у низу захтева када је реч о квалитету становања. Стандарди *Lifetime Homes*, *Secured by Design* и *Building Regulations Approved Documents* су пројектантски стандарди који дефинишу захтеве просторног комфора, физичке приступачности и безбедности и не разматрају аспект енергетске ефикасности стамбених објеката (те као такви нису од интереса за тему овог истраживања), док стандард *Building for Life* тек имплицитно уводи критеријуме који би се могли односити и на аспект енергетски ефикасне материјализације стамбених објеката. У наставку следи кратак приказ оних стандарда који у већем обиму третирају проблем енергетске ефикасности стамбених објеката.

Code for Sustainable Homes - Циљ овог стандарда (који је уведен 2006/7. године) је да побољша општу одрживост новоизграђених стамбених објеката у Енглеској, Велсу и Северној Ирској, и да у оквиру њега индустрија стамбених објеката буде у могућности да пројектује и изводи објекте виших еколошких и енергетских стандарда него што то важећа грађевинска регулатива налаже. Занимљиво је да је реч о добровољном (тј. необавезујућем) стандарду који је

³⁸ Richards Partington Architects, (2010): *Housing standards: evidence and research Mapping existing housing standards*, CABE, London

довољно флексибилан да омогућује инвеститорима и пројектантима да одаберу најисплативију комбинацију спорних питања које треба решити да би се достигао жељени ниво енергетске ефикасности. Иако *Code for Sustainable Homes* није званичан стандард, потрошња енергије и емисија CO₂ израчунавају се према методама које су прописане британским грађевинским прописима. У периоду од 2013-2016. године, очекује се да се овај стандард ревидира тако да се усагласи са ажурираним британским грађевинским прописима, као и са имплементацијом политике *Zero Carbon Homes*³⁹

Building for Life је алат за постизање квалитета у пројектовању стамбених објеката и стамбених четврти у Енглеској који се састоји се од 20 критеријума за вредновање новопроектованих стамбених објеката, који дају нумерички скор⁴⁰. Критеријуми прате степен испуњености важних функционалних услова, архитектонску атрактивност објекта и аспекте енергетске ефикасности и одрживости. *Building for Life* стандард (у виду званичног сертификата) добијају сви објекти који су испунили више од 14 постављених критеријума: 14/20 и 15/20 задовољених критеријума доносе "*Silver Building for Life Standard*" (Сребрни стандард) док објекти који су задовољили 16 и више критеријума добијају "*Golden Building for Life Standard*" (Златни стандард)⁴¹.

2.2.1.1 Социјално становање у Лондону на примеру насеља "*Bourbon Lane*"

Иновативно решење за низ објеката JPC названо "*Bourbon Lane*" (Слика 2.3) у западном делу Лондона (из 2007. године) резултат је међународног конкурса у организацији CABE⁴² којег је освојио архитектонски биро *Cartwright Pickard Architects* у сарадњи са бироом *B+C Architectes*⁴³. Овим пројектом обезбеђено је 78 станова за запослене у јавном сектору и њихове породице.

³⁹ Од 2016. године, у Великој Британији ће сви новоизграђени објекти морати да буду *Zero Carbon Buildings* - односно да буду тако конципирани да током коришћења не емитују угљен-диоксид

⁴⁰ 1 критеријум носи 1 поен.

⁴¹ Извор: http://en.wikipedia.org/wiki/Building_for_Life, 04.01.2013.

⁴² CABE - Commission for Architecture and the Built Environment. Више информација на: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cabe.org.uk/about-cabe>

⁴³ Извор: <http://www.worldbuildingsdirectory.com/project.cfm?id=204>, доступно 02.01.2013.



Слика 2.3: Комплекс од 8 објеката за социјално становање "Bourbon Lane" у западном Лондону
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/> , 02.01.2013.

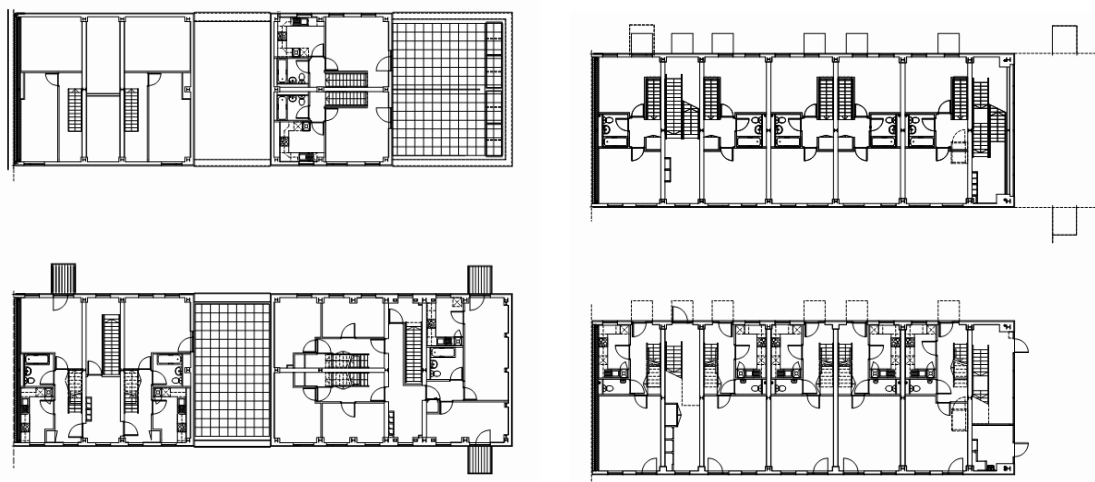


Слика 2.4: Комплекс од 8 објеката JPC "Bourbon Lane" – ситуација и шире окружење
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/> , 02.01.2013.

Овај пројекат је реализован на браунфилд локацији (на којој је некада био изложбени објекат изграђен за потребе Олимпијских игара у Лондону 1908. године) која се налази између нових савремених објеката у изградњи (у залеђу) и типичних лондонских стамбених четврти са викторијанским и едвардијанским кућама са друге стране улице (Слика 2.4).

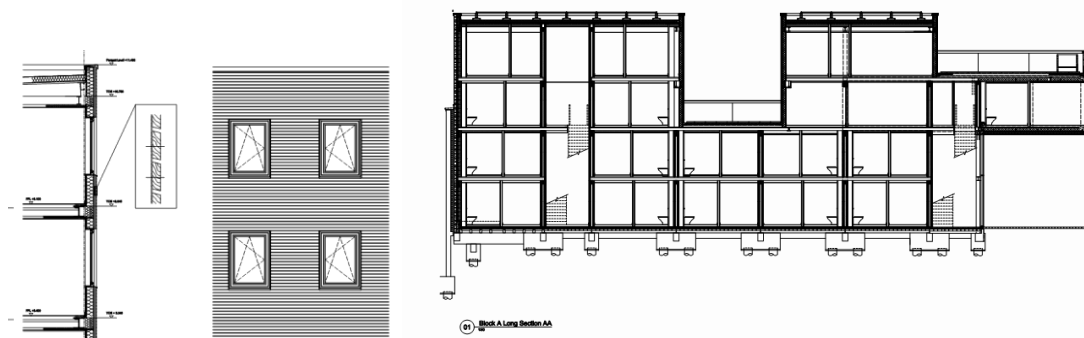
Осам стамбених ламела обложених дрветом, различите спратности, позиционирано је тако да прате облик северне стране парцеле обезбеђујући наизменично приватне отворене просторе (у виду традиционалних лондонских стамбених дворишта) и уређене јавне отворене просторе (у виду дечјих игралишта и зелених површина) који излазе на улични фронт. Свака од 8 ламела поседује споствени визуелни идентитет захваљујући употреби боја из јарке и светле палете као контраст дрвеној фасадној облози, иако је материјализација ових објеката иста. Пешачки приступ објектима местимично је наткривен драматичним препустима који наткриљују улазе у стамбене објекте (Слика 2.3), у циљу

креирања интересантног, динамичног и пријемчивог суседства које неће ни у ком смислу бити стигматизовано као мање вредно "социјално" становање.



Слика 2.5: "Bourbon Lane" – једна од стамбених ламела - основе станова на два нивоа
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/> , 02.01.2013.

Објекти су једноставне кубичне форме, са двострано оријентисаним становима који примају јутарње и поподневно сунце (због оријентације објеката по оси северозапад – југоисток). Објекти немају подземних етажа (Слика 2.6). Поред тога, сваки стан има или башту, или велику кровну терасу или балкон, а чести су станови са дневним боравком који има дуплу висину.



Слика 2.6: "Bourbon Lane" – детаљ фасаде и подужни пресек кроз објекат
Извор: <http://www.archdaily.com/243155/bourbon-lane-cartwright-pickard-architects/> , 02.01.2013.



Слика 2.7: "Bourbon Lane" – челична скелетна конструкција на армирано-бетонским темељима
Извор: http://www.cartwrightpickard.com/sectors/environment/288_bourbon-lane.aspx, 02.01.2013.

Челична скелетна конструкција се показала као најбоље решење за формирање пројектованих препуста од 6 m (који чине битну архитектонску карактеристику објеката).



Слика 2.8: "Bourbon Lane" – фасада је израђена од префабрикованих панела
Извор: http://www.cartwrightpickard.com/sectors/environment/288_bourbon-lane.aspx, 02.01.2013.

Код ових објеката примењени су савремени методи градње: за материјализацију фасаде примењени су полу-префабриковани панели (са фабрички уграђеном фасадном столаријом) који се састоје из челичне конструкције, термоизолације и облоге (Слика 2.8). Као завршна облога (уместо традиционалне опеке) употребљен је импрегнирани сибирски ариш у природној нијанси, као и фибер-цементне плоче јарких боја на појединим вертикалним и хоризонталним површинама⁴⁴ (Слика 2.3) тако да објекат не асоцира на префабриковани склоп.

⁴⁴ Извор: <http://www.worldbuildingsdirectory.com/project.cfm?id=204>, доступно 02.01.2013.

Енергетској ефикасности овог објекта поклоњена је велика пажња, тако да су објекти добили оцену "Одлична Еко-кућа" ('*excellent*' *Eco Homes rating*)⁴⁵ и освојили "Златни стандард" према *Building For Life* сертификацији.

- Овај пројекат освојио је следећа признања и награде:

RIBA Regional Award

Civic Trust Special Award for Housing Design Award

British Homes Awards – Специјално признање

Structural Steel Design Award - признање

Основни подаци о пројекту⁴⁶:

- Број стамбених јединица: 78
- 27 јавних паркинг места у оквиру приступне улице (тј. јавног простора)
- Нето површина (грејана површина): 6.861 m²
- Грејана запремина објеката: 18.524 m³
- Година изградње: 2007.
- Спратност: П + 3

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објеката⁴⁷:

- Коефицијенти пролаза топлоте (за позиције омотача зграде) су 20-25% нижи у односу на тренутне прописе у Великој Британији
- Челична конструкција високог квалитета
- Термички омотач зграде је начињен од полупрефабрикованих, одлично термички изолованих панела који минимизирају продор ваздуха, уз смањење генерисања отпада током израде и монтаже
- Комбиновани генератор за електричну енергију и грејање на нивоу локације, уз систем централног грејања - обезбеђује грејање и централну припрему топле воде за сваки стан
- Енергетски разред: В
- Сви станови су снабдевени *HRV* системом

⁴⁵ Видети детаљније на: <http://www.eco-ratingservices.co.uk/ecohomeslanding.html>

⁴⁶ Извор: <http://www.worldbuildingsdirectory.com/project.cfm?id=204>, доступно 03.01.2013.

⁴⁷ Извор: <http://www.worldbuildingsdirectory.com/project.cfm?id=204>, доступно 03.01.2013.

- Сваки стан поседује засебни уређај који у сваком тренутку показује колико енергије се троши у дотичном стану, па је на тај начин обезбеђена додатна мотивација корисницима да поведу рачуна о свакодневном трошењу енергије
- Троструко застакљивање фасадних отвора

2.2.2 Аустрија

Аустрија је федерална република која се састоји од девет покрајина. Сходно подели надлежности између покрајина, никада није уведен јединствени грађевински закон у Аустрији, већ се формирало најмање девет различитих система који се састоје од закона о градњи и пратећих подзаконских аката. Од 1948. године па током наредних деценија редовно су покретане иницијативе у овом смислу, али без успеха.

2000. године, покрајине су се договориле да се оформи експертска група са задатком да припреми нацрт предлога за хармонизацију грађевинске регулативе у Аустрији. Овај последњи покушај био је ограничен искључиво на техничке захтеве у вези са зградама и другим радовима на изградњи. Други услов био је да експертска група сарађује са Аустријским Институтом за Изградњу (*Österreichisches Institut für Bautechnik*, скраћено *OIB*).

Пошто је ово била јединствена прилика да се успостави потпуно нови сет грађевинских правила, донета је одлука да се крене "од нуле" са иновативним и далекосежним концептом који би у законски оквир требало да постави тзв. "есенцијалне захтеве"⁴⁸ а да детаљне техничке захтеве препусти одговарајућим подзаконским актима, нормативима и стандардима⁴⁹. То је значило да грађевински закони и уредбе треба да буду ограничени на чисто функционалне захтеве, док би се остали захтеви који се тичу перформанси установили на нивоу смерница за пројектовање датих од стране *OIB*.

Главна предност оваквог приступа је у томе што он, са једне стране, обезбеђује пројектантске смернице које лако могу да се употребе, које су свакоме јасне; а са друге стране омогућује реализацију алтернативних пројектанских решења уколико она обезбеђују подједнак ниво безбедности⁵⁰, чиме је омогућена

⁴⁸ Есенцијални захтеви су: 1)Стабилност објекта и отпорност на механичке утицаје; 2)Безбедност у случају пожара; 3)Хигијена, здравље и заштита животне средине; 4)Пристапачност и безбедност приликом употребе; 5)Заштита од буке; **6)Енергетска штедљивост и чување топлоте**

⁴⁹ Council resolution (85/C136/01) on a new approach to technical harmonization and standards [1985] OJC136, 04/06/1985, pp.1-9

⁵⁰ Mikulits, R. (2008): *The legal two-tier approach in the new Austrian Building Codes*, Austrian Institute of Construction Engineering (OIB), Vienna, pp.2

неопходна флексибилност за иновативно архитектонско пројектовање и комплексне грађевинске пројекте.

OIB-ови грађевински прописи тј. смернице за пројектовање, писани су у чисто функционалном духу, имају форму закона и само осам страница текста које покривају свих ових шест захтева. Поред тога, постоји јединствени документ који даје "дефиниције" и други који представља списак свих цитираних стандарда и друге техничке регулативе. Предвиђено је да се уведе редовна ревизија OIB-ових смерница за пројектовање са изменама и допунама на сваких 3-5 година⁵¹, како би законска регулатива што брже и ефикасније одговорила на актуелне проблеме из праксе.

Пројектовање и грађење објеката JPC у Аустрији у потпуности је покривено поменутиим Смерницама, чиме је отворен пут за постизање иновативних енергетски ефикасних архитектонских решења у пракси. Аустрија је данас, у погледу изградње енергетски ефикасних објеката JPC, у самом светском врху.

2.2.2.1 "Соларни град" у Линцу - "Solar City - Pichling"

Главни град покрајине Горња Аустрија – Линц, један је од највећих градова у Аустрији, лежи на обали Дунава и одликује га урбани развој типичан за индустријске градове Централне Европе. Велике незадовољене стамбене потребе становника Линца током 1990-тих година условиле су планирање новог стамбеног подручја JPC на ободу града. Иницијатива за оваквим пројектом потекла је од градске управе Линца која је још 1990. године представила политику примене *low-energy* принципа у градњи објеката JPC. Тако је донета одлука да се изгради "Соларни град" - велико *low-energy* стамбено насеље⁵².

Новембра 1991. за реализацију "Соларног града" одабрано је јужно предграђе Линца – Пихлинг. Свеобухватан урбанистички план за ово ново стамбено насеље JPC завршен је до краја 1992. године. Током 1993. и 1994. године, Градске власти су уложиле напоре да овај пројекат уздигну на ниво

⁵¹ Mikulits, R. (2008): *The legal two-tier approach in the new Austrian Building Codes*, Austrian Institute of Construction Engineering (OIB), Vienna, pp.4

⁵² Guttman, R. (2007): *SolarCity Linz-Pichling – Sustainable City Development: Comprehensive Sociocultural Planning*, SolarCity, Linz, Austria, pp.2

егземпларног пројекта *low-energy* становања, уговоривши са четири најзначајније непрофитне стамбене организације из Линца заједничко финансирање и изградњу 630 *low-energy* станова који ће чинити прву фазу "Соларног града".

С обзиром на то да је "Соларни град" замишљен као веома престижан пројекат, Град Линц је сходно томе ангажовао архитекте светског реномеа да пројектују прву фазу: сер Нормана Фостера (*sir Norman Foster*), Ричарда Роџерса (*Richard Rogers*), Томаса Херцога (*Thomas Herzog*) и немачког енергетског технолога Норберта Кајзера (*Norbert Kaiser*)⁵³.

Град Линц је 1996. године расписао конкурс за пројектовање стамбених објеката друге фазе. Изградња је отпочела 2001. године и до краја 2006. године сви планирани радови на "Соларном граду" су завршени.

Ово насеље тренутно се састоји се од 1298 станова и има приближно 2700 становника⁵⁴.



Слика 2.9: "Соларни град", Линц, Аустрија

Извор: <http://www.advantageaustria.org/ca/events/BOKU.pdf>

⁵³ Breuste, J., Riepel, J. (2007): *SOLARCITY LINZ/AUSTRIA – A EUROPEAN EXAMPLE FOR URBAN ECOLOGICAL SETTLEMENTS AND ITS ECOLOGICAL EVALUATION*, Paris-Lodron University of Salzburg, Austria, pp.9

⁵⁴ Trabelspurg, M. (2010): *The Principles of Passive House Technology & The Design of the Austrian House*, 1st AUSTRIAN PASSIVE HOUSE FORUM, Whistler, British Columbia, Canada, pp.36

"Соларни град" је сјајан пример планирања града и пројектовања стамбених насеља по принципима биоклиматске архитектуре⁵⁵. По први пут је цело насеље ЈРС конципирано на принципима економичних нискоенергетских метода (са енергетским потребама које не прелазе 40 kW/(m²a) по објекту), уз употребу соларних панела и фотонапонских ћелија, подног грејања, енергије биомасе и ветра који су овде примењени у свему према еколошким критеријумима⁵⁶.

Без обзира на прокламовану архитектонскону разноликост, сви објекти "Соларног града" имају неке заједничке карактеристике (видети *Слику 2.9*). Реч је о стамбеним ламелама мале спратности (до П+3), компактне кубичне форме, мале ширине тракта, који су међусобно довољно удаљени да не ометају инсолацију. Упадљиво је одсуство класичних кровних конструкција (двоводни и вишеводни кровови покривени црепом или неким другим традиционалним материјалом), јер су кровне равни искоришћене за постављање топлотних пријемника сунчеве енергије и фотонапонских ћелија, а њихов (једноводни) нагиб је у функцији оптималног упадног угла сунчевих зрака.

Стамбене зграде предвиђене су за вишепородично становање, са двострано оријентисаним становима. Сваки стан има балкон, лођу или припадајућу башту (ако је стан у приземљу). Због високог нивоа подземне воде, објекти немају више од једне подземне етаже, често само полу-укопане (где су гаражна паркинг места или оставе). Термичка изолација термичког омотача објекта и инфраструктурна опремљеност објеката задовољавају нискоенергетске или Пасивхаус стандарде.

Аустријско Федерално министарство транспорта, иновације и технологије спонзорисало је програм "Куће будућности" (*Haus der Zukunft*) са циљем да се у оквиру "Соларног града" изграде и анализирају три различита енергетска стандарда: пасивна кућа, "скоро пасивна кућа" и *low-energy* кућа⁵⁷. Ови објекти представљају прве пасивхаус и "скоро пасивхаус" објекте у покрајини Горња Аустрија.

⁵⁵ Видети детаљније у: Пуцар, М., Пајевић, М., Јовановић-Поповић, М. (1994): *Биоклиматско планирање и пројектовање - урбанистички параметри*, Завет, Београд 1994. ISBN 86-7034-003-8

⁵⁶ Breuste, J., Riepel, J. (2007): *SOLARCITY LINZ/AUSTRIA – A EUROPEAN EXAMPLE FOR URBAN ECOLOGICAL SETTLEMENTS AND ITS ECOLOGICAL EVALUATION*, Paris-Lodron University of Salzburg, pp.10

⁵⁷ Treberspurg, M., Ertl, U. (2007): *PASSIVE HOUSE TECHNOLOGY FOR MULTIPLE-UNIT HOUSES IN VIENNA AND LOWER AUSTRIA*, CESB 07 PRAGUE Conference, Session M4B: Building Design 2, Prague, Czech Republic, pp.3

Основни подаци о пројекту "Куће будућности"⁵⁸:

- Укупан број стамбених јединица: 93
- Подземна паркинг гаража
- Конструктивни склоп: масивна зидана конструкција⁵⁹
- Нето површина (грејана површина): приближно 8.000 m²
- Грејана запремина објеката: приближно 21.600 m³
- Период изградње: 2003 - 2005.
- Спратност: П + 3

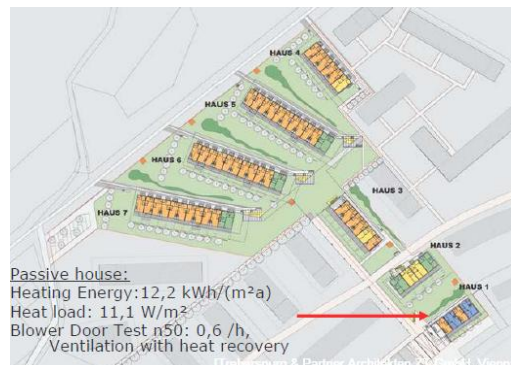
Подаци који се односе на енергетску ефикасност објеката:

- Седам стамбених објеката од којих су:
 - 5 нискоенергетских кућа (свака са годишњом потребном енергијом за грејање од 30 kWh/(m²a) према методологији PHPP),
 - 1 "скоро пасивна кућа" (годишња потребна енергија за грејање 17 kWh/(m²a) према методологији PHPP) и
 - 1 пасивна кућа (годишња потребна енергија за грејање 7 kWh/(m²a) према методологији PHPP).
- Заптивеност (*air tightness*) n50: 0,6/h,
- Енергетски разред: A++
- Вентилациони систем са рекуперацијом (HRV) (са децентрализованим уређајима за вентилацију)
- Фасадна столарија је застакљена посебном врстом стакла које аутоматски реагује на количину сунчевог светла тако што смањује сопствену транспарентност регулишући на тај начин количину осветљаја (тзв. *switching glass* технологија⁶⁰)
- Циркулационе пумпе за грејање (које саме троше веома малу количину енергије)

⁵⁸ Извор: <http://www.treberspurg.com/wp/wp-content/uploads/2008/10/1-3-ebslinz1.pdf>

⁵⁹ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): *Innovative Gebäude in Österreich - Österreichische Demonstrationsgebäude und Leitprojekte aus dem Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“*, BMVIT, Wien, pp.29

⁶⁰ Више о овој теми погледати на: <http://www.innovativeglasscorp.com/products> ;
<http://www.intelligentglass.net/smart-glass-single-glazing.html> ;
<http://www.innovativeglasscorp.com/solar-smart>



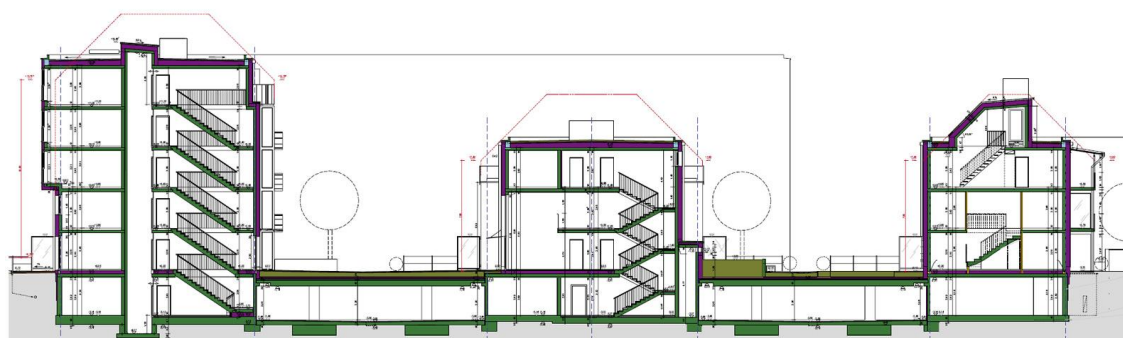
Слика 2.10: Пасивхаус објекти у "Соларном граду"

2.2.2.2 Пасивхаус стамбени блок ЈРС "Pantucekgasse Roschegasse" у Бечу



Слика 2.11: Стамбени блок ЈРС у Бечу (адреса: Pantucekgasse Roschegasse)

Овај стамбени блок (из 2006. године) тренутно је један од највећих стамбених објеката изграђених према Пасивхаус стандарду у Аустрији и показао се у пракси сасвим прикладним за ЈРС за које је и пројектован.



Слика 2.12: Стамбени блок ЈРС, Pantucekgasse Roschegasse, Беч - Пресек кроз блок

Блок се састоји од 114 станова (грејане површине од око 9.900 m²), негрејане подземне гараже испод целог блока, заједничких простора и термички изолованих остава у таванском простору. Изнад гараже изведен је "зелени кров" уређен као парковска површина намењена станарима блока. Потрошња енергије за грејање износи 7,3 kWh/(m²a)⁶¹, што је два пута енергетски ефикасније него што износи горњи лимит за пасивну кућу (15kWh/(m²a)).

Фотонапонски модули који се налазе на јужно оријентисаним косим кровним равнинама обезбеђују једну трећину електричне енергије потребне за функционисање система HRV⁶². Грејање у објекту је обезбеђено путем децентрализованих вентилационих уређаја који су интегрисани са системом високо ефикасног повраћаја топлоте (*heat recovery ventilation – HRV*, са повраћајем топлоте од преко 90%⁶³), уз могућност индивидуалног регулисања потрошње за сваки стан. Топлотне пумпе малог капацитета употребљене су за производњу топле воде и загревање свежег ваздуха који се путем вентилације уводи у објекат. Загревање ваздуха (или хлађење преко лета) обезбеђује се коришћењем константне температуре тла. Свеж ваздух се потом загрева у посебним топлотним измењивачима⁶⁴.



Слика 2.13: Стамбени блок JPC у Бечу, Pantucekgasse Roschegasse – уличне фасаде

Посебна пажња при пројектовању овог објекта поклоњена је архитектонским детаљима који се тичу елиминисања термичких мостова.

⁶¹ Доступно на: <http://www.crispyarch.com/2012/08/passive-house-roscheegasse-in-vienna/>, 26.12.2012.

⁶² Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): *Innovative Gebäude in Österreich - Österreichische Demonstrationsgebäude und Leitprojekte aus dem Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“*, BMVIT, Wien, pp. 64

⁶³ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): *Innovative Gebäude in Österreich - Österreichische Demonstrationsgebäude und Leitprojekte aus dem Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“*, BMVIT, Wien, pp. 64

⁶⁴ Доступно на: <http://www.crispyarch.com/2012/08/passive-house-roscheegasse-in-vienna/>, 26.12.2012.

Пројектовање и извођење омотача без термичких мостова спада у једно од кључних правила пасивхаус стандарда. Критична места где се најчешће појављују хладни мостови (попут лођа, балкона, назидака и спојева конструктивних елемената) су на овом објекту доследно и систематски решени на следећи начин (Слика 2.14):

- Конструкција балкона је потпуно независна од конструкције остатка објекта и са њом је повезана тачкасто (путем котви). На овај начин омогућено је да термоизолација фасаде не буде прекинута на месту где се налазе балкони.
- Континуитет термоизолације фасаде и термоизолације равног крова остварен је тако што је назидак озидан гас-бетонским блоковима који имају коефицијент пролаза топлоте $U \leq 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ⁶⁵

На следећим фотографијама дат је фазни приказ извођења карактеристичних архитектонских детаља⁶⁶.



Слика 2.14: Архитектонско решење за елиминацију хладног моста

Основни подаци о пројекту⁶⁷:

- Број стамбених јединица: 114
- Паркинг места обезбеђена у оквиру негрејане подземне гараже која се налази испод целог блока
- Нето (грејана) површина: приближно 9.900 m²⁶⁸

⁶⁵ На српском тржишту заступљен је систем гас-бетонских блокова YTONG који би се (у домаћим условима) могао успешно применити приликом пројектовања истих или сличних архитектонских детаља.

⁶⁶ Доступно на:

<http://www.greenbuildingforum.eu/gbf/fileadmin/2012/presentations/11%20Kromp%202012%2003%2019%20sustainable%20construction.pdf>, 28.12.2012.

⁶⁷ Извор: http://www.cesb.cz/cesb07_proceedings/046_Treberspurg.pdf

- Грејана запремина објеката: приближно 26.700 m³
- Година завршетка изградње: 2006.
- Спратност: варира од По + П + 2 до По+П+4

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објеката⁶⁹:

- Масивна зидана конструкција (тешки тип градње) високог квалитета
- Посебан систем функционалне вентилације на овом објекту састоји се из следећих компоената⁷⁰ :
 - Псивхаус вентилације (*HRV* систем) остварене преко децентрализованог система са уређајима за сваки стан посебно
 - Претходног загревања свежег ваздуха преко топлотних измењивача и сензора за геотермалну енергију
- Децентрализована припрема топле воде (захваљујући хидро-екстракторима)
- Фотонапонски модули обезбеђују једну трећину електричне енергије потребне за функционисање система *HRV*
- Годишња потребна енергија за грејање: 7,3 kWh/(m²a) (према РНРР)⁷¹
- Енергетски разред: A++
- Конторлисана вентилација стамбених просторија (измена ваздуха 0,2-0,5/h)
- Конструктивно одвајање структуралних компонената у циљу елиминације хладних мостова (Слика 2.14)
- Троструко застакљивање фасадних отвора
- Дебљина термоизолације термичког омотача:
 - Фасадни зидови: полистирен дебљине 26, 30 и 35 cm
 - Кров: полистирен дебљине 26-34 cm
- U-фактор (коефицијент пролаза топлоте):
 - Спољни зид: 0,14 W/m²K
 - Кров: 0,12 W/m²K
 - Под на тлу: 0,12 W/m²K
 - Прозори (у просеку): 0,85 W/m²K

⁶⁸ Извор: <http://www.advantageaustria.org/ca/events/BOKU.pdf>

⁶⁹ Извор: http://www.cesb.cz/cesb07_proceedings/046_Treberspurg.pdf

⁷⁰ Доступно на:

<http://www.greenbuildingforum.eu/gbf/fileadmin/2012/presentations/11%20Kromp%202012%2003%2019%20sustainable%20construction.pdf> , 28.12.2012.

⁷¹ Извор: <http://www.advantageaustria.org/ca/events/BOKU.pdf>

2.2.2.3 Насеље JPC "Lodenareal" у Инсбруку

Године 2005. пројектантски биро *Architekturwerkstatt din-a4* из Инсбрука побеђује на урбанистичко-архитектонском конкурс за пројекат JPC на локацији под именом Лоденареал и потписује уговор за израду детаљног урбанистичког плана новог стамбеног насеља као и пројектовање самих објеката⁷².



Слика 2.15: Лоденареал – ситуација и положај стамбених блокова



Слика 2.16: Лоденареал - насеље JPC у Инсбруку

Пројектанти су замислили стамбено насеље које се састоји из три стамбена блока. Сваки од блокова састоји се од четири стамбене ламеле од којих су по две повезане топлом везом. Ламеле су компактне, праволинијске форме равног крова и међусобно су постављене ортогонално, тако да формирају правоугаони блок са пространим централним заједничким простором унутар блока. Блокови су различите величине габарита, међусобно одвојени и не прате исту оријентацију, формирајући на тај начин различите отворене заједничке и полу-заједничке озелењене просторе за рекреацију (неправилног, конвексног облика) у оквиру кварта (Слика 2.15) који се надовезују на речне обале река Сил и Ин.

⁷² Доступно на: http://www.din-a4.at/presseseite/pdfs/0909_aussendung_pm_lodenareal.pdf, 28.12.2012.

Пројектанти су овог пута имали за циљ да постигну пасивхаус стандард, што је у почетку био велики изазов када се узме у обзир захтевани обим пројекта и пројектовани волумен ових објекта који су превазилазили све до тада изграђене Пасивхаус стамбене објекте у Европи. Да би се остварио зацртани циљ, у реализацију пројекта се од самог почетка укључио Пасивхаус Институт из Дармштата под вођством проф. Волфганга Фајста (*Wolfgang Feist*) који је надгледао пројектовање и извођење и на крају (2009. године) обавио пасивхаус сертификацију Лоденареал објеката⁷³, учинивши их тиме тренутно највећим изграђеним пасивхаус стамбеним насељем у Европи.

Основни подаци о пројекту⁷⁴:

- Број стамбених јединица: 354
- 405 паркинг места у оквиру негрејане подземне гараже
- Нето површина (грејана површина): приближно 26.000 m²
- Грејана запремина објекта: 167.000 m³
- Период изградње 2007-2009.
- Спратност: По + П + 5

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објекта⁷⁵:

- 80% ниже енергетске потребе (у односу на максимуме дате важећим прописима)
- Масивна конструкција (тешки тип градње) високог квалитета
- Систем грејања: 1.050 m² топлотних пријемника сунчеве енергије (3 m² по стану) за загревање санитарне топле воде
- Инсталација за грејање на биомасу⁷⁶
- Годишња потребна енергија за грејање: 7 kWh/(m²a) (према PHPP)⁷⁷
- Енергетски разред: A++
- Конторлисана вентилација стамбених просторија (измена ваздуха 0,35/h)

⁷³ Доступно на: http://www.pass-net.net/downloads/pdf/factsheet_a_lodenareal.pdf, 29.12.2012.

⁷⁴ Ове податке даје пројектант Лоденареала *Architekturwerkstatt din-a4* из Инсбрука. Доступно на: http://www.din-a4.at/presseseite/pdfs/0909_aussendung_pm_lodenareal.pdf, 29.12.2012.

⁷⁵ Ове податке даје пројектант Лоденареала *Architekturwerkstatt din-a4* из Инсбрука. Доступно на: http://www.din-a4.at/presseseite/pdfs/0909_aussendung_pm_lodenareal.pdf, 29.12.2012.

⁷⁶ Доступно на: http://www.pass-net.net/downloads/pdf/factsheet_a_lodenareal.pdf, 29.12.2012.

⁷⁷ Доступно на: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf, 29.12.2012.

- Конструктивно одвајање структуралних компонената у циљу елиминације хладних мостова
- Троструко застакљивање фасадних отвора
- Дебљина термоизолације термичког омотача:
 - Фасадни зидови: 30 cm
 - Кров: 40 cm
 - Подрумски зидови: 24 cm
 - Таванице: 26 cm
- U-фактор (коефицијент пролаза топлоте) ⁷⁸:
 - Спољни зид: 0,13 W/m²K
 - Кров: 0,11 W/m²K
 - Под на тлу: 0,12 W/m²K
 - Прозори (у просеку): 0,85 W/m²K

⁷⁸ Доступно на: http://www.pass-net.net/downloads/pdf/factsheet_a_lodenareal.pdf, 29.12.2012.

2.2.3 Немачка

Социјално становање у Немачкој је пре свега тржишно оријентисано⁷⁹. Немачки јавни сектор по традицији субвенционише приватне инвеститоре да граде нове објекте ЈРС или да санирају постојећи стамбени фонд. У замену за субвенције (или ослобађање од пореза) од ових инвеститора се захтева да управљају стамбеним објектима по систему ЈРС – у одређеном временском периоду. Дужина поменутог периода може се кретати у распону од 40 година (што је била пракса 1970-тих и 1980-тих) до садашњег интервала између 12 и 20 година. Након истека овог рока, власници објеката (или станова) ЈРС су слободни да одлуче да ли ће да наставе да их рентирају или ће да их продају на тржишту.

Иако важећи "Закон о социјалном становању"⁸⁰ и даље регулише производњу објеката ЈРС, он представља отклон од финансирања изградње одређених типова станова. Занимљиво је да социјално становање у Немачкој никада није посебно било усмерено ка сиромашнима, нити су објекти ЈРС грађени специјално за њих. Заправо, квалитет социјалног становања углавном је био изнад дефиниције сиромашног у сваком смислу. Сектор ЈРС се определио за производњу квалитетних станова за раднике и нижу средњу класу. Изузев нешто слабијег квалитета услед масовне стамбене изградње током 1970-тих, социјално становање Западне Немачке увек је било лидер у архитектонском и урбаном дизајну. Површине и структуре станова, иако законски регулисане и лимитиране, биле су комфорне – тако да социјално становање никада није било жигосано као "јефтино" или "нижезредно" становање. Штавише, нарочито након средине 1980-тих година, градитељи су настојали да граде атрактивне објекте према високим еколошким стандардима, делом и да би послужили и као модели за стамбене објекте за тржиште.

Док је у 1980-тим годинама важио консензус да око 30% стамбеног фонда треба да буде социјално становање, данас то више није случај. Према подацима

⁷⁹ Droste, C. and Knorr-Siedow, T. "Social Housing in Germany", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 90-104

⁸⁰ Wohnraumförderungsgesetz WoFG, 2006

организације *CECODHAS Housing Europe* из 2011. године, овај проценат за целу Немачку износио је (у просеку) само 5%⁸¹.

Објекти ЈРС у Немачкој, генерално гледано, су битно већи у поређењу са онима у другим европским земљама. Више од половине стамбеног фонда социјалног становања у Источној Немачкој било је изграђено у (огромним) објектима са преко 5.000 стамбених јединица, док би се у већини европских земаља и објекти од 500 станова сматрали веома великим.

На државном нивоу ограничене су величине социјалних станова, па су тако одговарајуће величине станова следеће⁸²:

- | | |
|--|--------------------|
| • За 1-члано домаћинство | 50 m ² |
| • За 2-члано домаћинство | 60 m ² |
| • За 3-члано домаћинство | 75 m ² |
| • За 4-члано домаћинство | 85 m ² |
| • За сваку наредну особу у домаћинству | +10 m ² |

Иако су у питању горње границе површина станова, може се констатовати да је овај просторни стандард међу највишима у Европи (поготово у домену ЈРС).

Градске власти последњих година почињу директно да учествују на тржишту социјалног становања тако што праве уговоре са градитељима и власницима стамбених објеката који се обавезују да ће одређени број стамбених јединица у нормалним стамбеним зградама (макар то био и један једини стан) укључити у програм ЈРС на одређени временски период. На овај начин, практично, сваки стан грађен за продају на тржишту може постати "социјални стан", и обрнуто – сваки "социјални стан" ће кад тад доћи на тржиште – што је кључни фактор за изједначавање квалитета објеката ЈРС са квалитетом било ког другог стамбеног објекта. Ово конкретно значи да се прописана енергетска ефикасност стамбених објеката у потпуности примењује и на објекте ЈРС, без икаквих изузетака.

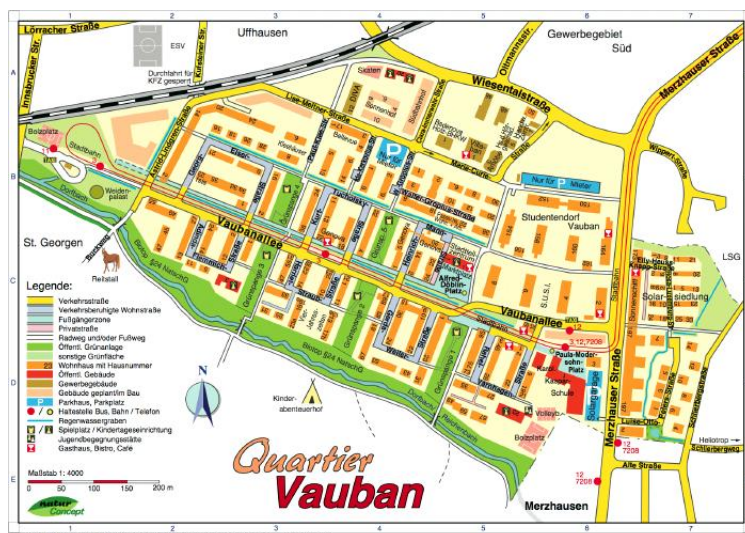
⁸¹ CECODHAS Housing Europe (2011): *Housing Europe Review* 2012, p.23

⁸² Voss, W. (2012): *Promoting Affordable Housing within Market Economy*, FIG Working Week 2012, Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage Rome, Italy, 6-10 May 2012

2.2.3.1 Највеће немачко енергетски ефикасно насеље "VAUBAN" у Фрајбургу

Ваубан је *LEB* насеље са 5000 становника и 600 радних места, удаљено 4 км од центра Фрајбурга (у Немачкој)⁸³. Изграђено је као "модел одрживог суседства" на локацији где је некада била француска војна база.

Планирање уређења ове локације започело је 1993. године када су предвиђене три фазе изградње које је требало реализовати до 2006. године. Главни циљ овог пројекта био је да се створи градско насеље које ће истовремено задовољити еколошке, социјалне, економске и културне захтеве.



Слика 2.17: Ваубан, Фрајбург – план насеља

Урбанистички план развоја Ваубана увео је нека ограничења: у потпуности је забрањена изградња једнопородичних стамбених објеката – што је резултирало пројектовањем и изградњом компактних вишепородичних стамбених објеката; при чему је висина истих ограничена на максимално 4 спрата.

Још 1992. године Скупштина града Фрајбурга донела је одлуку да свако градско грађевнско земљиште које се прода мора да буде искључиво намењено за енергетски ефикасну стамбену изградњу. Сходно томе, сви објекти у Ваубану изграђени су најмање према *low-energy building* стандарду, а многи од њих га и превазилазе. Тренутно у Ваубану (који се сматра једним од највећих "соларних" области у Европи) има преко 50 пасивхаус објеката и барем 100 оних које су

⁸³ Доступно на: <http://www.vauban.de/info/abstract.html> , 29.12.2012.

достигле "plus energy" стандард⁸⁴. Топлотни пријемници сунчеве енергије и фотонапонски модули су најчећи кровни покривач у свим деловима насеља (Слика 2.18), и то не само на стамбеним објектима.



Слика 2.18: Ваубан, Фрајбург - Соларни панели као кровни покривач

Соларна електрана (на крову заједничког паркинга), соларни панели, електрана на биомасу и природни гас обезбеђују потребну енергију за припрему санитарне топле воде и око 65% потребне електричне енергије за цело насеље.

Један од примера ваубанског пасивхаус објекта је троспратница реализована од стране стамбене задруге "ISIS"⁸⁵. Изградња овог објекта требало је да покаже да је могуће направити енергетски ефикасну вишепородичну стамбену зграду применом пасивхаус стандарда (који је превасходно развијен за једнопородичну кућу).



Слика 2.19: Ваубан, Фрајбург - Соларна пасивна стамбена зграда "ISIS" (јужна и северна фасада)

⁸⁴ Објекти који производе више енергије него што конзумирају.

⁸⁵ Доступно на: <http://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder-und-marktbereiche/energieeffiziente-gebaeude-und-gebaeudetechnik/energie-versorgungsanlagen-fuer-gebaeude/isis> , 30.12.2012.

Основни подаци о пројекту⁸⁶:

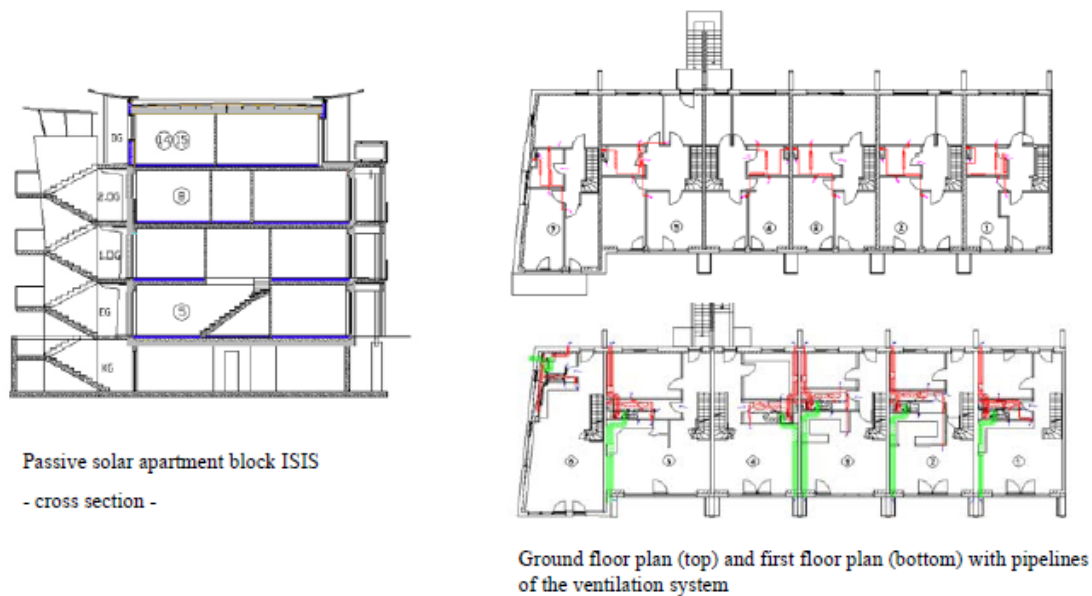
- Број стамбених јединица: 13 (од чега 9 дуплекса)
- Нема паркинг места (Ваубан је наслеђе "без употребе аутомобила")
- Конструктивни склоп: масивна конструкција
- Нето грејана површина: 1.370 m²
- Грејана запремина објекта: 3.564 m³
- Година изградње: 2002.
- Спратност: П+3

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објекта⁸⁷:

- Енергетски разред: A++
- Вентилациони систем са рекуперацијом (HRV)
- Објекат прикључен на даљински систем грејања (енергент дрвена биомаса)
- Доцевни систем за загревање санитарне топле воде преко топлотног измењивача у сваком стану
- 23 m² топлотних пријемника сунчеве енергије који су повезани на систем централног грејања
- 5kW фотонапонски модули за сваки од 9 дуплекса
- Годишња потребна енергија за грејање: 13,2 kWh/(m²a) према PHPP
- Термоизолација спољних зидова: 28 cm
- Термоизолација лаке кровне конструкције: 40 cm
- Термоизолација таваница изнад негрејаног подрума: 20 cm
- Прозори: троструко застакљење, дрвени рам изолован са спољне стране
- Дебљина термоизолације термичког омотача:
 - Фасадни зидови: 28 cm
 - Кров: 40 cm
- Коефицијенти пролаза топлоте:
 - Спољни зид 0.13 W/(m²K)
 - Кров 0.11 W/(m²K)
 - Прозори 0.90 W/(m²K)
 - Таваница подрума 0.18 W/(m²K)

⁸⁶ *ISIS demonstration housing project in Freiburg, Germany*, Доступно на: http://www.ecbcs.org/docs/Annex_38_Germany_Freiburg.pdf, 30.12.2012.

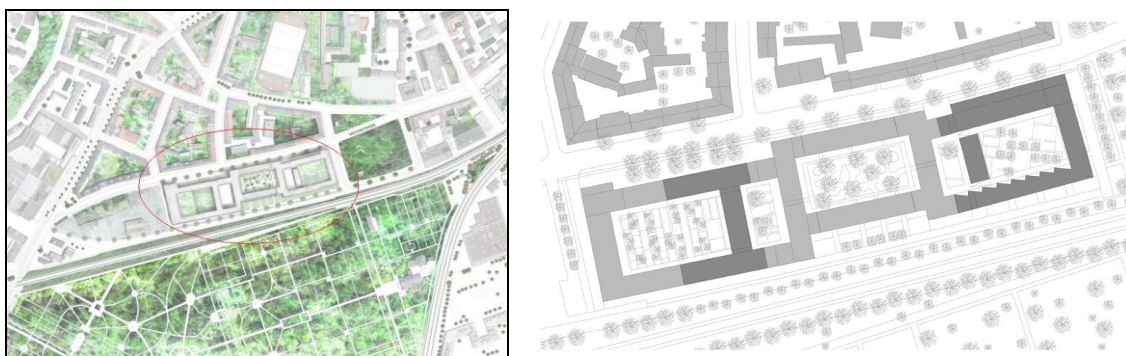
⁸⁷ *ISIS demonstration housing project in Freiburg, Germany*, Доступно на: http://www.ecbcs.org/docs/Annex_38_Germany_Freiburg.pdf



Слика 2.20: Пресек и основе пасивне соларне стамбене зграде "ISIS" са приказом положаја термоизолације и разводом инсталација за HRV и грејање

2.2.3.2 "Welfenstrasse" - јавно рентално становање у Минхену

Крајем јуна 2010. године, немачка инвеститорска фирма *Bayerische Hausbau*⁸⁸ почела је изградњу градског стамбено-пословног кварта у делу Минхена под именом Ау-хајдхаузен (*Au-Haidhausen*) којег чини блок петоспратних и шестоспратних зграда (међусобно ортогонално повезаних) груписаних око четири вртно уређена унутрашња дворишта, која се налазе на крову подземне гараже.



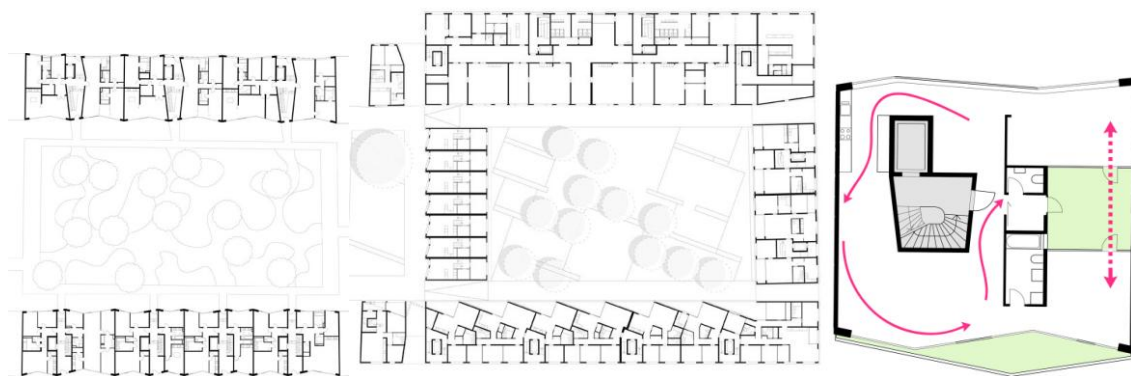
Слика 2.21: Стамбено-пословни квартал "Велфенитрасе", Минхен - ситуација

Овај квартал заправо је комбинација комерцијалног пословног простора, кондоминијума и станова JPC уз пратеће садржаје као што су два обданишта за

⁸⁸ Опширније на: <http://www.hausbau.de>

децу и супермаркет. Еколошки, економски и социо-културни аспекти код овог пројекта били су подједнако заступљени⁸⁹:

- 2009. године пројекат је подвргнут пре-сертификацији од стране "Немачког удружења за одрживу градњу" и добио је „сребрни“ сертификат⁹⁰. Иако овај објекат није конципиран на пасивхаус стандарду, станови су опскрбљени системом *HRV*.
- Пројектовање пословног простора, и другог нестамбеног простора за издавање обезбедили су додатну исплативост инвестиције.
- Социо-културни аспект одрживости обезбеђен је широком понудом станова различите величине и структуре (од станова са 2 – 5 спаваћих соба, преко дуплекса до пентхауса) који могу да адекватно задовоље стамбене потребе станара (Слика 2.23); као и квалитетним заједничким просторима (парковски уређена дворишта).



Слика 2.22: Широка понуда станова различитих величина и структура

⁸⁹ Доступно на: <http://www.hausbau.de/presse/archiv/archiv-news-detail/article/die-bayerische-hausbau-gmbh-legt-den-grundstein-fuer-das-stadtquartier-welfenhofe-in-muenchen-au-ha.html> , 30.12.2012.

⁹⁰ Сваки пројекат се процењује према томе у којој је мери испунио 50 задатих критеријума одрживости у домену екологије, економије, социо-културог аспекта, технологије и сл. Уколико су ови услови испуњени у предвиђеној мери, додељује се "бронзани", "сребрни" или "златни" сертификат. Видети опширније поглавље 2.1.2.1.6 ове дисертације. Више информација на: http://www.dgnb.de/dgnb-system/en/system/certification_system/



Слика 2.23: Флексибилан, светао ентеријер који је у стању да задовољи различите животне стилове



Слика 2.24: Архитектонска разноликост зграда и унутрашњих дворишта у оквиру кварта⁹¹

Основни подаци о пројекту⁹²:

- Број стамбених јединица: 78
- Паркинг места обезбеђена у оквиру двоспратне негрејане подземне гараже која се налази испод целог блока
- Нето површина (грејана површина): 9.960 m²
- Грејана запремина објеката: 26.892 m³
- Период изградње: 2010-2013.
- Спратност: По + П + 5

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објеката:

- Масивна конструкција (АБ носећи зидови) високог квалитета
- Годишња потребна енергија за грејање: 17 kWh/(m²a) (према РНРР)
- Енергетски разред: В
- Конторлисана вентилација стамбених просторија (измена ваздуха 0,35/h)

⁹¹ Извор: <http://www.studiob-landscape.com/welfenstrasse02.html> , 30.12.2012.

⁹² Извор: <http://www.muenchenarchitektur.com/architekturhighlights/17-wohnungsbauteil/17361-eine-gebaeudeaufaltung-in-der-welfenstrasse>

- Конструктивно одвајање структуралних компонената у циљу елиминације хладних мостова
- Троструко застакљивање фасадних отвора
- Дебљина термоизолације термичког омотача:
 - Фасадни зидови: 26 cm
 - Кров: 36 cm
 - Подрумски зидови: 20 cm
 - Таванице: 22 cm
- U-фактор (коефицијент пролаза топлоте):
 - Спољни зид: 0,15 W/m²K
 - Кров: 0,13 W/m²K
 - Под на тлу: 0,14 W/m²K
 - Прозори (у просеку): 0,85 W/m²K

2.2.4 Француска

Социјално становање у Француској је познатије под именом "*HLM*"⁹³ што се може превести као "становање за скромну кирију". Шездесетих година XX века становање у објектима ЈРС у Француској сматрало се уобичајеном животном фазом припадника средње класе. ЈРС у Француској је предоминантно урбано: 62% стамбених јединица је лоцирано у градовима са више од 100.000 становника. Две трећине стамбених јединица ЈРС су трособни и четворособни станови⁹⁴.

ЈРС у Француској се може угрубо поделити у три категорије: стандардно, више и ниже ("веома социјално") социјално становање – према укупном квалитету објеката ЈРС. Од 2000-те године државна политика је почела да фаворизује "више социјално становање"⁹⁵. У међувремену, стамбени фонд ЈРС је старио, тако да су се многи објекти ЈРС који су били изграђени пре више деценија у класи стандардног социјалног становања претворили у девастиране зграде чији је тренутни квалитет знатно опао испод квалитета "веома социјалног становања". Због тога, у Француској је тренутно у току обиман пројекат обнове 800.000 станова ЈРС до 2020. године, у оквиру програма "*Grenelle de l'Environnement*" (који је отпочео 2007. године) како би се побољшала њихова енергетска ефикасност⁹⁶.

Француска влада је пре осам година покренула иницијативу за изградњу одрживих стамбених зграда за социјално становање⁹⁷. Без обзира на све потешкоће, број социјалних станова у Француској још увек расте. Нема опасности да ЈРС у Француској буде одбачено, имајући у виду француску културу и богату традицију социјалног становања.

⁹³ На француском: *habitation à loyer modéré*, скраћено *HLM*

⁹⁴ Levy-Vroelant, C. and Tutin, C. "Social Housing in France", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 70-87

⁹⁵ Fondation Abbé Pierre, Rapport sur le mal logement en France, Paris, 2005

⁹⁶ Појам "енергетске санације зграде" (о којем је овде реч) уведен је и у српску законску регулативу крејем 2011. године када је ступио на снагу "Правилник о енергетској ефикасности зграда" (Службени гласник РС бр. 061/2011)

⁹⁷ Levy-Vroelant, C. and Tutin, C. "Social Housing in France", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 70-87

2.2.4.1 "ZAC Claude Bernard", Париз

Ова зграда, завршена крајем новембра 2011. године, саставни је део недавно изграђеног ширег градског подручја (Слика 2.25) у северном делу Париза и, поред 65 станова ЈРС, садржи и додатних 28 станова за рентирање са могућношћу откупа⁹⁸, канцеларијски простор и простор за заједничке активности у приземљу.



Слика 2.25: Изглед новопроектваног кварта; "ZAC Claude Bernard" је други објект слева



Слика 2.26: "ZAC Claude Bernard" - стамбено-пословни објект ЈРС

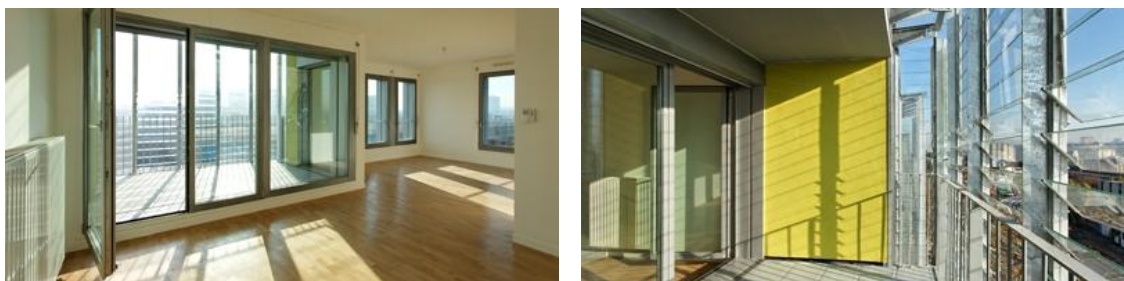
Објект је габарита 32 x 45 m (са малим унутрашњим светларником) и са појединим деловима различите спратности како би сви станови (који су иначе двострано оријентисани) имали отворени део у виду тераса, балкона, лођа и кровних тераса. Испод објекта налазе се два подземна нивоа где су: гаража, оставе за кориснике станова и остава за бицикле; локали и продавнице налазе се у приземљу, док је први спрат намењен пословном простору за издавање. Од другог до осмог (повученог) спрата налазе се стамбене јединице код којих се отворени делови стана (величине око 10 m²) природно настављају на дневни боравак и одељак за обедовање.

⁹⁸ Доступно на: <http://www.google.co.uk/custom?domains=www.e-architect.co.uk&q=ZAC+Claude+Bernard%2C+France+%3A+Social+Housing+Paris&sa=Search&sitesearch=www.e-architect.co.uk&client=pub-2580655547523023&forid=1&ie=ISO-8859-1&oe=ISO-8859-1&safe=active&cof=GALT%3A%23008000%3BGL%3A1%3BDIV%3A%23FFFFFF%3BVLC%3AE1771E%3BAH%3Acenter%3BBGC%3AFFFFFF%3BLBGC%3AFFFFFF%3BALC%3A0000FF%3BLC%3A0000FF%3BT%3A000000%3BGFNT%3A66B5FF%3BGIMP%3A66B5FF%3BFORID%3A1&hl=en>, 01.01.2013.



Слика 2.27: "ZAC Claude Bernard" – Основе типских спратова⁹⁹

Станови су пројектовани према ортогоналној модуларној мрежи од 320 cm и крећу се у распону од гарсоњера до великих апартмана са 4 - 5 спаваћих соба.



Слика 2.28: "ZAC Claude Bernard" – Ентеријер стана Извор: www.feichtingerarchitectes.com

Парапети су висине 30 cm што омогућава добро природно осветљење у свим просторијама. Зграда је добро термички изолована, без хладних мостова. Балкони су заштићени фиксним стакленим брисолејима који се пружају целом висином (Слика 2.28) и доприносе субјективном осећају приватности.

Основни подаци о објекту:

- Укупна површина објекта: 9.770 m² од чега су:
 ЈРС: 3.940 m² (65 станова)
 рентално становање са могућношћу откупа: 1.620 m² (28 станова)
 простори заједничке намене: 1.800 m²
 гаража и оставе: 2.410 m² – негрејана површина (78 п. м.);
- Укупан број стабених јединица: 93
- Волумен грејаног простора објекта: 37.225 m³;
- Период градње: 2009-2011;
- Спратност: По + П + 10
- Обекат поседује **HQE** сертификат;¹⁰⁰

⁹⁹ Доступно на: http://www.v2com.biz/index.php?option=com_content&view=article&id=1389:zac-claude-bernard-par-by-dietmar-feichtinger-architectes&catid=35:projetsarchitecture&Itemid=142 , 01.01.2013.

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објекта:

- Масивна конструкција основног распона 320cm
- Укупна годишња потребна примарна енергија < 65 kWh/(m²a);
- Употреба топлотних пријемника сунчеве енергије за загревање санитарне топле воде;
- Обезбеђен систем даљинског грејања који користи геотермалну топлоту;
- 30% потребне енергије обезбеђено је употребом топлотних пријемника сунчеве енергије и геотермалне енергије;
- Кровне терасе изведене као "зелени кров".
- Енергетски разред: B

Енергетска ефикасност не само овог објекта, већ и свих осталих изграђених у оквиру овог новог стамбеног кварта боља је него што то прописују важећи прописи за енергетску ефикасност зграда у Француској.

2.2.4.2 "ZAC Seguin" – објекат JPC у Булоњ-Бијанкуру, у Паризу

На простору бивше Реноове (*Renault*) фабрике у Булоњ-Бијанкуру у Паризу, детаљним урбанистичким планом урбане обнове којег је 2009. године урадио париски архитекта Жан Нувел (*Jean Nouvel*) предвиђена је изградња новог комплекса зграда различитих намена, која у једном дели садржи и објекте JPC¹⁰¹.

Унутар блока којег чине шест новоизграђених стамбених зграда, изграђен је објекат намењен за JPC који обезбеђује 64 стамбене јединице различите квадратуре и структуре¹⁰². Неједнака спратност и повлачење етажа дошли су као резултат обавезе да се овај објекат усагласи са волуметријом постојећег урбаног ткива (Слика 2.29).

¹⁰⁰ *Haute Qualité Environnementale* (француски стандард за високи еколошки квалитет)

¹⁰¹ Pham, D. (2010): [Architect Jean Nouvel Unveils Masterplan for Seguin Island in France](http://inhabitat.com/architect-jean-nouvel-unveils-masterplan-for-seguin-island-in-france/), <http://inhabitat.com/architect-jean-nouvel-unveils-masterplan-for-seguin-island-in-france/> доступно 02.01.2013.

¹⁰² Извор: http://www.e-architect.co.uk/paris/zac_seguin_boulogne_billancourt.htm , 02.01.2013.



Слика 2.29: Новопројектовани квартал у Булоњ-Бијанкуру (лево) и објекат JPC "ZAC Sequin" (десно)



Слика 2.30: "ZAC Sequin" – Поречни пресек и основа типског спрата
Извор: <http://afasiaarq.blogspot.com/2012/04/colomer-dumont-mcbad.html>

Сви станови имају бар једну терасу (Слике 2.30 и 2.31). У оквиру објекта налази се негрејана подземна гаража у два нивоа (Слика 2.30).

Објекат је класификован као "THPE" (Très Haute Performance Énergétique), односно – објекат са веома dobrim енергетским перформансама, што значи да су му енергетске потребе 20% мање него што то захтевају важећи прописи. Објекат је снабдевен соларним панелима који производе половину енергије потребне за грејање и топлу воду и повезан је на систем за производњу електричне енергије из обновљивих извора енергије¹⁰³. Повољан фактор облика и примењена термоизолација омогућују корисницима топлотни комфор током свих годишњих доба. Зелени кровови су употребљени како би повећали топлотну инерцију и омогућили благе температурне варијације унутар објекта. На објекту је спроведен систем управљања водом: кишница се сакупља посебним системом одвода са

¹⁰³ Извор: <http://www.aireo-energies.fr/tres-haute-performance-energetique-thpe-et-thpe-enr/>, 02.01.2013.

кровова и зелених површина на парцели. Ова вода се усмерава ка башти за њено филтрирање и која се потом користи за наводњавање зелених површина. Проходне терасе замишљене су као праве надземне баште са живом оградом до висине од 1,2 m.



Слика 2.31: "ZAC Seguin" – Фасаде према дворишту (лево и средина) и уличне фасаде (десно)

Основни подаци о пројекту ¹⁰⁴:

- Број стамбених јединица: 64
- Подземна гаража у два нивоа (86 паркинг места)
- Нето стамбена (грејана) површина: 6.130 m²
- Грејана запремина објекта: 16.551 m³
- Период изградње: 2005 – 2010.
- Нето изграђена површина: 8.758 m²
- Спратност: По + П + 7

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објекта:

- Енергетски разред: В
- Објекат је класификован као "THPE" (Très Haute Performance Energétique), односно – објекат са веома добрим енергетским перформансама
- Објекат троши 20% мање енергије него што је максимум према важећим француским прописима

¹⁰⁴ Извор: http://www.e-architect.co.uk/paris/zac_seguin_boulogne_billancourt.htm , 02.01.2013.

- Објекат садржи топлотне пријемнике сунчеве енергије који производе половину енергије потребне за грејање и топлу воду
- Зграда је повезана на систем за производњу електричне енергије из обновљивих извора енергије (са производњом примарне енергије од најмање 25 kWh/m² стамбеног простора)¹⁰⁵.
- Кровне терасе изведене као "зелени кров".
- Спроведен систем управљања кишницом

2.2.5 Холандија

Нигде другде у Европи ЈРС није толико доминантно заступљено у стамбеном сектору као што је то у Холандији. Преко једне трећине свих домаћинстава унајмљује станове у објектима ЈРС. У Холандији укупно постоји 2,4 милиона станова у сектору ЈРС, и овај број се одржава на овом нивоу у току последњих десетак година, јер се приближно исти број станова изгради колико се сруши услед дотрајалости¹⁰⁶.

Мада је социјално становање више заступљено у урбаним подручјима, све општине садрже значајан стамбени фонд ЈРС. У градовима попут Амстердама и Ротердама 55% свих станова који се рентирају су ЈРС, док је чак и у оним удаљеним и мање насељеним местима као што су Дрент и Зиланд јавни рентални сектор заступљен са 25%.¹⁰⁷ Занимљиво је да готово половину стамбеног фонда ЈРС чине индивидуалне стамбене куће, и то не само у руралним подручјима, већ и у градовима средње величине. Остатак стамбеног фонда ЈРС чине ниске (42%) и високе стамбене зграде (11%)¹⁰⁸. Холандско социјално становање углавном није

¹⁰⁵ Извор: <http://www.aireo-energies.fr/tres-haute-performance-energetique-thpe-et-thpe-enr/>, 02.01.2013.

¹⁰⁶ Elsinga, M. and Wassenberg, F. "Social Housing in Netherlands", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 130-147

¹⁰⁷ Elsinga, M. and Wassenberg, F. "Social Housing in Netherlands", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 130-147

¹⁰⁸ Elsinga, M. and Wassenberg, F. "Social Housing in Netherlands", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 130-147

изграђено у засебним зонама, већ се већина суседстава састоји од мешавине стамбених образаца.

Један од главних изазова у следећим декадама је енергетска обнова стамбеног фонда ЈРС, од којих је већи део саграђен у послератном периоду. Велика већина пројеката урбане обнове односи се на урбана подручја где доминира ЈРС.

2.2.5.1 "Parkrand" стамбени блок ЈРС у Амстердаму, пројектант: биро MVRDV

Западно предграђе Амстердама – Гојзенвелд Слотермер (*Geuzenveld-Slotermeer*) изграђено 1950-тих и 1960-тих година представљало је типичан пример "сателитског" вртног града мале густине са типизираним малим једнопородичним кућама и минималистичким троспратним стамбеним ламелама¹⁰⁹. У жељи да поправе лошу социјалну репутацију овога краја, градске власти Амстердама су крајем 1990-тих предузеле планерске мере да се постојећа урбана структура замени новом која је тим планом намењена за ЈРС. Посао је поверен реномираном архитектонском бироу MVRDV из Ротердама¹¹⁰.

Три троспратне стамбене зграде из 1950-тих су срушене да би на њиховом месту никао репрезентативан циновски слободностојећи стамбени блок ЈРС од 12 етажа, 34 m широк и 134 m дугачак.

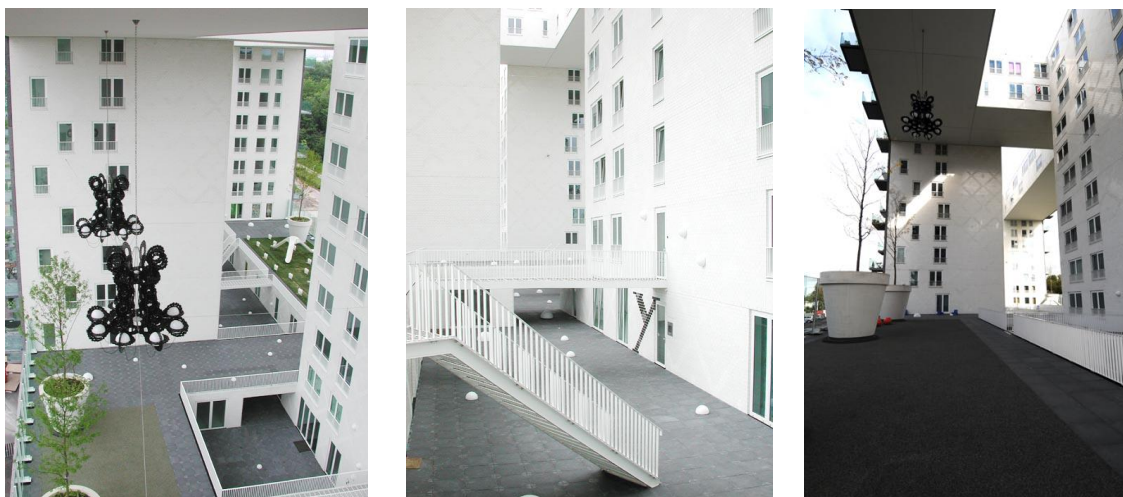


Слика 2.32: "Parkrand" стамбени блок ЈРС у Амстердаму – фасада према парку и фасада према улици

¹⁰⁹ Извор: http://housingprototypes.org/project?File_No=NL008 , 08.01.2013.

¹¹⁰ Више информација о овом бироу на: <http://www.mvrdv.nl/#/office/profile> , 08.01.2013.

Овај нови објекат заузима мање земљишта него порушене стамбене зграде, тако да је било могуће проширити сам парк и формално га интегрисати у новоизграђено стамбено окружење¹¹¹. Иако на први поглед овај објекат оставља утисак огромног паралелопипедног блока, који је местимично просечен осмоспратним правоугаоним продорима – заправо је реч о пет десетоспратних стамбених кула које стоје на заједничком постаменту (сутерен и приземље) и које су у врху спојене двоспратним стамбеним мостовима (низ идентичних дуплекса) у јединствену целину. Доња два спрата и горња два спрата организована су око два правоугаона отвора која обезбеђују продор дневног светла одозго и чине улазно двориште на првом спрату (Слика 2.33).

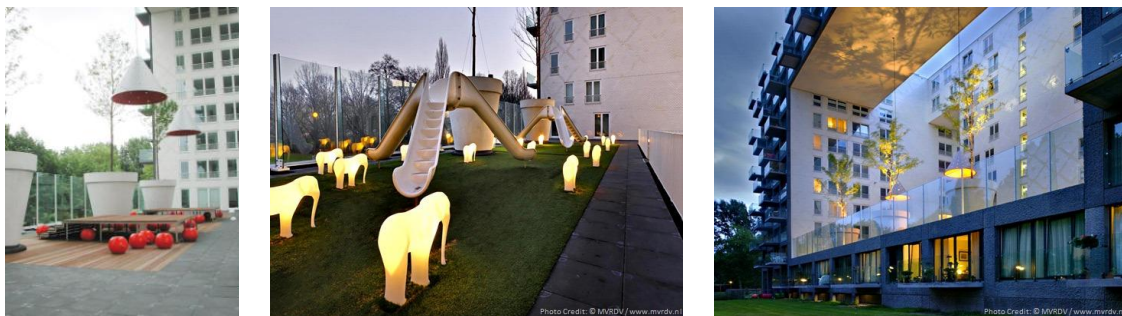


Слика 2.33: "Parkrand" стамбени блок ЈРС у Амстердаму – унутрашња организација блока

Кров изнад станова на првом спрату искоришћен је за формирање три засебна полу-јавна простора дизајнираних у виду "три велике собе": делимично наткривене, са погледом на парк и комплетно опремљене намештајем и расветом коју чине огромни лустери и посебно дизајниране подне светиљке. Двометарска стаклена ограда спречава ударе ветра док омогућује слободне визуре ка парку и околном простору. Увече, ова декоративна расвета се пали омогућујући тиме да ови простори функционишу и током ноћи¹¹² (Слика 2.34).

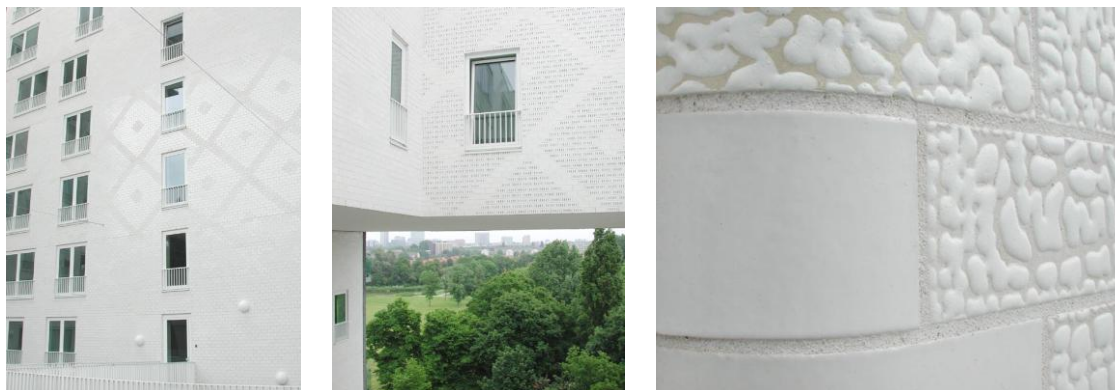
¹¹¹ Извор: <http://www.archined.nl/oem/reportages/parkrand/parkrand-eng.html> , 08.01.2013.

¹¹² Извор: http://housingprototypes.org/project?File_No=NL008 , 08.01.2013.

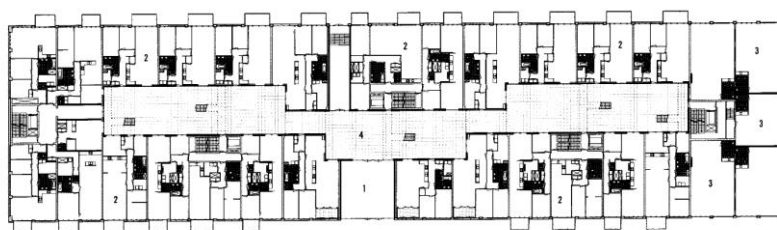


Слика 2.34: "Parkrand" блок JPC у Амстердаму – дизајн заједничких простора унутар мега-блока

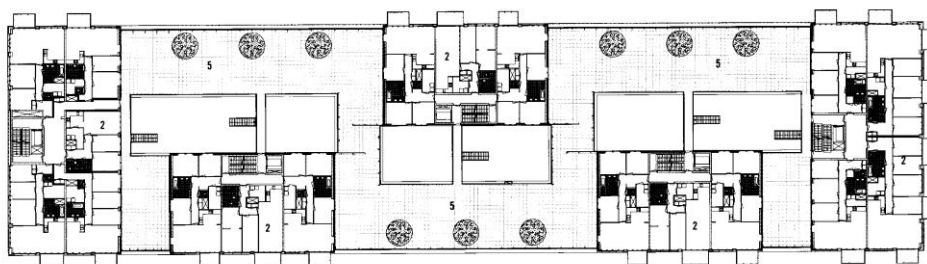
За потребе овог пројекта дизајнирана је и произведена уникатна глазирана фасадна опека (са и без текстуре) којом је било могуће остварити жељени визуелни ефекат на фасади (Слика 2.35). Поред чисто естетског израза, ова фасада има функцију да расплињава и рефлектује дневну светлост, чинећу унутрашњост блока додатно осветљеном.



Слика 2.35: "Parkrand" блок JPC у Амстердаму – примена уникатне глазиране фасадне опеке.



Слика 2.36: "Parkrand" – основа првог спрата



Слика 2.37: "Parkrand" – основа другог спрата (где се налазе заједнички простори – "собе")

Код овог објекта примењена је комбинација типичних организација станова око централног језгра (за стамбене куле) и станова галеријског типа (за везне делове) (Слике 2.36, 2.37). Сваком стану додељен је барем по један балкон уз дневни боравак (док дуплекси поседују балкон на свакој етажи).

Иако је током пројектовања вођено рачуна о проблемима везаним за утицај ветра, вибрација и буке, а сам објекат у свему задовољава важеће законске прописе из енергетске ефикасности зграда. Паркранд не користи енергију добијену из обновљивих извора, већ је код овог објекта акценат пре свега стављен на архитектонски концепт, визуелно-естетски утисак и аспект организације станова и заједничких простора¹¹³.

Осовни подаци о пројекту¹¹⁴:

- Број стамбених јединица: 224
- Структура станова: станови са 1,2,3 и 4 спаваће собе; дуплекси
- Полу укопана (негрејана) гаража
- Нето (грејана) површина: 35.860 m²
- Грејана запремина објекта: 96.822 m³
- Период пројектовања и изградње: 1999-2006.
- Спратност: По + П + 10

Подаци који се односе на енергетску ефикасност објекта:

- Конструктивни склоп: АБ језгра и зидови у комбинацији са челичном конструкцијом везних делова објекта
- Енергетски разред: С

¹¹³ Извор: <http://www.chri.nl/ch/projecten/spraakmakend-woonproject-parkrand-in-amsterdam.asp> , 09.01.2013.

¹¹⁴ Извор: http://www.hespul.org/IMG/pdf/StudyTravelNetherlands_May2008_light.pdf , 09.01.2013.

2.3 Опште карактеристике, специфичности и ограничења анализираних примера изведених објеката ЈРС у одабраним државама ЕУ – критика, дискусија, сумирање резултата

Наведени објекти представљају примере добре праксе изградње нових објеката ЈРС који по својим енергетским карактеристикама предњаче у односу на минималне енергетске захтеве (који су дефинисани законском регулативом), често испуњавајући услове за нискоенергетске објекте, па чак и Пасивхаус стандард. Такође, веома много се водило рачуна и о самом квалитету, комфору и разноврсности стамбених јединица, о адекватном третману локације¹¹⁵ као и о аспектима безбедности, социјалне одрживости и субјективном доживљавању простора кроз креирање богате и разноврсне архитектуре са јасним идентитетом, високих естетских домета. Стандарди који се тренутно примењују за нове објекте ЈРС не само да прате стандарде који генерално важе у станоградњи, већ су у пракси (како смо видели) они често и виши.

2.3.1 Обим пројеката ЈРС и типолошки спектар објеката

Као што се може видети, енергетски ефикасно ЈРС може бити интегрисано у оквиру комерцијалне стамбене зграде (на пр: "Бурбон Лејн"у Лондону). Такође, може бити обједињено у оквиру комерцијалног стамбено-пословног блока који садржи и неке од потребних социјалних сервиса (на пр: "Велфенштрассе" у Минхену).

Корак даље је обједињавање ЈРС у оквиру посебних, слободностојећих зграда мањих или већих димензија (на пр: појединачни објекти мале спратности у оквиру "Соларног града" у Линцу и енергетски ефикасног насеља "Ваубан" у Фрајбургу; француски примери великих вишеспратних стамбених зграда "Зак Клод-Бернар" и "Зак Сеган").

ЈРС се често пројектује у оквиру наменских стамбених блокова којег чине међусобно повезане стамбене ламеле (висине П+3 до П+5) са приватним и

¹¹⁵ У смислу: осмишљавања и реализације заједничких отворених површина; коришћења предности локације у односу на стране света, визуре и урбани контекст; организације пешачког, бициклистичког и колског саобраћаја и паркинга и др.

заједничким отвореним површинама у оквиру блока (на пр: "Рошергасе-Пантучекгасе" у Бечу и "Лоденареал" у Инсбруку где три оваква блока чине стамбено насеље).

Стамбени мега-блок ЈРС "Паркранд" у Амстердаму није усамљен случај у Холандији већ представља угледни пример урбане обнове девастираних насеља социјалног становања грађених 1950-тих и 1960-тих година у оквиру послератне обнове у Европи¹¹⁶.

Неопходно је истаћи да се ЈРС у посматраним државама ЕУ доминантно имплементира у оквиру категорије "вишепородичног становања". Склопови вишепородичних стамбених објеката ЈРС (као што је речено на почетку овог поглавља) могу бити груписани у урбане целине вишег реда на више начина, што није ништа ново у архитектонској теорији и пракси. Наиме, основ за систематизацију ових склопова може се наћи у текстовима проф. М. Бајлона¹¹⁷. Следећи ту логику издваја се пет основних, могућих категорија (које имају своје представнике у претходно анализираним примерима објеката ЈРС):

1. **Окупљање у основне честице** – Организовање објеката око заједничког отвореног простора из социјалних, практичних или психолошких разлога (окупљање корисника око зелених површина, терена, игралишта и сл.).
Анализирани примери: "*Lodenareal*" у Инсбруку, "*ZAC Segun*" у Паризу
2. **Низање, мале групе, конгломерат** – Мултипликацијом и низањем основних честица (тј. објеката) долази до стварања сложенијих форми просторних организација. Анализирани примери: "*Burbon Lane*" у Лондону, "*Solar City*" у Линцу
3. **Форма блока** – У класичној концепцији града, блок је одувек подразумевао ободну изградњу (према улицама које га омеђују) која је јасно делила простор на спољашњу (јавну) и унутрашњу страну блока. Потребно да се активирају унутрашњи простори блока пројектовањем пратећих садржаја, као и потреба да се адекватно искористе утицаји оријетације према

¹¹⁶ Архитектонски биро MVRDV реализовао је више сличних пројеката у Холандији (на пр: стамбени мега-блок *Silodam* у Амстердаму) и Француској (на пр: стамбени мега-блок *Lyon Confluences* у Лиону).

¹¹⁷ Бајлон, М. (1975): *Стан у Београду*, Архитектура и урбанизам бр.74-77, Београд

природним факторима – утицали су на отварање затворене форме блока из које ће се развити бројне варијације овог модела. Анализирани примери: "*Pantucekgasse Rochegasse*" у Бечу, "*Welfenstrasse*" у Минхену, "*ZAC Claude Bernard*" у Паризу

4. Улица, сквер, трг – Улица је незамељив појам обједињавања функције кретања, садржаја и појава у амбијенту линеарно омеђеног зградама. Слично улици, сквер (односно трг) такође је омеђен зградама, али поред основне функције кретања у простору и повезивања садржаја, представља одушке и места од посебне важности на нивоу ширег градског ткива. Анализирани примери: "*Solar City*" у Линцу, "*Vauban*" у Фрајбургу

5. Мегаструктуре – Економија и профит као доминантни интереси савременог доба утичу и на величину, обим и на форму нових урбаних стамбених структура. Анализирани пример: "*Parkrand*" у Амстердаму

2.3.2 Морфолошке карактеристике изабраних објеката JPC

Иако су грађени у различитим урбаним контекстима, под различитим законским регулативама матичних држава и имају различите архитектонске карактеристике - посматрани објекти имају и неке заједничке особине.

- Сви објекти су компактне паралелопипедне форме (што је повољно са аспекта фактора облика и има позитиван утицај на енергетска својста објекта).
- Равни кровови доминирају. Често се исти користе и као кровне терасе, кровне баште (зелени кровови) или као површина за инсталирање соларних панела. Ретко се јавља и једноводан кров (на пр: на понеким објектима у "Соларном граду" и "Ваубану") и то искључиво у нагибу који одговара оптималном упадном углу сунчевих зрака (у зависности од географске ширине локације на којој се налази објекат).
- Спратност објеката варира од П+3 до П+10, често са повученим спратовима и варирањем спратности у оквиру ламеле или блока.
- Сви објекти су намењени искључиво за вишепородично становање.

- Објекти су најчешће слободностојећи на парцели.
- Становима ЈРС обезбеђен је најмање по један простор за боравак на отвореном. Ови објекти имају балконе, лође, терасе или баште који у великој мери утичу на изглед објекта (али и на енергетска својства објекта) и често су прамет посебних конструктивних решења¹¹⁸.

2.3.3 Конструктивне и обликовне карактеристике изабраних објеката ЈРС

Примарна конструкција ових објеката је од армираног бетона, челика или комбинације ова два материјала. Конструктивни склопови изабраних примера спадају у ред стандардних, рационалних решења за примарну намену становања, без тежње ка експериментисању и примени ванстандардних концепата конструкције.

Укопавање објеката је сведено на минимум (једна полу-укопана етажа, 1-2 подземне етаже или без подземних етажа). Подземне етаже се не греју.

Материјализација фасаде код посматраних објеката је разноврсна у сваком погледу. Дебљина термичке изолације је у функцији постизања жељеног нивоа енергетских перформанси (од законом прописаних минималних дебљина, до дебљине слоја према Пасивхаус стандарду).

2.3.4 Категорије енергетске ефикасности изабраних објеката ЈРС

Сви наведени примери су нови објекти који су изграђени у протеклих десетак година и сви они се (осим "Паркранда" који је у том смислу просечан) могу сматрати савременим објектима енергетске ефикасности који доказују да се принципи енергетски ефикасног, одрживог и еколошког пројектовања могу успешно применити и у домену ЈРС. Енергетска ефикасност у зградарству и стандарди енергетске потрошње у стамбеним објектима су актуелна тема држава чланица ЕУ, где се најбоља решења енергетске ефикасности проверавају кроз праксу, управо реализацијама у домену ЈРС, како би била у (блиској) будућности

¹¹⁸ Видети детаљније у поглављу 2.2.2.2 ове дисертације.

примењена и на сву будућу стамбену изградњу. У том смислу, можемо разликовати три главна приступа која утичу на материјализацију објекта ЈРС:

1. **Испуњење стандарда енергетске ефикасности у зградарству који су дати важећом законском регулативом** (на пр: "Паркранд"), где је задовољен минимални енергетски разред прописан законом.
2. **Енергетске перформансе објекта више у односу на стандарде који су дати важећом законском регулативом – то јест достигнути стандарди из домена "нискоенергетских кућа"** (на пр: "Велфенштрассе", "Зак Сеган", "Бурбон Лејн" већина објеката "Соларног града" у Линцу и "Ваубану", "Зак Клод Бернар").

Код ових објеката је *Low-energy building* принцип био дефинисан у самом пројектном задатку, те је целокупан процес - од урбанистичког и инфраструктурног планирања, преко пројектовања, до реализације и коришћења - конзистентно испуњавао нискоенергетске стандарде. Примењена су таква решења материјализације термичког омотача да се објекат показао 20-25% енергетски ефикаснијим у односу на законски минимум. Уведени су неки од напредних техничких система као што су:

- Централна припрема топле воде, зелени кровови, управљање водом као ресурсом, *HRV* и сл.;
- Делимично задовољење енергетских потреба објекта енергијом из обновљивих извора.
- Решења која искоришћавају потенцијале локације (адекватна оријентација објекта према странама света, већи проценат застакљења фасаде, двострана оријентација станова и сл.).

Ови објекти су прошли кроз разне сертификационе процесе из домена еколошке и одрживе изградње у матичним државама (*DGNB*, *HQE*, *Eco Home*) и добили адекватне сертификате као недвосмислену потврду постигнутих еколошких, енергетских и других квалитета.

3. **Концепти "Скоро пасивне куће", Пасивне куће и објекти који производе више енергије него што је троше ("Energy plus")** (на пр: поједини објекти у "Соларном граду"; више од 50 пасивних кућа и скоро 100 "energy plus" кућа у "Ваубану"; "Рошегасе Пантучекгасе" и "Лоденареал")

Из досадашње анализе изабраних објеката ЈРС, може се закључити да **Објекти ЈРС пружају оптималну могућност за примену решења просторне организације и материјализације којима се постиже енергетска ефикасност зграде** - чиме је потврђена прва хипотеза из поглавља 1.3 ове дисертације.

2.4 Модели просторне организације објеката ЈРС проистекли из анализе праксе држава ЕУ

У поглављу које следи, анализирани примери објеката ЈРС у изабраним државама ЕУ биће приказани синтезно, кроз моделе просторне организације. Типологизација је важна како би се за потребе бољег разумевања и систематизације објеката ЈРС посматраних држава ЕУ увео одређени ред и направила редукција разноврсних појавних облика објеката у смислу свођења укупног фонда на минимални број типова са највећим бројем истих / сличних карактеристика. Предложена 4 модела формирана су на основу следећих заједничких карактеристика: габарит, спратност, организација простора и однос према суседним објектима.

Материјализација објеката, када су модели у питању, биће посматрана свеобухватно, то јест у односу на постигнути ниво енергетских перформанси објекта (три уочена случаја: задовољени минимални енергетски стандарди прописани законом; нискоенергетски стандарди; Пасивхаус стандард).

Модели ће бити именовани ознакама "ЕУ 1 – 4" (са типолошком одредницом у загради¹¹⁹) да би одмах асоцирали на чињеницу да су формирани као резултат анализе праксе реализације објеката ЈРС у ЕУ, као и да би јасно одредили типолошку припадност.

¹¹⁹ Према: Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 125-162.

2.4.1 Модел ЕУ-1 (Линијски склоп – Једнотракт - Слободностојећи)

Модел ЕУ-1 типолошки припада линијском склопу (реч је о слободностојећем једнотракту)¹²⁰. Репрезенти овог модела су објекти ЈРС у Лондону, Линцу и Фрајбургу (Слика 2.38) који су приказани у поглављима 2.2.1.1, 2.2.2.1 и 2.2.3.1 ове дисертације.

У наставку је дат шематски приказ Модела ЕУ-1 (Схема 2.1) који приказује габарит и варијантне организационе шеме основе.



Схема 2.1: Шематски приказ Модела ЕУ-1 – Габарит и варијанте организационе шеме основе¹²¹



Слика 2.38: Примери Модела ЕУ-1 (објекти у Линцу – слике горе и доле лево, Фрајбургу – слика доле у средини и Лондону – слика доле десно)

¹²⁰ Видети детаљније у: Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 131-138.

¹²¹ Извор илустације аксонометрије: <http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/>

Основне карактеристике Модела ЕУ-1:

- Слободностојећи објект на парцели
- Више стамбених улаза
- Једноставна компактна паралелопипедна форма
- Спратности П+2 до П+3
- Подземне нестамбене етажe (негрејани простор): 1 укопана / полуукопана или нема подземне етажe
- Двострана оријетација станова
- Балкони (понегде и терасе) на спратовима, баште у приземљу

Достигнути ниво енергетских перформанси:

- **Нискоенергетски концепт** (за објекте у Аустрији, Немачкој и Великој Британији)
- **Пасивхаус стандард** (за објекте у Аустрији и Немачкој)

Пракса се показала да је у оквиру овог Модела могуће постићи највише енергетске стандарде. Највећи број нискоенергетских и пасивхаус објеката као и "скоро пасивних кућа" у ЕУ остварен је управо применом Модела ЕУ-1 (Једнотракт). У организационом и архитектонском смислу, реч је о малим човекомерним објектима, са малим бројем функционалних комфорних стамбених јединица и великим естетским и обликовним потенцијалом.

2.4.2 Модел ЕУ-2 (Линијски склоп – Једнотракти груписани у блок)

Модел ЕУ-2 типолошки припада линијском склопу (у овом случају реч је о једнотрактима груписаним у неки вид блока)¹²². Репрезенти овог модела су објекти ЈРС у Бечу, Инсбруку и Минхену (*Слика 2.39*) који су приказани у поглављима 2.2.2.2, 2.2.2.3 и 2.2.3.2 ове дисертације.

У наставку је дат шематски приказ Модела ЕУ-2 (*Схема 2.2*) који приказује варијантне начине груписања више једнотракта у блок.

¹²² Видети детаљније у: Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 131-138.

Два једнотракта груписана у блок
(Лодеанареал у Инсбруку)

Три једнотракта груписана у блок
(Стамбени блок ЈРС у Бечу)

Више једнотракта чине блок
(Велфенштрассе у Минхену)

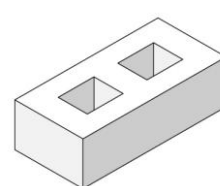
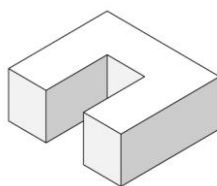
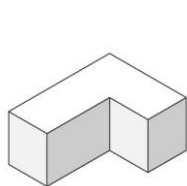
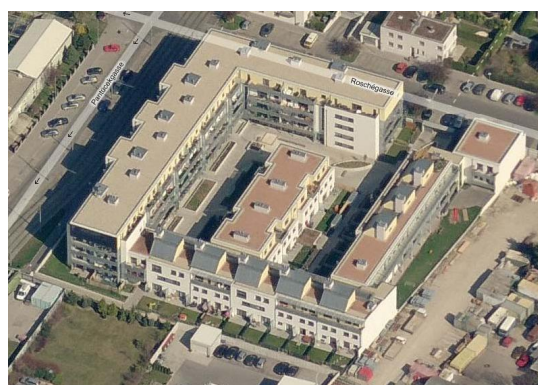


Схема 2.2: Шематски приказ Модела ЕУ-2 – Варијанте начина груписања више једнотракта у блок¹²³

Основне карактеристике Модела ЕУ-2:

- Блок се састоји од два (или више) међусобно спојених једнотракта
- Једноставне паралелопипедне форме
- Спратности П+2 до П+5
- Блок је на полуукопаној подземној гаражи – са заједничким двориштем на крову гараже
- Двострана оријентација станова
- Лође на спратовима



Слика 2.39: Модел ЕУ-2 настао је на основу објеката ЈРС у Инсбруку, Бечу и Минхену(доње слике)

¹²³ Извор илустације аксонометрије: <http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/>

Достигнути ниво енергетских перформанси:

- **Пасивхаус стандард**

На овим примерима показано је да је могуће материјализовати читаве стамбене блокове тако да задовоље Пасивхаус стандард. У организационом и архитектонском смислу, реч је о стамбеним блоковима који су најчешћи у урбаним зонама европских градова.

2.4.3 Модел ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула)

Модел ЕУ-3 типолошки припада тачкастом склопу (реч је о кули)¹²⁴. Репрезенти овог модела су објекти ЈРС у Паризу (Слика 2.40) који су приказани у поглављима 2.2.4.1 и 2.2.4.2 ове дисертације. У наставку је дат шематски приказ Модела ЕУ-3 (Схема 2.3).

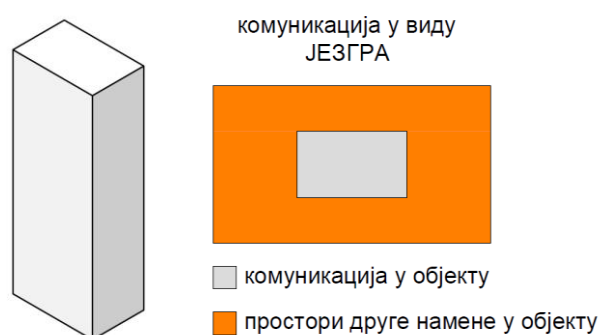


Схема 2.3: Шематски приказ Модела ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула)¹²⁵



Слика 2.40: Модел ЕУ-3 настао је на основу објеката ЈРС у Паризу

¹²⁴ Видети детаљније у: Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 131-138.

¹²⁵ Извор илустације аксонометрије: <http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/>

Основне карактеристике Модела ЕУ-3:

- Слободностојећи објекат на парцели (више стамбених улаза)
- Објекат дубоког тракта (понегде и са светларником у средини објекта)
- Спратности П+3 до П+8 (повучени спрат, ступенасти габарит)
- У приземљу комерцијални садржаји (зграде комбиноване намене)
- Подземне негрејане гаражне етаже на 2 нивоа
- Станови двострано оријентисани, комуникација у средини тракта
- Балкони на спратовима

Достигнути ниво енергетских перформанси:

- **Нискоенергетски концепт:**
 - енергетске потребе 20% мање него што захтевају важећи прописи;
 - опскрбљен је соларним панелима (који производе 30-50% енергије потребне за грејање и санитарну топлу воду);
 - објекат је повезан на систем за производњу електричне енергије из обновљивих извора енергије;
 - на објекту нема хладних мостова;
 - објекат садржи озелењене кровне терасе - тзв. "зелене кровове".

Посматрани модел представља функционално сложени објекат великог габарита и волумена, који поред станова ЈРС поседује и комерцијални простор за издавање у приземљу и на 1. спрату, као и подземну гаражу.

2.4.4 Модел ЕУ-4 (Мегаструктура)

Модел ЕУ-4 је, типолошки гледано – Мегструктура¹²⁶. Репрезент овог модела је објекат ЈРС у Амстердаму (Паркранд) који је приказан у поглављу 2.2.5.1 ове дисертације. Стамбени објекти који припадају овом типу граде у бројним градовима најразвијенијих држава Европске Уније (*Слика 2.41*), иако нису увек намењени искључиво јавном ренталном становању (као што је то случај на примеру Паркранда). У наставку је дат шематски приказ Модела ЕУ-4 (*Схема 2.4*).

¹²⁶ Видети детаљније у: Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 131-138.

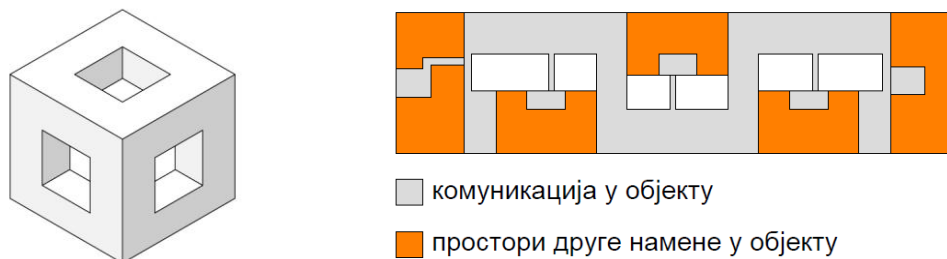


Схема 2.4: Шематски приказ Модела ЕУ-4 (Мегаструктура) – габарит и шема основе¹²⁷



Слика 2.41: Модел ЕУ-4 настао је на основу објекта ЈРС у Амстердаму (слика лево). Слични објекти изведени су у Лиону (слика у средини) и Мадриду (слика десно)

Основне карактеристике Модела ЕУ-4:

- Слободностојећи објекат на парцели
- Засебне стамбене куле на заједничком постаменту, међусобно повезане стамбеним трактовима (мостовима) у последњим етажама
- Спратности Су+П+10
- Ортогонална кубична форма
- Заједнички отворени простори (у оквиру мега-блока)
- Сви станови имају балкон
- Велики проценат застакљене фасаде

Достигнути ниво енергетских перформанси:

- **Задовољен минимални енергетски разред прописан законом**

Примера стамбених мегаструктура у државама ЕУ има доста. Код ових објеката доминира тежња за спектакуларним архитектонским визуелним изразом и естетским ефектом. У првом плану је обликовање објеката, игра маса и такав избор фасадних облога који својом специфичном текстуром и хроматиком

¹²⁷ Извор илустације аксонометрије: <http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/>

употпуњује визуелни ефекат. Иако су ови објекти морали да задовоље важеће прописе у домену енергетских перформанси објеката – испуњавање Пасивхаус стандарда или остваривање концепта нискоенергетске куће није било тема. Ови објекти по својим архитектонским, урбанистичким и естетским квалитетима у великој мери превазилазе оквире становања као примарне намене.

Богата теоријска и практична искуства одабраних земаља ЕУ у домену пројектовања и реализације енергетски ефикасних и одрживих објеката ЈРС је било могуће представити кроз одређене референтне Моделе просторне организације и материјализације – чиме је потврђена друга хипотеза из поглавља 1.3 ове дисертације.

3 ЈАВНО РЕНТАЛНО СТАНОВАЊЕ У СРБИЈИ

3.1 Нормативи и стандарди у пројектовању објеката ЈРС у Србији

У овом поглављу биће сагледана стамбена политика и правна регулатива из области становања у Србији, са посебним освртом на законски и плански третман социјалног становања, у периоду од 1990. године до данас. Овај општи преглед представљаће актуелни миље у којем је неопходно успоставити пројектовање и грађење будућих енергетски ефикасних објеката ЈРС.

3.1.1 Стамбена политика у Србији од 1990-тих до данас

Стамбену политику Србије у последње две деценије карактерише радикални прелаз са социјалистичке верзије концепта "државе благостања" на неолиберални концепт. Држава је сукцесивно наустала бављење стамбеном политиком, да би на крају остала готово без икаквих институционалних и кадровских капацитета да се њоме бави. До 2004. године, процеси стамбене политике пратили су краткорочне политичке циљеве уз континуирано урушавање институција и капацитета који су деценијама били развијани у социјализму. Од тада почиње постепено да се развија свест о потреби формулисања нових системских решења - пре свега у сфери јавног ренталног становања.

3.1.1.1 Приватизација стамбеног фонда

Преокретница у српској стамбеној политици наступа 1990. године када је држава укинула четрдесетогодишњи систем финансирања тзв. "друштвене стамбене изградње" и када је стамбени сектор препустила тржишту. Извршена је приватизација друштвених станова најпре у складу са Законом о стамбеним односима¹²⁸ из 1990. године, а потом према Закону о становању¹²⁹ из 1992., што је у року од пет наредних година довело до власничке структуре од читавих 98%

¹²⁸ Закон о стамбеним односима, Сл. гласник СРС, бр. 12/90, 47/90, 55/90 и Сл. гласник РС, бр. 3/90 и 7/90

¹²⁹ Закон о становању, Сл. гласник РС, бр. 50/92

станова у приватном власништву. Држава је на овај начин практично остала без станова у свом власништву, тако да је изгубила могућност било какве озбиљне интервенције у сфери јавног ренталног становања.

3.1.2 Облици социјалног становања у Србији од 1990. године до данас

Законом о стамбеним односима из 1990. одређено је да се у процесу приватизације постојеће "самоуправне интересне заједнице становања" трансформишу у - јавна стамбена предузећа (која ће се касније бавити одржавањем стамбених зграда) и у "фондове солидарне стамбене изградње" (ФССИ) као главне инструменте за обезбеђивање станова за лица које нису у могућности да на тржишту задовоље своје стамбене потребе. До 2004. године, ФССИ су финансирали изградњу објеката ЈРС у складу са законским обавезама, али - иако је била уведена обавеза издвајања средстава за ту намену на нивоу општина - ова финансијска средства нису била довољна за икакву ваљану интервенцију, јер су могла да обезбеде не више од једног стана на 10.000 становника годишње.

Од 2004. године ФССИ се постепено гасе, задржавајући се само у већим градовима, или се трансформишу у нове тзв. "градске (или општинске) стамбене агенције", које представљају прве институционалне изданке актуелног система социјалног становања у Србији.

Као први у Србији, крагујевачки ФССИ је прерастао у јавно предузеће 2002. године, да би се 2003. трансформисао у прву српску Градску стамбену агенцију (ГСА). Делокруг активности ГСА значајно је унапређен у односу на ФССИ и одговара савременој институцији (на локалном нивоу) задуженој за пуну реализацију непрофитних стамбених програма, првенствено за грађење и управљање новим јавним стамбеним фондом за издавање.

3.1.2.1 Увођење система социјалног становања у Србији

На основу Стратегије за решавање проблема избеглих, прогнаних и интерно расељених лица из 2002. године, конципиран је програм "Становања и трајне интеграције избеглица"¹³⁰ (у даљем тексту SIRP програм) који је реализовала Влада Србије уз техничку подршку UN-HABITAT-а¹³¹ у периоду 2003-2008. године. Његов основни циљ био је да, заједно са републичком Владом, министарством надлежним за становање и одабраних седам градова и општина - конципира, разради и тестира основне елементе будућег система нетржишног (социјалног) становања и локалних стамбених политика у Србији. У оквиру SIRP програма изграђени су први објекти ЈРС у Србији, а крајњи резултат је била израда Предлога закона о социјалном становању, чији је задатак било успостављање основних инструмената на републичком и локалном нивоу који би омогућили спровођење јавне интервенције у стамбеној политици.

3.1.2.2 Закон о социјалном становању

Закон о социјалном становању¹³² је усвојен крајем августа 2009. године и њиме се дефинише појам *социјално становање* као "становање одговарајућег стандарда које се обезбеђује уз подршку државе, у складу са стратегијом социјалног становања и програмима за реализацију стратегије, домаћинствима која из социјалних, економских и других разлога не могу да обезбеде стан по тржишним условима" (члан 2 Закона). Шта се сматра под "*становањем одговарајућег стандарда*" у Србији, овим Законом није дефинисано, тако да питање утврђивања одговарајућих стандарда социјалног становања на државном нивоу представља озбиљан задатак и захтева консензус свих инволвираних страна (државних институција, локалне самоуправе, научне и стручне јавности итд).

¹³⁰ *Settlement and Integration of Refugees Programme (SIRP)* – у даљем тексту: *SIRP* програм

¹³¹ UN-HABITAT је програм Уједињених Нација за људска насеља и глобално референтна стручна организација УН са мандатом да даје смернице за урбани развој и становање.

¹³² Закон о социјалном становању, Сл. гласник РС, бр. 72/2009

3.1.2.3 Планска и нормативна документа

Генерални план Београда 2021¹³³ први је плански документ који уводи и дефинише појам социјалног становања на начин који је познат у развијеним земљама Европе. Генерални план наводи социјално угрожене и рањиве групе којима је потребно пружити посебну помоћ при обезбеђивању адекватних услова становања; даје смернице за просторни стандард социјалног становања који износи 5-15 m²/ст.¹³⁴; наводи критеријуме за одређивање локација за социјално становање и предлаже следеће начине обезбеђивања локација:

- Изградњу станова социјалног становања у планираним стамбеним групацијама већим од 250 станова, у оквиру којих треба обезбедити 5-8% станова за те потребе.
- Изградњу социјалног становања на 58 засебних локација различитих капацитета предвиђених Генералним планом.

У Београду се приступа спровођењу две паралелне акције:

- Скупштина Града Београда заједно са Фондом за финансирање станова солидарности реализује тзв. "Програм изградње станова солидарности 2001-2005", којим је планирана изградња 2000 станова (али су изграђена само 1424 стана).
- Скупштина Града Београда доноси одлуку о изградњи "социјално-непрофитних"¹³⁵ и социјалних станова намењених запосленима у јавним градским службама (који не поседују стан) и другим социјално угроженим породицама.

¹³³ Генерални план Београда 2021, Службени лист града Београда, бр.27/03

¹³⁴ Већ на први поглед види се да овако мали просторни стандард не може да задовољи основне здравствене критеријуме, јер заправо предвиђа **пренасељеност стамбеног простора** - која је научно доказано лоша по физичко и ментално здравље корисника.

¹³⁵ Постоје "социјални станови", постоји "непрофитна стамбена изградња" али не постоје "социјално непрофитни станови". Запањује чињеница да Градске власти у званичној комуникацији са јавношћу користе непостојећи појам "социјално-непрофитни" станови, чиме демонстрирају елементарно непознавање и неразумевање појма социјалног становања.

Први овакав пројекат представља "Пројекат изградње 1100 станова у Београду". Пројекат је пратила Одлука о условима и начину располагања становима изграђеним према пројекту "1100 станова у Београду"¹³⁶, на основу које су станови били у државној својини, али је Град Београд био у могућности да их прода (1000 тзв. "јефтиних" станова) или да их изда у закуп на одређено време стамбено угроженим лицима (100 станова ЈРС). Пројекат је реализован на основу анализе слободних локација предвиђених за становање, чији је корисник Град, и то локација у оквиру новобеоградских блокова 62 и 29, Чукаричке падине, насеља Др. Иван Рибар, насеља Камендин и локација на Звездари. Овај пројекат је у највећем делу реализован.

Током 2005. године започиње "Пројекат 2000 социјално-непрофитних"¹³⁷ станова у Београду". Локације за изградњу објеката ЈРС које су предвиђене за реализацију овог пројекта су: у насељима Камендин, Овча, Орловско насеље (Миријево) и локација на подручју Великог Мокрог Луга. Због дуготрајних планерских и пројектантских процедура, овај пројекат је још увек у фази израде пројектне документације.

3.1.2.4 Правилник за планирање и пројектовање групација објеката и станова социјалног становања

Након усвајања Генералног план Београда 2021 (2003. године), у Урбанистичком заводу Београда је израђен "Правилник за планирање и пројектовање групација објеката и станова социјалног становања", који је требало да буде подршка овом виду становања.

Правилник се формално-правно ослањао на "Одлуку о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и комплекса" из 1983. године¹³⁸. Предложени правилник није усвојен због тадашњег очекивања да ће Закон о социјалном становању ускоро ступити на снагу, а који би представљао

¹³⁶ Одлука о условима и начину располагања становима изграђеним према пројекту 1100 станова у Београду, Службени лист града Београда, бр.20/2003

¹³⁷ Поново се појављује непостојећи појам у званичном називу пројекта.

¹³⁸ Одлука о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и комплекса, Службени лист града Београда, бр.32/83

правни основ за ту врсту нормативног акта. Закон о социјалном становању је усвојен 2009. године, али о овом Правилнику више никад није било речи, тако да у Србији још увек не постоје пројектантски стандарди који се односе на будуће објекте ЈРС.

3.1.3 Енергетски аспект

Политички, економски и еколошки разлози налажу да Србија, у блиској будућности, мора да води рачуна о енергетској ефикасности у свим релевантним сферама. Одрживи развој Србије ће свакако зависити и од спремности сваког појединца да прихвати неопходност промена става, понашања и навика у погледу свакодневног коришћења енергије, али и од спремности државе да усвајањем законске регулативе и подстицајних мера спроведе реформу енергетског сектора и створи услове за побољшање енергетске ефикасности у свим секторима потрошње, а нарочито у домену изградње нових и употребе постојећих објеката¹³⁹.

У домену ЈРС, то би конкретно значило да држава, са једне стране, треба да легислативно услови пројектовање и изградњу енергетски ефикасних објеката ЈРС (што је она и почела да чини), а са друге стране, да и сами корисници буду адекватно едуковани да се понашају енергетски рационално и штедљиво приликом употребе ЈРС станова (и објеката у целини).

3.1.3.1 Појам "Енергетског пасоша"

У септембру 2009. године ступио је на снагу нови Закон о планирању и изградњи¹⁴⁰, којим су између осталог уведени појмови "енергетска својства објекта" и "унапређење енергетске ефикасности" у домаћу пројектантску и грађевинску праксу. Практична имплементација законских решења у том домену, почела је тек 30. септембра 2012. године од када је ступио на снагу "Правилник о

¹³⁹ Mila Pucar, Marina Nenковић-Riznić: Legislative and Policy in Energy Efficient Designing and Renewable Energy Sources – Application in Serbia, International Review "Spatium", No 15-16, Institute of architecture and urban and spatial planning of Serbia, Belgrade, 2007, p.p. 66-71 ISSN 1450-569X

¹⁴⁰ Закон о планирању и изградњи ("Сл. гласник РС", бр.72/2009, 81/2009-испр., 64/2010 – одлука УСС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УСС, 50/2013 – одлука УСС и 98/2013 – одлука УСС)

условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда" ¹⁴¹ који уводи обавезу утврђивања енергетских својстава зграда и њихову сертификацију путем тзв. "енергетских пасоша". Енергетски пасоши за зграде, који ће показивати потребну енергију за грејање у објектима на годишњем нивоу, први пут почињу да се примењују у Србији (премда су они у земљама ЕУ увелико постали стандардна пракса), и требало би да смање енергетску потрошњу у зградама и тиме помогну очување животне средине.

Енергетски пасоши, како је одређено поменути Правилником, биће обавезни и ниједан нови објект неће моћи да добије употребну дозволу или да буде укњижен уколико власници не поседују тај документ. Предвиђено је да енергетски пасош садржи опште податке о згради, климатске и термотехничке податке, као и препоруке за побољшање енергетских својстава објекта. Према Правилнику, у енергетском пасошу утврђено је осам енергетских разреда (означених латиничним словима А+, А, В, С, D, Е, F и G), где је енергетски разред "А+" потврда највеће енергетске ефикасности (Пасивхаус стандард), а енергетски разред "G" да је реч о објекту најлошијих тремичких перформанси. Нове зграде мораће да имају најмање енергетски разред "С", а годишња потребна енергија за грејање за нове стамбене објекте са више станова неће смети да буде већа од 60 kWh/m² годишње, што је на нивоу европског стандарда за *LEB* објекте (*Графикон 2.1*). Овај стандард, дакле, важиће и за све будуће објекте ЈРС у Србији.

Овим Правилником обухваћено је 8 категорија објеката и то су:

- стамбене зграде са једним станом,
- **стамбене зграде са два или више станова (у шта могу да се сврстају и објекти ЈРС, мада нису директно апострофирани),**
- управне и пословне зграде,
- зграде намењене образовању и култури,
- зграде намењене здравству и социјалној заштити,
- зграде намењене туризму и угоститељству,
- зграде намењене спорту и рекреацији и
- зграде мешовите намене.

¹⁴¹ Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, Сл. гласник РС, бр. 69/2012

Свака од ових категорија има посебну бројну вредност максимално дозвољене годишње потребне финалне енергије за грејање (у оквиру енергетског разреда "C"), која се изражава у јединици [kWh/(m²a)].

У имплементацију енергетске сертификације објеката активно се укључила и Инжењерска комора Србије (ИКС) која је преузела на себе организацију обуке инжењера из области енергетске ефикасности зграда. Према подацима са којима располаже ИКС, у земљи постоји око три милиона разних објеката чија је просечна потрошња од 150 до 200 kWh/(m²a), док у Европској унији та потрошња просечно износи од 50 до 70 kWh/(m²a) ¹⁴².

У Србији, дакле, тек предстоји велики посао у домену постизања енергетске ефикасности зграда.

3.1.3.2 Правилник о енергетској ефикасности зграда

Правилник о енергетској ефикасности зграда је још један битан правни акт који уређује ову област у Србији. Овим Правилником ближе се прописују: енергетска својства и начин израчунавања топлотних својстава објеката високоградње, као и енергетски захтеви за нове и постојеће објекте ¹⁴³. Правилник (у Члану 2) даје дефиниције 64 појма који се у њему користе, како би се избегле произвољности у тумачењу и предупредили проблеми с тим у вези у пракси.

С обзиром на то да се овај Правилник пре свега примењује на изградњу нових зграда ¹⁴⁴ (дакле, и будућих објеката ЈРС) – методологија за израчунавање енергетских својстава објеката која се њиме прописује биће директно искоришћена за истраживање теме ове дисертације.

Правилник се састоји од свега 24 члана који:

- дају основне дефиниције енергетских својстава зграда,
- наводе услове за постизање енергетске ефикасности зграда,
- дефинишу начине израчунавања топлотних својстава зграда,

¹⁴² Доступно на: <http://www.ekokuce.com/vesti/energija/od-30-septembra-obavezni-energetski-pasosi-za-zgrade>, 23.11.2012.

¹⁴³ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.061/2011), Члан 1

¹⁴⁴ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.061/2011), Члан 3

- наводе потребне податке за израду Елабората енергетске ефикасности и дефинишу његов садржај.

Посебан квалитет овог Правилника је у томе што његов саставни део чини седам Прилога који прецизно дефинишу све аспекте који се односе на утврђивање енергетских својстава зграда.

"Правилник о енергетској ефикасности зграда" и "Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда" су на снази у Србији и тренутно представљају потребан и довољан правни оквир који уређује потребне аспекте бављења енергетском ефикасношћу зграда у Србији. Иако се у овим правилницима нигде не апострофира ЈРС као некаква посебна категорија објеката, ЈРС - онако како је дефинисано у оквиру ове дисертације - по својим суштинским карактеристикама природно потпада под категорију стамбених зграда са два или више станова.

3.2 Програм "Становања и трајне интеграције избеглица"

Успостављање социјалног становања у Србији и пратећих институција на локалном нивоу, као и изградња објеката ЈРС (укупно 531 стан) у оквиру *SIRP* програма¹⁴⁵ резултат су заједничког рада у којем су учествовале (новоосноване) градске/општинске стамбене агенције и друге јавне службе у седам српских градова и општина¹⁴⁶, ресорна министарства Републике Србије и међународни експертски тим. *SIRP* програм је реализован уз техничку помоћ УН-ХАБИТАТ-а¹⁴⁷, и уз финансијску подршку Владе Италије које је за ту сврху наменила део средстава за имплементацију овог програма¹⁴⁸. Пројектантска решења на основу којих су грађени објекти ЈРС добијена су у низу архитектонско-урбанистичких

¹⁴⁵ О *SIRP* програму (тј. "Програму становања и трајне интеграције избеглица") и Градским/општинским стамбеним агенцијама већ је било речи у поглављу 3.1.2.1 ове дисертације.

¹⁴⁶ Чачак, Крагујевац, Краљево, Ниш, Панчево, Ваљево и Стара Пазова

¹⁴⁷ Више информација на: <http://www.unhabitat.org>

¹⁴⁸ УН-ХАБИТАТ, (2008): *КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008*, УН-ХАБИТАТ Београд, Београд, стр.xxvii

конкурса¹⁴⁹ који су реализовани у сарадњи са Савезом архитеката Србије. На укупно седам конкурса приспело је чак 130 радова, што говори о великој заинтересованости домаћих архитеката да се активно укључе у пројектовање објеката ЈРС.

Иако су пројекти реализовани на локацијама које имају различите положаје у граду, другачије окружење и урбани контекст; иако су различитих урбанистичких параметара и величине (па су самим тим уникатни и препознатљивог изгледа и карактера) – заједничко за све пројекте је следеће:

- У свим објектима заступљени су станови величине од 20 m² до 55 m² у структурама од гарсоњера, преко једнособних и једноипособних до двособних и двоипособних станова. Овде ваља напоменути да дневна соба улази у број соба, па се тако на пр. поменути двособан стан заправо састоји од једне спаваће и једне дневне собе¹⁵⁰.
- Објекти ЈРС су конципирани као вишепородичне стамбене зграде спратности П+2 до П+4 код којих се подрум (ако га има) не користи за становање. Интересанто је да ниједан објект не поседује лифт.
- Сви објекти су прикључени на основну градску инфраструктуру (водовод, канализација, електро-мрежа).

Корисници станова су избеглице, бивше избеглице и локално стамбено угрожено становништво (дакле, корисници за које се стандардни стамбени услови могу сматрати адекватним) чиме је постигнута социјална мешавина каква се преферира и у посматраним државама ЕУ.

¹⁴⁹ Што је иначе чест случај у посматраним државама ЕУ.

¹⁵⁰ По номенклатури посматраних држава ЕУ дневни боравак у стану се подразумева, па се тако на пр. под двособним станом мисли на стан са две засебне спаваће собе.

3.3 Анализа физичких карактеристика, инфраструктурне опремљености и енергетских карактеристика омотача објеката ЈРС који су реализовани у оквиру SIRP програма

У поглављу које следи биће анализирани новоизграђени стамбени објекти, који чине актуелни стамбени фонд ЈРС у седам српских општина и градова, са аспеката просторне организације и материјализације њиховог термичког омотача. Релевантни подаци који су неопходни за ову анализу добијени су љубазношћу Градских / општинских стамбених агенција и других укључених актера (пројектаната, грађевинског надзора, ограна локалне самоуправе) као и др Ђорђа Мојовића, националног директора УН-ХАБИТАТ-а за реализацију SIRP програма.

3.3.1 Објекат ЈРС у Панчеву

Градска стамбена агенција у Панчеву (основана 2006. године) прва је ГСА у Србији која је свечано уручила кључеве станарима станова за ЈРС, у јануару 2008. Свих планираних 76 станова изграђено је у оквиру једне стамбене четвороспратнице основе 45x15m, компактне кубичне форме, са три стамбена улаза - на основу разраде првонаграђеног конкурсног решења архитекте Бојана Стојановића¹⁵¹.

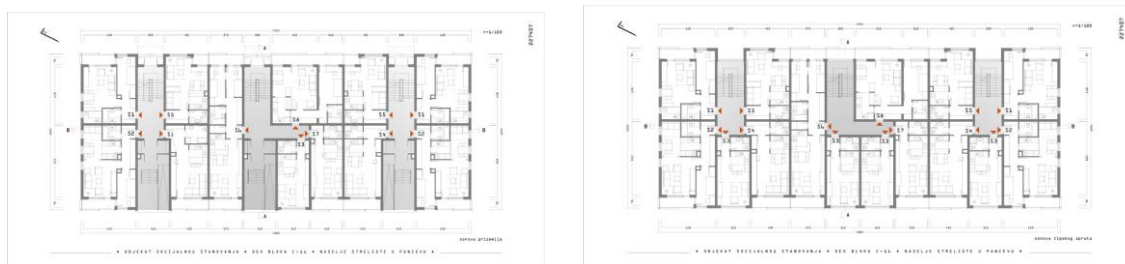


Слика 3.1: Објекат ЈРС у Панчеву – победничко конкурсно решење и изведени објекат

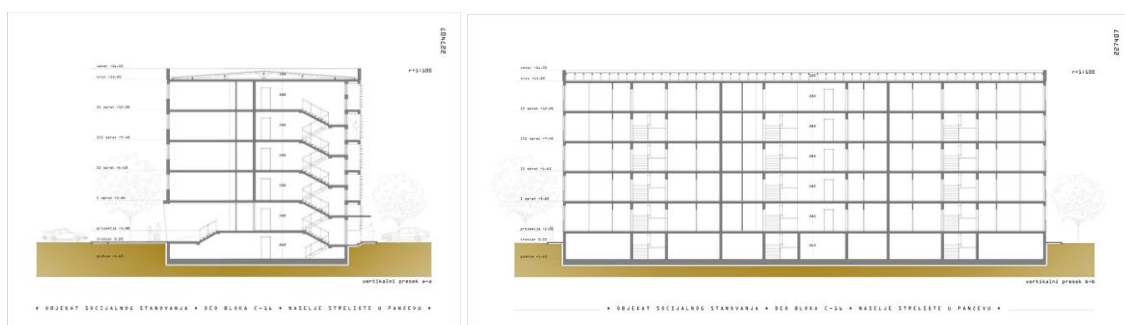
Једноставна форма објекта као и диспозиција у оси југоисток-северозапад обезбеђује добру осветљеност станова, заједничких ходника и степеништа. Аутор

¹⁵¹ УН-ХАБИТАТ, (2008): *СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008.*, УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.17

је понудио велики број различитих функционалних станова величине 20 - 50 m².
Објекат је искључиво стамбени и нема додатних заједничких садржаја.



Слика 3.2: Објекат JPS у Панчеву – конкурсно решење - основа приземља и типског спрата



Слика 3.3: Објекат JPS у Панчеву – победничко конкурсно решење – попречни и подужни пресек

У разради пројекта одустало се од предложених брисолеја на лођама (Слика 3.1), објекат нема лифт и таван, и материјализован је уз употребу јефтиног грађевинског материјала. Лође се налазе на обе дуже фасаде.

Основни подаци о објекту:

- Зидани масивни склоп чине носећи зидови од гитер блока ојачаног вертикалним и хоризонталним серклажима (Слика 3.4).
- Таваница је полумонтажна типа "ферт".
- Термичка изолација фасаде типа "демит" износи 5cm;
- У крову је постављена термоизолација од 10cm стаклене вуне
- Под на тлу није уопште термички изолован.
- Фасадна столарија је од ПВЦ профила, застакљена термопан стаклом 4+12+4mm.
- Објекат је прикључен на градску електро-мрежу, на градски водовод и канализацију, као и на даљински топловод.



Слика 3.4: Објекат ЈРС у Панчеву – у изградњи

3.3.2 Објекти ЈРС у Старој Пазови

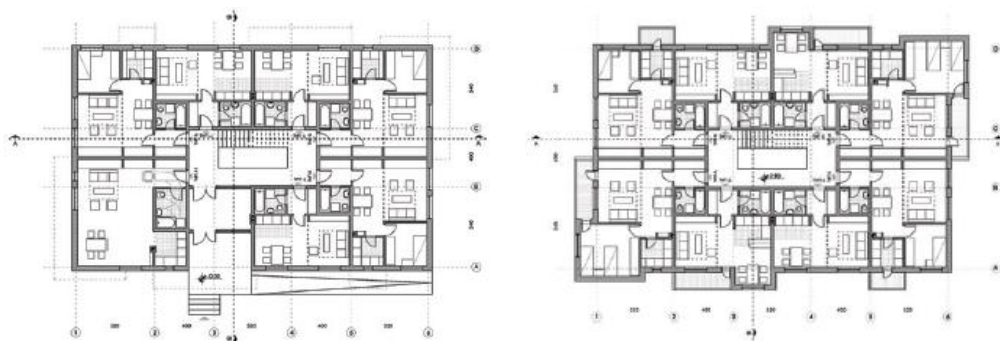
Процена Општине Стара Пазова била је да је ова општина превише мала да би основала посебну стамбену агенцију, па је уместо тога 2005. године формирано Одељење за стамбене послове у оквиру ЈП "Геа-план", са задатком да обавља делатности из надлежности ОСА. У насељу Бановци-Дунав изграђено је 76 станова за ЈРС у две идентичне зграде (са по 38 станова) које су постављене на парцели тако да окружују централни мотив екстеријера – мали амфитеатар¹⁵².



Слика 3.5: Објекти ЈРС у Старој Пазови – Идентични по форми, организацији и материјализацији термичког омотача а различити по оријентацији према странама света

Зграде су израђене према другонаграђеном решењу групе аутора коју су чинили: Ненад Ђокић, Милош Ђурашиновић, Бојана Блажић и Лидија Живковић. Разраду пројекта урадило је предузеће "Центропројект" из Београда.

¹⁵² УН-ХАБИТАТ, (2008): *СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008.*, УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд, стр.19



Слика 3.6: Објекти ЈРС у Старој Пазови – Основа приземља и Основа типског спрата

Објекти су компактне кубичне форме, са еркерима и балконима на све четири фасаде, спратности По+П+З+Пк, са централним зенитално осветљеним комуникационим језгром (степениште и приступни ходници, без лифта, са степенишним оком) и становима различитих величина и структура. Станови по спратовима имају еркере који, поред побољшања функционалности стана - динамизују архитектонски форму објекта, што директно утиче на фактор облика објекта. У негрејаном подруму су смештене подрумске оставе станара, хидроцил и подстаница, а у поткровљу су стамбене јединице.

Непосредним увидом у Главни пројекат добијени су следећи подаци¹⁵³:

- Конструктивни склоп објекта је армирано-бетонски скелетни систем, са степенишним језгром којег чине АБ зидна платна дебљине 20 cm.
- Таванице су пуне континуалне АБ плоче дебљине 16 cm, ојачане АБ гредама висине 40 cm.
- Фасадни зидови озидани су гитер блоком преко које је постављена контактна "демит" фасада дебљине 5 cm.
- Објекат садржи одвојене димњачке и вентилационе вертикале (обезбеђна је, дакле могућност грејања на чврсто гориво у случају нужде).
- Кров је четвороводни, на рожњаче. Кров је летвисан у два правца, са фалсоцаним црепом као поркривачем. Нема додатне хидроизолације.

¹⁵³ Тачна материјализација сваке од позиција термичког омотача објекта у Старој Пазови дата је у Прилогу 3 ове дисертације.

- Фасадна столарија је од 5-коморних ПВЦ профила застакљених двоструким нискоемисионим стаклом (са испуном од ваздуха) $d=(4+16+4)\text{mm}$.
- Кровни прозори су од дрвеног рама застакљеног двоструким стаклом (са испуном од ваздуха) $d=(4+16+4)\text{mm}$.
- Термоизолација у крову је стаклена вуна $d=10\text{cm}$.
- Термоизолација пода је тврди "S" стиропор $d=5\text{cm}$.
- Термоизолација зидова стана према негрејаном степеништу је тврди "S" стиропор $d=2\text{cm}$.
- Обезбеђено је природно осветљење и проветравање заједничког негрејаног степенишног и комуникационог простора путем зениталне лантерне.
- Обезбеђена је адекватна звучна изолација између станова.
- Објекат има двонаменско склониште (у свему према Правилнику о техничким нормативима за склоништа¹⁵⁴).
- Електричне инсталације јаке и слабе струје: осветљење, ел. прикључнице, телефон, телевизија (путем заједничког антенског система), сигурносно осветљење, громобран, интерфон
- Објекти су прикључени на мрежу топловода блоковске котларнице



Слика 3.7: Зенитално осветљење степеништа (доле лево) и Објекат у изградњи (доле десно)

¹⁵⁴ Правилник о техничким нормативима за склоништа, "Службени листу СФРЈ", бр. 55/83 од 21.10.1983. године.

3.3.3 Објекти ЈРС у Нишу

У Нишу је у оквиру SIRP програма изграђен низ од 5 стамбених објеката са укупно 75 станова за јавно рентално становање, на основу првонаграђеног конкурсног рада нишког архитекте Горана Јовановића.



Слика 3.8: Објекти ЈРС у Нишу

Објекти су спратности По+П+4, међусобно дилатирани, прате нагиб терена и каскадно су смакнути. Подрумске етаже су полу-укопане (садрже склоништа, оставе и техничке просторије - за котларницу), а тавански простор се не користи за становање. Објекти немају лифт и материјализовани су на начин који представља неписани стандард домаће продукције зиданих стамбених објеката (Слика 3.10).

Непосредним увидом у Главни пројекат добијени су следећи подаци¹⁵⁵:

- Класични масивни зидани систем (гитер блок) спрегнут је ветикалним и хоризонталним армирано-бетонским серклажима.
- Међуспратну конструкцију чини полумонтажна таваница типа "ферг".
- Термоизолација фасаде је контактна "демил" фасада (5cm).
- Термоизолација тавана је од камене минералне вуне (8cm).
- Термоизолација пода приземља је од плоча од дрвене вуне (5cm).
- Подрум се не греје.

¹⁵⁵ Тачна материјализација сваке од позиција термичког омотача објеката у Нишу дата је у Прилогу 2 ове дисертације.

- Фасадна столарија је од дрвених профила; застакљена двоструким нискоемисионим стаклом (са испуном од аргона) 4+12+4mm; без ролетни.
- Објекти су повезани на градску електро мрежу, водовод и канализацију.



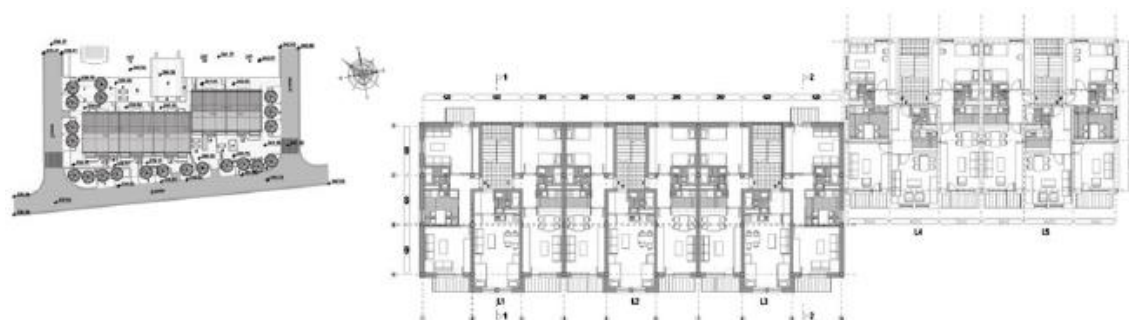
Слика 3.9: Објекти ЈРС у Нишу – Попречни пресек (доле лево) и Главна фасада (доле десно)

У станове је уведено централно грејање тако што је у оквиру подрумске етаже једног од објеката направљена јединствена котарница на мазут за свих 5 објеката. Цистерна за мазут се налази у оквиру објекта.

Објекти се пружају осом исток – запад и тако омогућују оријентацију стамбених просторија ка северу и југу. Објекти се састоје од гарсоњера, једнособних, једноипособних и двособних станова у којима станују од 2 до 4 особе (Слика 3.11). Већи станови имају једну или две терасе.



Слика 3.10: Објекти ЈРС у Нишу – у изградњи



Слика 3.11: Објекти ЈРС у Нишу – Ситуација и Основа типског спрата

3.3.4 Објекти ЈРС у Крагујевцу

УН-ХАБИТАТ-ови објекти у насељу Аеродром

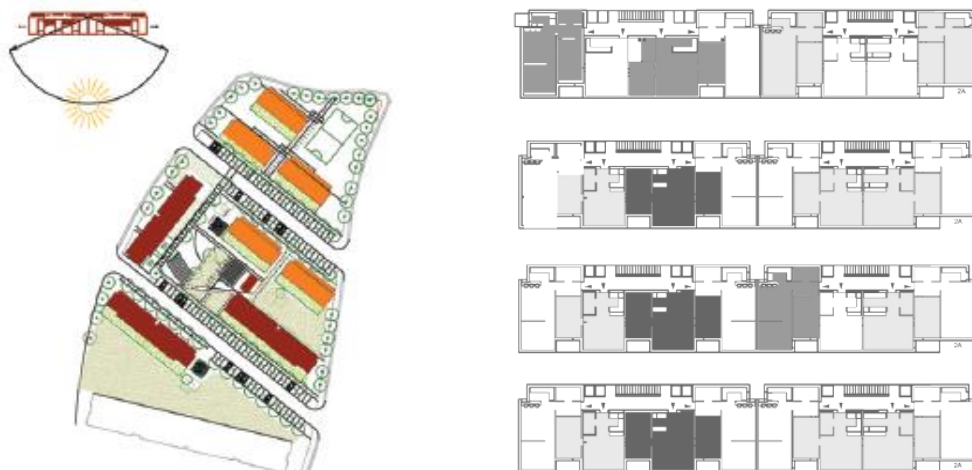
ГСА у Крагујевцу (основана 2003. године) прва је реализовала архитектонски конкурс 2005. и започела изградњу објеката ЈРС 2006. године у Блоку Авала у насељу Аеродром¹⁵⁶. Урбанистичким решењем блок је подељен на три целине. Свака целина садржи стамбене објекте, отворене зелене површине, простор за игру деце и окупљање, приступнеобраћајнице дуж које су обезбеђена паркинг места. Укупно 96 станова распоређено је у три једнотрактна објекта спратноси П+3+Пк. Објекти су без лифтова, са по два стамбена улаза. Поткровни простор изведен је као стамбени. Формирањем објеката издуженог волумена и мале ширине, постигнута је повољна оријентација станова, тако да су све стамбене просторије окренуте ка југо-истоку или југо-западу (Слика 3.13).



Слика 3.12: Објекти ЈРС у Крагујевцу

Главне улазне северо-источне (односно северо-западне) фасаде су карактеристичне по веома малим прозорима и одсуством балкона, лођа и француских балкона, док ове елементе налазимо на југо-западним (односно југо-источним) фасадама. Станови су организовани тако да, уз кратке комуникације и минимизирани површине купатила и кухиње, формирају максимално искоришћен стамбени простор. Конструктивни растери су тако одабрани да омогућују лако варирање у организацији стамбеног простора (Слика 3.13) што је био један од главних квалитета првонаграђеног решења.

¹⁵⁶ УН-ХАБИТАТ, (2008): *КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008*, УН-ХАБИТАТ Београд, Београд, стр.52



Слика 3.13: Ситуација (предметни објекти су означени црвеном бојом) и варијантна решења станова различитих величина и структура

Објекти су материјализовани јефтиним материјалима домаће производње на следећи начин (Слика 3.14):

- Класични масивни зидани систем (гитер блок + АБ серклажи).
- Међуспратна полумонтажна таваница типа "ферт".
- Термоизолација фасаде - контактна "демит" фасада (5cm).
- Термоизолација у крову је од минералне вуне (10cm).
- Термоизолација пода приземља је од стиродура (5cm)
- Фасадна сторларија од 5-коморних ПВЦ профила; двоструко застакљених термнопан стаклом $d=(4+16+4)\text{mm}$; без ролетни.
- Објекти су прикључени на градску електро-мрежу, водовод и канализацију.
- Грејање је централно, путем заједничке гасне котларнице.



Слика 3.14: Објекти ЈРС у Крагујевцу у изградњи

Објекат "Л6" у насељу Аеродром

ГСА Крагујевац није се, међутим, зауставила само на УН-ХАБИТАТ-овим објектима. На истој локацији је 2010. године изведен још један објекат ЈРС, спратности По+П+3+Пк (Слике 3.16 и 3.17), од 24 стамбене јединице (под именом "Л6"), који је по материјализацији термичког омотача и просторне организације отишао корак даље. Сам положај објекта "Л6" на парцели је био у највећој мери одређен већ изведеним објектима (Слика 3.15).



Слика 3.15: Објекти ЈРС у Крагујевцу – Ситуација Блока Авала и Главна фасада објекта "Л6"

Љубазношћу надлежних у ГСА Крагујевац, омогућен је увид у пројектну документацију овог објекта и у наставку следе детаљне информације у вези са истим:

- Подрумска полу-укопана етажа је предвиђена за појединачне станарске оставе, простор за топлотну подстаницу, вешерницу и заједничке друштвене просторије (са директним излазом у спољни простор на откопани плато), како би се максимално искористио постојећи нагиб терена.
- Спратна висина етажа је 2,80m, а све етаже од подрума до поткровља су повезане путничким лифтом и степеништем.
- Конструкција објекта је армирано бетонска, и чине је АБ стубови са међуспратним полумонтажним таваницама типа "ферт" и сеизмичким крућењима од АБ зидова.

- Фасадна столарија је израђена од 5-коморних ПВЦ профила и застакљена је термопан стакло-пакетом (са испуном од ваздуха) $d=(4+12+4)\text{mm}$. Као застори, са унутрашње стране су постављени венецијанери у белој боји.



Слика 3.16: Објект "Л6" – Главна фасада (доле лево) и Задња фасада (доле десно)



Слика 3.17: Објект ЈРС у Крагујевцу, "Л6" – Основа типског спрата и Попречни песек

- Термоизолација термичког омотача објекта је следећа:
 - таванице испод негрејаног тавана (30гр стиропор $d=5\text{cm}$)
 - у подовима спратних етажа (30гр стиропор $d=2\text{cm}$),
 - на таваници изнад подрума (полистирен 17гр, “Изотерм” систем $d=5\text{cm}$,
 - на таваници изнад спољног простора (полистирен 17гр, “Изотерм” систем $d=8\text{cm}$ - изнад улазног трема у објект) и
 - на зидовима фасаде са гитер блоком (полистирен 17гр, “Изотерм” систем $d=8\text{cm}$).
 - на бетонским површинама на фасади (тврдо пресована минерална вуна $d=10\text{cm}$, “Изотерм” систем)

- термоизолација зидова грејаних просторија у подруму (тврдо пресована минерална вуна $d=5\text{cm}$)
- на косим деловима таваница у поткровљу (минерална вуна $d=12\text{cm}$).

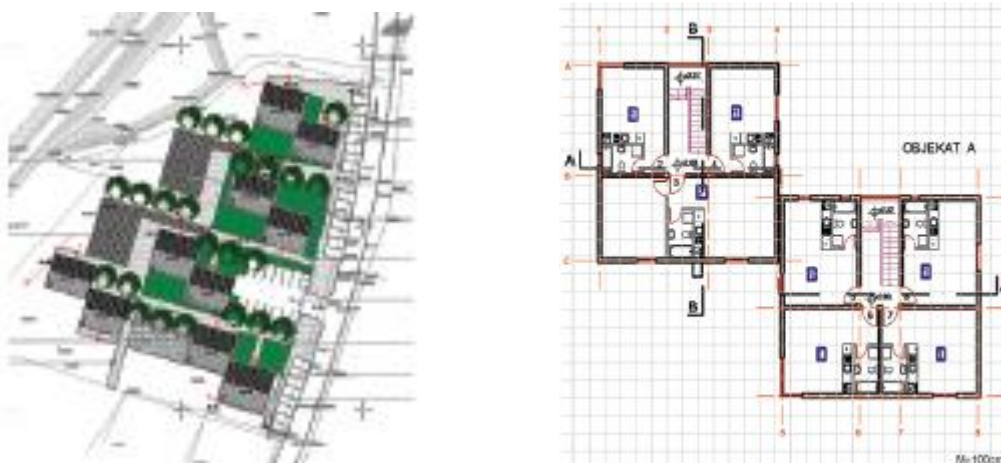
3.3.5 Објекти ЈРС у Чачку

Градска стамбена агенција Чачак тренутно располаже са 76 стамбених јединица у укупно 6 стамбених објеката (спратности П+1+Пк и П+2+Пк) који су изграђени 2007. године у оквиру SIRP програма, а на основу конкурсног рада који је добио Специјалну награду (ауторски тим: Василије Браловић и Ивана Васојевић). Иако је првобитно планирана изградња 10 објеката, изграђено је само 6 објеката (Слика 3.19), који су комплетно завршени, усељени и активно се користе до данас. Сви подаци који ће бити коришћењи у овом поглављу - добијени су љубазношћу запослених у ГСА Чачак и "Пројектном бироу" из Чачка (који је аутор Главног пројекта за ове објекте).



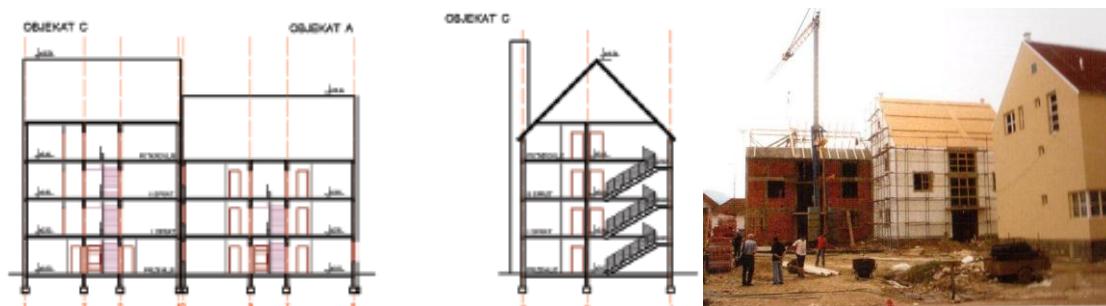
Слика 3.18: Објекти ЈРС у Чачку

Иако различите спратности и са незнатним варијацијама у диспозицији прозора, сви објекти су пројектовани као компактне атипичне асиметричне двојне куће, слободностојеће у оквиру парцеле, са оријентацијом на све четири стране света. Објекти немају подрум, немају лифт, а тавански простор се не користи за становање. Станови су симетрично распоређени око степеништа које се налази у средишту објекта (Слика 3.19).



Слика 3.19: Објекти ЈРС у Чачку – Ситуација (доле лево) и Основа типског спрата (доле десно)

Величине станова се крећу у распону од 22 m² – 54 m². Број корисника у једнособним становима креће се од 1 до 2, у једноипособним становима 2 до 3, док двособни станови имају по 4 корисника. У овом случају остварен је просек од 10 m² / кориснику¹⁵⁷.



Слика 3.20: Објекти ЈРС у Чачку – подужни и попречни пресек; објекти у изградњи

Од основне инфраструктуре, објекти имају струју, водовод и канализацију. Грејање станова обезбеђено је путем гасних котлова, где сваки стан има свој засебни котао. Као алтернатива, сваком стану је обезбеђена димњачка вертикала (за евентуално грејање на чврсто гориво).

¹⁵⁷ Што је далеко испод сваког минимума просторног стандарда који важи у посматраним државама ЕУ који тежи стандарду "1 (спаваћа) соба по особи".

Непосредним увидом у Главни пројекат добијени су следећи подаци¹⁵⁸:

- **КОНСТРУКЦИЈА:** Објект је решен као класичан масивни зидани систем носивих зидова и армирано-бетонских хоризонталних и вертикалних серклажа. Све међуспратне конструкције изведене су као полумонтажне таванице типа "ферт"(Слика 3.20).
- **КРОВНА КОНСТРУКЦИЈА:** Кровна конструкција је класична, дрвена, на две воде (прост кров) (Слика 3.20).
- **ЗИДОВИ:** Спољашњи носећи зидови су од гитер блокова $d=25\text{cm}$. Унутрашњи носећи зидови су од гитер блокова $d=20\text{cm}$. Зидови ка негрејаном степеништу су од гитер блокова $d=20\text{cm}$.
- **ТЕРМОИЗОЛАЦИЈА:** Термоизолација ка таванском простору је од стаклене вуне $d=6\text{cm}$ преко које се као парна брана налази ПВЦ фолија¹⁵⁹.
- **СТОЛАРИЈА:** Сва фасадна столарија је од 5-коморних ПВЦ профила, застакљена двоструким нискоемисионим стаклом (са ипуном од ваздуха) $d=(4+16+4)\text{mm}$.
- **СПОЉНА ОБРАДА:** Термоизолација фасадних зидова је контактна "демит" фасада $d=5\text{cm}$ са фасадним премазом на воденој бази.

¹⁵⁸ Тачна материјализација сваке од позиција термичког омотача објекта у Чачку дата је у Прилогу 1 ове дисертације.

¹⁵⁹ Не постоји термизолација пода на тлу, према информацији добијеној од Пројектанта.

3.3.6 Објекти ЈРС у Краљеву

Прву награду на УН-ХАБИТАТ-овом конкурсy добио је тим тадашњих студената којег су чинили: Зоран Ивковић, Јелена Живковић, Весна Шуњикић, Никола Стојановић и Марко Ћирић, а ово идејно решење даље је разрађивано кроз сарадњу са I.T.E.A. (Istituto Trentino per l'Edilizia Abitativa) из Италије. Објекти су завршени у лето 2008. Године (Слика 3.21). Свих 76 станова распоређено је у две веће и једну мању зграду¹⁶⁰.



Слика 3.21: Објекти ЈРС у Краљеву

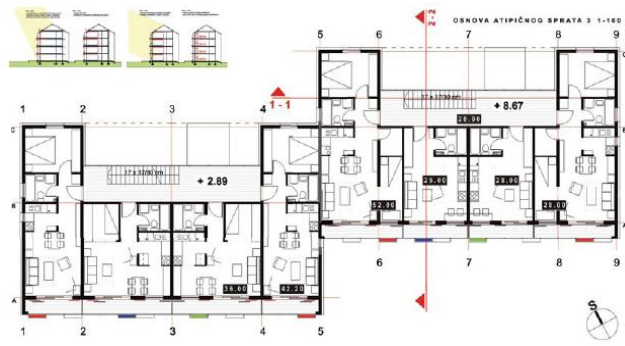
Објекти су спратности П+2 и П+3 (без лифта), са таванским простором који се не користи. Као и у Чачку, и овде је реч о атипичним двојним кућама¹⁶¹.

Објекти су материјализовани на следећи начин (Слика 3.22):

- Конструкција је класични масивни зидани систем (гитер блок) спрегнут ветикалним и хоризонталним армирано-бетонским серклажима.
- Међуспратна конструкција је полумонтажна таваница типа "ферт".
- Термоизолација фасаде је контактна "демит" фасада $d=5\text{cm}$.
- Термоизолација у крову је од минералне вуне $d=10\text{cm}$.
- Термоизолација пода приземља је од стиродура $d=5\text{cm}$
- Калкански зидови су додатно обложени фасадном опеком (Слика 3.21)
- Фасадна сторларија од 5-коморних ПВЦ профила; двоструко застакљених термопан стаклом (са испуном од ваздуха) $d=(4+16+4)\text{mm}$; без ролетни

¹⁶⁰ УН-ХАБИТАТ, (2008): *КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008*, УН-ХАБИТАТ Београд, Београд, стр.56

¹⁶¹ Двојне куће се типолошки пре свега везују за породично становање. Такође, код двојних кућа се подразумева постојање две засебне парцеле, што овде и у Чачку није случај.



Слика 3.22: Објекти ЈРС у Краљеву – у изградњи (лево); Основа типског спрата (десно)

Пошто је пројектом предвиђена изградња котларнице која би опслуживала ове објекте, у становима је изведена комплетна инсталација центрелног грејања (унутрашњи развод са цевима који пролазе кроз цементну кошуљицу). Док се котларница не изгради, корисници се греју на електричну енергију (термо-акумулационим пећима) што у еколошком смислу представља најлошије решење.

Величине станова се крећу од 30-55 m², а највише има двособних станова (које користе четворочлана домаћинства). Сви станови су двострано оријентисани и имају терасу или лођу.

ОСА Краљево располаже са још неколико објеката ЈРС:

- 2 зграде (П+2+Пк) са по 30 станова (изграђени 2010. године у сарадњи са Немачком мисијом у Србији под именом *HELP – Hilfe zur Selbsthilfe*¹⁶²) (Слика 3.23).

Ови објекти су слободностојећи на парцели. У типолошком смислу ради се о једнотракту, симетричних фасада, компактне форме (без еркера, али са балконима).

- 1 објекат спратности По+П+3 од 20 станова (изграђен 2012. средствима UNHCR-a) у Борачком насељу (Слика 3.24).

Реч је о објекту који једном својом бочном страном лежи на регулационој линији према суседној парцели, док су остале фасаде слободне. Објекат има велики светларник, терасе и лође као и француске балконе. Калкански зид овог

¹⁶² У преводу са немачког: "Помоћ за самопомоћ". Више информација на: http://www.help-serbia.org.rs/srp/pr_34.php, 24.01.2013.

објекта ће највероватније постати дилатациони зид када се у будућности суседни приземни објекат замени новим објектом већег габарита и спратности – што ће у извесној мери побољшати енергетска својства овог објекта.



Слика 3.23: Објекти ЈРС у Краљеву - Сарадња са немчком Мисијом у Србији HELP

Квалитет термичке изолације фасаде ових објеката је нешто бољи него код УН-ХАБИТАТ-ових зграда, јер је код њих примењен дебљи слој термоизолације ("демил" $d=8\text{cm}$ уместо $d=5\text{cm}$).



Слика 3.24: Објекат ЈРС у Краљеву (Борачко насеље) – Главна фасада и фасада ка суседу

3.3.7 Објекти ЈРС у Ваљеву

Стамбена агенција у Ваљеву основана је 2005. године као јавно предузеће задужено за реализацију SIRP програма, али је већ средином 2011. године Градска власт донела одлуку о гашењу Општинске стамбене агенције (ОСА). Након гашења ОСА, послове за које је била надлежна Стамбена агенција, преузела је Дирекција за урбанизам и изградњу Ваљева. У Ваљеву су до сада реализована три

стамбена објекта ЈРС на три различите локације (укупно 76 станова), под веома различитим оклоностима.

Објекат од 24 стана у насељу Сретена Дудића и објекат од 11 станова у Новом насељу (Слика 3.25) представљају првонаграђено конкурсно решење ауторског тима којег чине архитекти Зоран Абадић и Душан Миловановић. Ови објекти, из 2008. године, награђени су Великом наградом 30. Салона архитектуре Музеја примењене уметности за 2008. годину. Реализација трећег објекта у насељу Пети пук поверена је ваљевском пројектном бироу "Кеј" 2009. године.



Слика 3.25: Објекат ЈРС у Ваљеву (Ново Насеље) – Градитељски контекст

Објекат у Новом Насељу је двоспратница компактне кубичне форме, без тавана и без подрума - у којој је смештено 11 функционалних једноипособних и двособних стамбених јединица. У типолошком смислу, реч је о "урбаној вили"¹⁶³. У приземљу се поред станова налазе и мале оставе за станаре (Слика 3.27).

Основни подаци о објекту:

- Станови на спратовима имају француске блконе уместо лођа или балкона.
- Прозори су дрвени, застакљени термопан стакло пакетом (са испуном од ваздуха) $d=(4+16+4)\text{mm}$ без застора.
- Конструкција је и у овом случају масивни склоп (гитер блок – "ферт" таваница – АБ серклажи).
- Фасада је изведена у комбинацији контактне "демит" фасаде дебљине 5cm и делимичног облагања приземља тесаним каменом.

¹⁶³ Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр.132



Слика 3.26: Објект у Новом Насељу – у изградњи



Слика 3.27: Објект у Новом Насељу – Основа приземља (лево) и Основа типског спрата (десно)

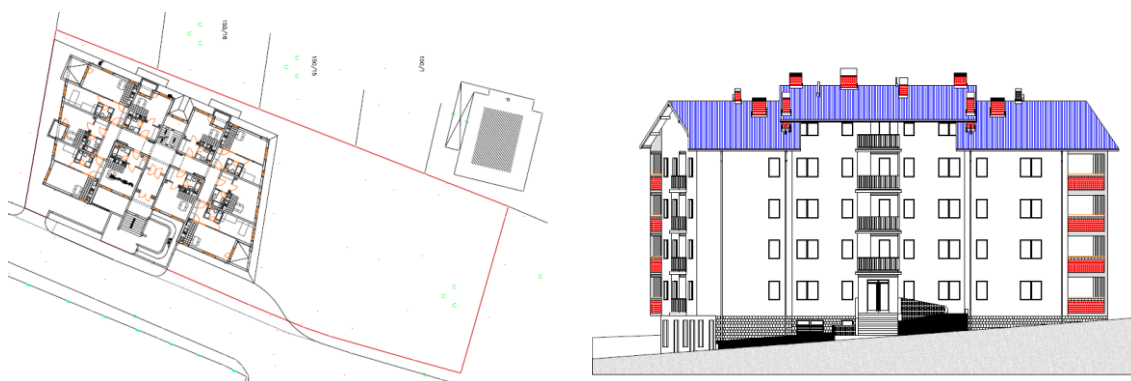
Објект у насељу Сретена Дудића је спратности П+3, са интересантним решењем полу-укопане отворене етаже која функционише као наткривени паркинг (Слика 3.28). Објект нема таван, терасе и лође. Два стамбена улаза, са две степенишне вертикале без лифта, садрже по три стана различите величине (Слика 3.29), тако да објект укупно има 24 стана површине 20-50 m².



Слика 3.28: Објект у насељу Сретена Дудића – Изглед и Полу-укопана отворена паркинг етажа

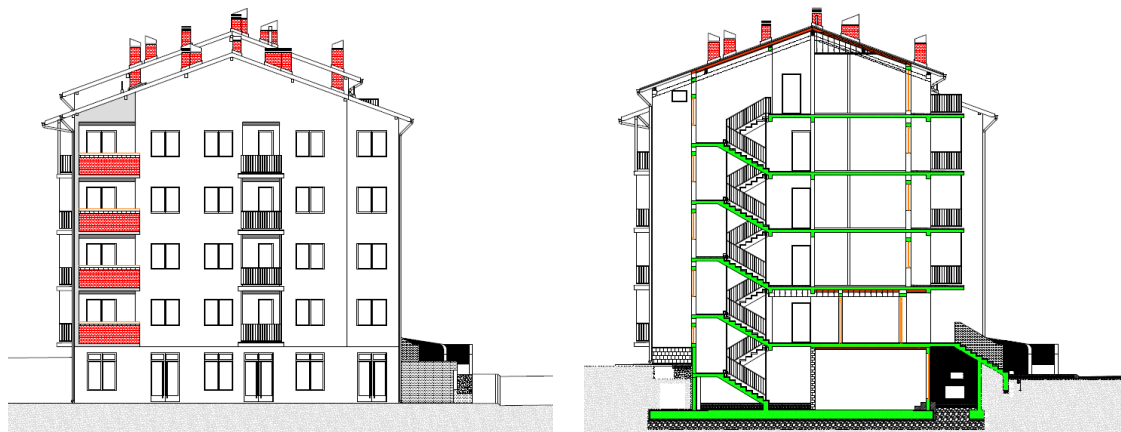
У Ваљеу је 2008. године подигнут још један објекат ЈРС, у Прешерновој улици (овога пута без архитектонског конкурса) (Слика 3.31). Објекат садржи 42 стана и то: 21 једнособан стан (27,6m² – 30,16m²) и 19 двособних станова (39,4m² – 54,03m²). Љубазношћу Одговорног пројектанта Миодрада Максимовића, дипл.инж.арх. доступни су подаци из Главног пројекта који ће бити наведени у наставку.

Овај објекат је спратности По+П+3+Пк и поред станова за ЈРС садржи: 3 локала за издавање (у сутерену), заједничку оставу за бицикле (у сутерену), котларницу (у сутерену), 2 заједничке помоћне просторије у поткровљу (перионицу и сушионицу).



Слика 3.31: Објекат ЈРС у Прешерновој улици – Ситуација (лево) и Главна фасада (десно)

Објекат је конципиран као слободностојећи на парцели, са једним стамбеним улазом тако да се око централног приступног ходника налазе функционални станови који су излазе на све четири фасаде. Већина станова има терасу. Објекат нема лифт. Нагиб терена искоришћен је за смештај сутерена.



Слика 3.32: Објекат ЈРС у Прешерновој улици – Бочна фасада и Попречни пресек

Основни подаци о објекту:

- Конструкција је масивни склоп (зидови од гитер блока са вертикалним и хоризонталним АБ серклажима и АБ платнима за пријем хоризонталних сила)
- Термоизолација фасаде је контактна "деммит" фасада дебљине 5cm.
- Прозори су дрвени, застакљени термопан стакло пакетом (са испуном од ваздуха) $d=(4+16+4)\text{mm}$ без застора.
- Грејање објекта је централно, путем котларнице на мазут која се налази у сутерену објекта.
- У сваком стану је обезбеђена посебна димњачка вертикала (за грејање на чврсто гориво у случају нужде).
- Као и остали објекти ЈРС, и овај објекат је прикључен на градски систем водовода, канализације и електричне енергије.

У смислу материјализације тремичког омотача и укупних термичких карактеристика, овај објекат не нуди ништа ново или боље у односу на све до сада анализиране објекте ЈРС у Србији.

3.4 Опште карактеристике, специфичности и ограничења анализираних примера – критика, дискусија, сумирање резултата

Анализирани примери представљају готово целокупан новоизграђени стамбени фонд ЈРС у Србији који је тренутно у функцији. Сходно важећој регулативи, будући објекти ЈРС који ће се градити у Србији мораће да задовоље важеће прописе из домена енергетске ефикасности објеката (то јест прописани минимум – енергетски разред "С").

3.4.1 Обим пројеката ЈРС у Србији и типолошки спектар објеката

Објекти ЈРС у Србији су слободностојеће вишепородичне стамбене зграде (са једним, два или три стамбена улаза), лоцирани на периферији или у најбољем случају у близини ширег центра града. У зависности од могућности и опредељења локалне самоуправе, објекти ЈРС су реализовани као:

- Самостални објекти различитих величина и капацитета, на засебним парцелама на више градских локација (у Ваљеву, Краљеву, Панчеву и Крагујевцу)
- Низ стамбених вишеспратница (у Нишу)
- Стамбено насеље којег чине стамбени једнотракти (у Крагујевцу)
- Стамбено насеље којег чине двоспратне двојне куће квадратне основе (у Чачку)
- Стамбено насеље којег чине засебне стамбене вишеспратнице (у Старој Пазови и Краљеву)

У смислу просторне организације самих објеката, доминира стамбена функција, док су заједничке просторије сведене на приступне комуникације (степеништа и ходнике) и (понегде) подрумске оставе, заједничку оставу за бицикле, перионицу и сушионицу. Локала за издавање има само у објекту ЈРС у Прешерновој улици у Ваљеву, док су остали објекти искључиво стамбени.

Број стамбених јединица по објекту креће се у опсегу од 11 (у Ваљеву) до 76 (у Панчеву), при чему објекти имају најчешће 20-40 станова, што генерално ове објекте сврстава у ред стамбених објеката малог обима - поготово у поређењу са већином одабраних примера из посматраних земаља ЕУ, али и стамбеним објектима грађеним у Србији у време "друштвене стамбене изградње".

Сами станови ЈРС у Србији се крећу у уском опсегу од гарсоњера и једнособних станова, преко једноипособних и двособних станова до малог броја двоипособних станова, при том не прелазећи величину од 70m². У архитектонском смислу, сви ови станови су веома добро пројектовани, са максимално рационализованим просторним решењима која иду у правцу обезбеђивања вишенаменских простора високе фнкционалности постигнуте са минимумом архитектонских елемената. Међутим, имајући у виду да у овим

становима станују домаћинства од 2-5 чланова (задовољавајући полазни УН-ХАБИТАТ-ов стандард од око 10m²/кориснику који је био саставни део SIRP програма) може се констатовати да су станови ЈРС у Србији пренасељени (по свим просторним стандардима посматраних земаља ЕУ), те да нису у могућности да у физиолошком и психолошком смислу обезбеде адекватни животни оквир за кориснике којима су намењени – што их у великој мери обесмишљава. Интересантно је подсетити се немачких просторних стандарда за социјално становање¹⁶⁴, или аустријског принципа "1 засебна соба по особи"¹⁶⁵, и утврдити да Влада Италије (дакле чланице ЕУ) није имала намере да финансира ништа више од суштински субстандардних станова величине "око 10m²/кориснику" и да је УН-ХАБИТАТ то подржао.

Уколико се објекти ЈРС који су изграђени у оквиру SIRP програма схвате као пилот-пројекти, потребно је да исти буду подвргнути свеопштој анализи и критици, како би будући развој ЈРС у Србији био усмерен ка:

- Дефинисању стандарда просторне организације објеката ЈРС
- Дефинисању материјализације термичког омотача објеката ЈРС који би им обезбедио прописану енергетску ефикасност;
- Уочавању испољених недостатака код реализованих објеката и
- Елиминацији истих приликом сваког будућег пројекта

на начин како се то ради у посматраним државама ЕУ, узимајући у обзир све релевантне потребе, могућности и ограничења у Србији.

У типолошком смислу, објекти ЈРС у Србији могу се сврстати у два основна типа¹⁶⁶:

Тачкасти тип склопа – **урбана вила**: Урбана вила представља стамбени склоп ниже спратности (2-4 етаж), компактног габарита, по волуметрији блиског коцки. Слободностојећа структура умерене спратности по својој морфологији представља прелазни облик између згуснутог вишепородичног становања и индивидуалних породичних кућа. То је пре

¹⁶⁴ Видети детаљније у поглављу 2.1.1.2 ЈРС у посматраним државама чланицама ЕУ

¹⁶⁵ Овде се изузима заједнички дневни боравак, па је реч, дакле, о "1 спаваћој соби по особи".

¹⁶⁶ Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 131-138.

свега субурбана типолошка форма која се групише у традиционалне облике урбаног блока и улице. Урбана вила афирмише персонализацију стамбеног простора: мањи број станова у оквиру објекта, вишестрана оријентација, природно осветљење и проветравање, слободне визуре, уређена парцела са зеленилом афирмишу стандарде који су одлика једнопородичних кућа, што је *de facto* остварено у оквиру вишепородичног становања. Урбана вила одражава тежњу ка индивидуализацији колективног становања. Овај тип се због свега тога природно наметнуо као оптимално концепцијско решење објеката намењених ЈРС-у за урбанистичке услове градова у Србији где је оно реализовано. Типу урбане виле припадају објекти ЈРС: у Чачку, Старој Пазови, УН-ХАБИТАТ-ови објекти у Краљеву и објекти у Новом Насељу и у Прешерновој улици у Ваљеву.

Линијски тип – **једнотракт**: Једнотракт је линијски тип стамбеног склопа у оквиру којег се станови групишу око приступне комуникације. Приступно језгро (са припадајућом комуникацијом) је функционално и сведено на минималне мере. Једнотракт може имати једно или више ових тачкастих приступних језгара, у зависности од дужине објекта. Једнотракт је најчешће примењивани стамбени склоп у историји стамбене архитектуре (од римских инсула до данас)¹⁶⁷. Примарни садржаји стана оријентишу се по правилу ка повољније осунчаној страни, док се секундарни садржаји и комуникације окрећу ка неповољнијој. У овом склопу преовлађују јединице са двостраном оријентацијом, што за последицу ма плитак и развучен габарит. Једнотракт је, према досадашњим искуствима најпримеренији категоријама приватног власништва (у овом случају органа локалне самоуправе - ОСА или ГСА) и рентијерства¹⁶⁸. Подврсте једнотракта које су заступљене у типологији објеката ЈРС у Србији су још и: галеријски тип (приступ становима преко отворене галерије која се обично позиционира на климатски неповољнију страну зграде) и

¹⁶⁷ Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 134

¹⁶⁸ Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 134

коридорски склоп (где је комуникација затворена, у оквиру корпуса објекта). Галеријски, а посебно коридорски тип склопа припадају категорији социјалног становања у власништву државе или општине (дакле категорији ЈРС)¹⁶⁹. Ово је нарочито изражено у анализираним примерима објеката ЈРС у посматраним државама ЕУ¹⁷⁰.

Типу једнотракта припадају објекти ЈРС у:

- Панчеву, Нишу, објекат у насељу Сретена Дудића у Ваљеву – **једнотракт са приступним језгом (или језгрима)**
- УН-ХАБИТАТ-ови објекти у Крагујевцу и Краљеву – **галеријски тип**
- објекти "Л6" у Крагујевцу и у Прешерновој улици у Ваљеву – **коридорски склоп**

3.4.2 Енергетски аспект објеката ЈРС у Србији

Објекти ЈРС из SIRP програма од самог почетка су имали веома рестриктиван буџет за изградњу, што је условило многе компромисе који су ишли директно на штету енергетских својстава објеката, као што су:

- Изостављање термоизолације пода на тлу (Панчево).
- Јефтина "демит" фасада минималне дебљине од 5cm.
- Изостављање термоизолације зида према негрејаном степеништу код појединих објеката¹⁷¹ (Објекат у насељу Сретена Дудића у Ваљеву).
- Најјефтинија решења за фасадну столарију и застакљење (ПВЦ или дрво застакљено термопан стаклом 4+12+4mm), без ролетни, шалона или неких других застора.
- Зидане гитер блоком (уместо на пр. сипорексом или YTONG системом¹⁷²).

¹⁶⁹ Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 135

¹⁷⁰ На пример: Лоденареал у Инсбруку, Пантучегасе-Рошегасе у Бечу, Зак Сеган у Паризу, Паркранд у Амстердаму и сл.

¹⁷¹ Иако је пројектом иста предвиђена, током изградње дошло је до одустајања од тога из финансијских разлога.

¹⁷² Више информација на: <http://www.ytong.rs/rs/content/proizvodi.php> , 04.02.2013.

- Употреба ТМ таванице (уместо на пр: СтироФерт таванице¹⁷³).
- Непостојање ниједног инфраструктурног система из домена обновљивих извора енергије и енергетске ефикасности (који се користе у одабраним државама ЕУ).

Објекти ЈРС у Србији су пројектовани тако да је са минимумом средстава остварена добра и функционална организација простора и постигнут запажени обликовно-естетски квалитет. Међутим, у домену материјализације термичког омотача објеката направљен је компромис у односу на задати финансијски оквир, што се негативно одразило на њихова енергетска својства.

Објекти не користе енергију добијену из обновљивих извора; одабир грађевинских материјала и система био је базиран на минимизирању иницијалних трошкова, тако да је избор пао на оне најјефтиније, најприступачније и најзаступљеније на домаћем тржишту; а сами корисници ни на који начин нису упућени у енергетски одговорно понашање.

Енергетска ефикасност објеката ЈРС у Србији очито је била, ако не баш тотално запостављена или намерно игнорисана од стране УН-ХАБИТАТ-а и Владе Италије (и свакако локалне самоуправе), а онда барем жртвована у циљу смањења иницијалних грађевинских трошкова, како би се остварио примарни циљ а то је: што већи број стамбено збринутих домаћинстава из изабраних циљних група – макар и у пренасељеним (дакле – неадекватним) стамбеним јединицама.

Тако се дошло до тога да објекти ЈРС у Србији нису само субстандардни у смислу пренасељености, него су већ данас (након свега неколико година коришћења) субстандардни и у смислу енергетских перформанси које се очекују од објекта према новим грађевинским прописима¹⁷⁴. У поглављу 6 ове дисертације извршене су софтверске нумеричке симулације енергетских својстава постојећих објеката ЈРС (представљених путем референтних модела материјализације) које су доказале ову тврдњу.

¹⁷³ Више информација на: <http://www.stirofert.com/>, 04.02.2013.

¹⁷⁴ Ова тврдња је доказана у поглављу 6 ове дисертације.

3.4.3 Морфолошке карактеристике објеката ЈРС у Србији

Вишепородични стамбени објекти ЈРС реализовани су у различитим српским градовима и општинама, у специфичним урбаним контекстима. У одељку који следи, објекти ЈРС биће посматрани кроз следеће аспекте и биће сумарно приказани кроз заједничке карактеристике.

1. Форма објекта – Иако бисмо за све анализиране објекте могли рећи да су компактне паралелопипедне форме, угрубо бисмо их могли поделити на:

- **Објекте без балкона / лођа и еркера** (на пр: у Чачку и награђени објекти у Ваљеву) – Код ових објеката присутни су француски балкони. У енергетском смислу овакви објекти су најекономичнији, јер је површина термичког омотача смањена, што фактор облика објекта чини мањим (то јест повољнијим).
- **Објекте са балконима / лођама и еркерима** (сви други) – Извесном броју стамбених јединица обезбеђене су терасе као допуна дневног боравка, што је у великој мери побољшало квалитет становања истовремено обогаћујући обликовно-естетски израз објекта. Код оваких објеката формирањем еркера и лођа знатно се повећава површина термичког омотача спрам грејане запремине простора, чиме се повећава фактор облика што генерално гледано неповољно утиче на енергетске перформансе објекта. Терасе такође (онако како су изведене на овим објектима) представљају термичке мостове на објекту¹⁷⁵.

2. Спратност објекта – Сви објекти ЈРС су вишеспратни, са спратношћу која варира од П+2 до П+3+Пк (односно П+4). Спратност П+4 представља допуштени горњи лимит код којег није обавезно да зграда има лифт, па је то искоришћено као аргумент зашто објекти немају исти, иако је стварни разлог превелика цена за његову уградњу и одржавање¹⁷⁶.

¹⁷⁵ Бројни објекти ЈРС у Аустрији и Немачкој имају терасе које су придодате корпусу објекта и које имају засебну (независну) конструкцију, чиме се на месту терасе избегава термички мост.

¹⁷⁶ Изузетак је објекат "Л6" у Крагујевцу који је спратности По+П+3+Пк и који има лифт. Овај објекат је грађен након УН-ХАБИТАТ-ових зграда.

Ограничавање спратности објеката ЈРС управо на тих П+4¹⁷⁷ већ је успешно примењено у "Соларном граду" у Линцу и у "Ваубану" у Фрајбургу¹⁷⁸, тако да је овај тренд у Србији сасвим на линији европске добре праксе. Што се тиче подрумског нивоа, тамо где га има реч је о **једној** полу-укопаној (по правилу негрејаној) етажи која се не користи за становање, већ за смештај индивидуалних и заједничких остава, техничких просторија или локала.

3. Кров и поткровни простор – Три типска решења карактеришу посматране објекте:

- **Плитак двоводни лимени кров опасан атиком** (тако да се има утисак равног крова) – на пр: Панчево, награђени објекти у Ваљеву. Код ових објеката нема ни стамбеног потковља ни тавана као таквог.
- Једноводна, двоводна или вишеводна кровна конструкција (најчешће покривена фалцованим црепом или теголом) код које се **поткровни простор користи за становање** – на пр: Стара Пазова, Крагујевац, објекат у Прешерновој улици у Ваљеву, НЕЛР објекти у Краљеву
- Двоводна кровна конструкција код које се **поткровље не користи** – на пр: Краљево, Чачак, Ниш, објекат у Борачком насељу у Краљеву

Интересантно је приметити како нема објеката са стандардним равним кровом (непроходним или проходним), кровним терасама или зеленим кровом.

3.4.4 Конструктивне и обликовне карактеристике објеката ЈРС у Србији

Примарна конструкција готово свих објеката је масивни склоп којег чине зидови зидани гитер блоком, ојачани вертикалним и хоризонталним АБ серклажима, са "ферт" таваницом (ТМ таваница и ЛМТ таваница); изузев објекта "Л6" у Крагујевцу код којег је примарна конструкција АБ скелет (систем стубова

¹⁷⁷ Као што смо видели у поглављу 3.1 и 3.2 ове дисертације.

¹⁷⁸ Из разлога инсолације, задатих урбаних густина становања и других урбанистичких параметара (а не као изговор да објекти не поседују лифт). Генерално високи стандарди у социјалном становању у државама ЕУ подразумевају објекте ЈРС који су између осталог снабдевени лифтовима одговарајућег капацитета.

и греда), са АБ зидовима као сеизмичко укрућење. Конструктивни распони не прелазе 6 m. Због тога, објекти ЈРС у Србији спадају у тешки тип градње, где велику улогу игра топлотна инерција примењених материјала (АБ, опекарски производи итд).

Укопавање објеката сведено је на минимум. Тамо где је терен у нагибу, пројектована је полу-укопана етажа, лако доступна споља. Велики број објеката нема подземну етажу, што је искоришћено да станови у приземљу добију припадајућу башту у партеру (на пр: у Крагујевцу и Ваљеву). Код објеката на равном терену полу-укопана етажа омогућила је (психолошки потребно) издизање стамбеног приземља изнад коте терена (када је стамбени простор ван видног поља пролазника).

Конструктивни растери објеката ЈРС, будући да немају потребу да се прилагођавају подземном гаражном простору, одабрани су тако да задовоље пројектовање рационалног стамбеног простора¹⁷⁹.

Материјализација фасада предметних објеката није отишла даље од најјефтинијег могућег решења – "демит" фасаде дебљине 5cm (или евентуално 8cm на објекту "Л6" у Крагујевцу) преко зиданог зида од гитер блока, уз понеко освежење у виду приземља обложеног тесаним каменом (Бела зграда у Ваљеву) или забатног зида обложеног фасадном опеком (УН-ХАБИТАТ-ови објекти у Краљеву). Застакљене површине фасадних отвора сведене су на минимум (1/7 површине пода просторије). Нема великих прозорских површина као што је то случај код многих приказаних објеката ЈРС у посматраним државама ЕУ.

3.5 Применљивост Модела ЕУ 1-4 у Србији

У овом одељку биће анализирана могућност примене Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС који постоје у ЕУ за услове у Србији, како би се извукли адекватни закључци од интереса за тему ове дисертације.

¹⁷⁹ Видети детаљније у: Весић, У. (2012): *Утицај гаражирања возила на пројектовање и реализацију стамбено-пословних објеката за тржиште у централним градским зонама у Београду*, Часопис "ТЕХНИКА Наше грађевинарство", бр. 1 2012., Београд, стр.31 – 42

3.5.1 Применљивост Модела ЕУ-1 (Линијски склоп – Једнотракт - Слободностојећи) у Србији

Поменути модел већ на први поглед, по својим морфолошко-организационим особинама, габариту и спратности, има репрезенте и међу објектима ЈРС у Србији - иако између њих има огромних разлика у домену постигнутог нивоа енергетске ефикасности. Овај Модел био би (и већ јесте) асполутно применљив и у српским условима, у типолошком смислу, из више разлога:

- Наиме, у питању је објекат мале квадратуре (дакле ради се о финансијском улагању мањег обима) – идеалан обим пројекта за имплементацију на локалном нивоу у Србији.
- Не захтева велику парцелу (а може и да се предвиди већи број оваквих објеката у оквиру једне веће парцеле чиме би се формирало мини стамбено насеље) – градови у Србији објективно спадају у ред малих урбаних целина (у поређењу са онима у ЕУ) па су величина парцела, величина и спратност објектата као и обим стамбене изградње еквиваленти томе.
- Може да се изгради у релативно кратком временском року, што одговара ургентним потребама за стамбено збрињавање угрожених домаћинстава на локалном нивоу у Србији.
- У конструктивном смислу, реч је о типу објекта са стандардном конструкцијом и рутинским конструктивним решењима (тј. овакав тип објекта не захтева никаква посебна, компликована или скупа конструктивна решења). Ово је нарочито погодно за Србију у актуелним условима економске кризе, јер је због тога могуће успешно упослити локалну грађевинску оперативу и ресурсе у погледу материјала и људства.
- Овај модел је, очигледно, погодан за примену најбољих енергетски ефикасних архитектонских концепата и решења – што би и у Србији, теоретски, могло да се примени. Главни проблем, међутим, лежи у чињеници да је Пасивхаус стандард немогуће постићи искључиво архитектонско-грађевинским мерама који се тичу материјализације

термичког омотача објекта, већ је неопходно увођење софистицираних инфраструктурних система (на пр: вентилације са рекуперацијом, додатних система попут соларних панела, топлотних пумпи и др.) Поврх свега, корисници Пасивхаус објеката морају бити адекватно едуковани и дисциплиновани у адекватном коришћењу истих. Због свега наведеног, у Србији није реално да Пасивхаус стандард заживи у оквиру JPC, бар не у догледно време.

3.5.2 Применљивост Модела ЕУ-2 (Линијски склоп – Једнотракти груписани у блок) у Србији

Иако још увек не постоји домаћи еквивалент овог модела, може се констатовати да би исти био применљив у српским условима, и то првенствено у већим градским срединама (на пр: у Београду (Нови Београд), Новом Саду, Нишу и др.) где су већ слични стамбени обрасци грађени у време "друштвене стамбене изградње" у периоду социјализма.

Предметни модел пружа добре могућности организације не само стамбених јединица унутар објекта, већ и међусобну просторну координацију обеката у оквиру блокова стамбеног насеља (у циљу формирања квалитетних и разноврсних заједничких отворених простора унутар блока), па чак и самих блокова једних у односу на друге (у оквиру стамбеног насеља JPC). Приликом пројектовања њиховог међусобног положаја на парцели, потребно је водити рачуна и о урбанистичким параметрима за постизање енергетске ефикасности зграде (оријентација у односу на стране света; освештање објеката од стране суседа; изложеност објеката утицају доминантних ветрова и др.).

3.5.3 Применљивост Модела ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула) у Србији

Овај модел својом спратношћу, величином габарита и бројем подземних етажа као и нестамбеном наменом приземља (па чак и првог спрата) – у великој мери превазилазе потребе и могућности објеката JPC у Србији.

Наиме, док овај модел има смисла у урбаном контексту Париза (или неког другог великог града) где је земљиште скупо, где је урбана обнова девастираних градских зона повезана са повећањем тржишне вредности читавих урбаних целина и где се тежи већим стамбеним густинама – у Србији овакав модел објекта ЈРС не би био адекватан чак ни у Београду, где би се предметни модел могао појавити много пре у контексту изградње стамбено-пословних објеката за тржиште него за намену ЈРС. Дакле, Модел ЕУ 3 (Кула), није адекватан као модел просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији.

3.5.4 Применљивост Модела ЕУ-4 (Мегаструктура) у Србији

Дотични Модел, као такав, ни на који начин не одговара примени у Србији. Штавише, и у самој ЕУ оваквих примера нема пуно, тако да је више реч о изузецима него о правилу. Позитивне карактеристике овог модела као што су: обезбеђен балкон сваком стану, висок архитектонски обликовно-естетски ниво објекта, разноврсност стамбених јединица и сл. требало би усвојити и применити на било ком од модела који су компатибилни са потребама и могућностима у Србији. Овај модел, као што смо већ видели, у енергетском смислу практично је безначајан са аспекта унапређења енергетских перформанси објеката ЈРС.

Трећа хипотеза¹⁸⁰ која гласи: **Примена референтних модела просторне организације и материјализације (Модела ЕУ 1-4 који су настали на бази европске архитектонско-грађевинске праксе) у пројектовању и изградњи објеката ЈРС у Србији била би адекватна и резултирала би објектима ЈРС добрих енергетских својстава** – потврђена је само делимично, јер се испоставља да су само два од четири Модела ЕУ применљива у Србији, и то искључиво у делу који се тиче морфолошко-организационих карактеристика, али не и у домену постигнутог нивоа енергетске ефикасности. Може се дакле закључити да је пракса ЕУ у домену ЈРС далеко испред српских могућности и потреба и да није могуће, нити је упутно директно прекопирати било који од утврђених Модела ЕУ 1-4 и као такве их применити у Србији. У наставку истраживања теме ове дисертације

¹⁸⁰ Дата у поглављу 1.3 ове дисертације.

потребно је, дакле, дефинисати моделе просторне организације и материјализације који би били *одговарајући за примену у Србији* - управо на основу претходне анализе већ изграђених објеката ЈРС у Србији и критике истих.

4 ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА ПРОСТОРНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ И МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА ЈРС ЗА УСЛОВЕ У СРБИЈИ

4.1 Типолошки спектар објеката ЈРС у Србији са аспекта енергетске ефикасности

На основу претходно спроведене анализе објеката ЈРС у Србији, може се видети да се исти могу сврстати у само два типа: "урбана вила" и "једнотракт". Параметри на основу којих се врши типологизација могу бити разни, и у зависности од њих за резултат добијамо различите типологије. За потребе ове дисертације, неопходно је постојећој типологији додати релевантне параметре који утичу на енергетска својства објекта, како бисмо добили типологију која ће бити адекватна за даље истраживање насловне теме. Ти параметри су следећи:

- Фактор облика
- Грејана запремина објекта
- Грејана површина објекта
- Број слободних фасада

Наведени параметри битно утичу на енергетска својства објеката¹⁸¹. У конкретном случају, "Урбана вила" обухвата дијапазон објекта од 2 до 4 спрата, што има велике реперкусије на грејане површине, грејане запремине и фактор облика, те није упутно "Урбану вилу" посматрати као јединствени случај у смислу енергетских својстава објекта. Због тога, "Урбана вила" (као архитектонски тип објекта ЈРС у Србији) ће се у даљем истраживању третирати кроз два одвојена случаја (односно – типа):

- Тип 1 (објекат до 2 спрата) и
- Тип 2 (објекат величине од 2 до 4 спрата).

¹⁸¹ Видети детаљније у : Mila Pucar ENERGETSKI EFIKASNA IZGRADNJA - PUT KA ODRŽIVOM RAZVOJU ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION – PATH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT Konferencija "GRADITELJSTVO I ODRŽIVI RAZVOJ", Društvo za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija Srbije i Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2009, BEOGRAD, str. 17-34. ISBN 978-86-7892-158-2

Што се тиче "Једнотракта", у смислу енергетских својстава објекта, такође је неопходно препознати два карактеристична случаја (односно – типа) који ће се у даљем истраживању третирати засебно. Често се дугачки једнотракти изводе као низ међусобно дилатираних објеката. Тада за енергетска својства посматраног објекта постаје релевантно да ли заузима крајњу или средишњу позицију у оквиру "Једнотракта" па ће се ова два случаја у даљем истраживању третирати као два различита типа:

- Тип 3 (крајња позиција у једнотракту) – где су три од четири фасаде слободне, док је четврта фасада зид на дилатацији, и
- Тип 4 (средишња позиција у једнотракту) – где су улична и дворишна фасада слободне, док су бочне фасаде зидови на дилатацији

Иако је материјализација термичког омотача "Једнотракта" идентична за све делове стамбеног низа који га чине, различити положаји у оквиру истог обезбедиће различите параметре енергетске ефикасности. Због тога, неопходно је да "Једнотракт" буде приказан са два Модела просторне организације и материјализације, онако како је претходно речено.

Предложени називи типова објеката ЈРС у Србији представљају типологију која је адекватна за даље истраживање тезе ове дисертације, и њихова примена биће ограничена само на ово истраживање. У овом поглављу биће дефинисани и анализирани горе наведени типови, са циљем да се установе модели просторне организације и материјализације (модели ПОМ) који би најбоље могуће представили садашње, а нарочито будуће објекте ЈРС у Србији.

4.1.1 Тип 1 (објекат до 2 спрата)

Као што је већ речено, ЈРС у Србији не обухвата индивидуалне стамбене објекте, већ се одвија искључиво у вишепородичним стамбеним зградама. Тип 1 се, стога, односи на "Урбану вилу" малог капацитета (7-12 стамбених јединица), грејане површине реда величине 300 – 400 m² и запремине грејаног простора у распону од 800 до 1100 m³.

Основне карактеристике Типа 1 су:

- Слободностојећи објекат на парцели
- Правоугаона основа (у односу 1:1 до 1:1,5)
- Спратност П+2 до П+2+Пк
- Без лифта
- Без подземних етажа
- Без еркера (у појединим случајевима присутни су балкони)
- Један стамбени улаз
- Негрејано степениште
- Станови оријентисани једнострано или двострано
- Стамбено приземље



Слика 4.1: Тип 1 "Мали објекат" настао је на основу објеката ЈРС у Чачку, Ваљево и Краљеву

4.1.2 Тип 2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)

Пошто се објекти који су сврстани у овај тип никако не могу сматрати великим објектима – гледано и по српским и по ЕУ мерилима, овде је реч о "Урбаној вили" великог капацитета (24-76 стамбених јединица), грејане површине (1000-2000 m²) и запремине грејаног простора (2000-5000 m³).

Основне карактеристике:

- Слободностојећи објекат на парцели
- Правоугаона основа (у односу приближно 1:1,5 до 1:2,5), кубична форма
- Лође/балкони/еркери на спратовима
- Спратности П+3; П+3+Пк; П+4
- Без лифта
- Једна полуукопана етажа
- Јединствени централни улаз
- Вертикална комуникација у средишту објекта
- Негрејано степениште
- Станови оријентисани једнострано или двострано
- Стамбено приземље



Слика 4.2: Тип 2 "Велики објекат" настао је на основу објеката ЈРС у Панчеву, Старој Пазови, Крагујевцу, Краљеву и Ваљеву

4.1.3 Тип 3 и Тип 4 као саставни делови "Једнотракта"

"Једнотракт" је чест (ако не и најчешћи) случај вишепородичног стамбеног објекта ЈРС не само у Србији, већ, као што се из претходног приказа могло видети - и у посматраним државама ЕУ, нарочито у Аустрији и Немачкој¹⁸². Претходна анализа овог типа показала је да је исти, веома повољан за постизање максималних енергетских перформанси, и за очекивати је да ће се и будући објекти ЈРС у Србији пројектовати и градити у оквиру овог типа.

Основне карактеристике "Једнотракта":

- Слободностојећи објекат на парцели, једноставне паралелопипедне форме
- Лође/балкони/еркери на спратовима
- Спратности П+2+Пк до П+4
- Без лифта
- Подземне етаже: 1 полуукопана или нема подземне етаже
- Негрејани сутерен (тамо где га има се не користи за становање)
- Двострана оријетација станова
- Више стамбених улаза
- Негрејана степеништа
- Стамбено приземље



Слика 4.3: Типу "Једнотракта" припадају објекти у Крагујевцу, Краљеву, Ваљеву и Нишу

¹⁸² Сетимо се објеката у "Соларном граду" у Линцу и у насељу "Ваубан" у Фрајбургу.

Не морају обавезно сви објекти ЈРС који припадају типу "Једнотракта" да се састоје из низа међусобно дилатираних објеката који заједно чине "Једнотракт". У том случају такав "Једнотракт" је по методологији прорачуна енергетских својстава ближи по својим карактеристикама Типу 2 (објекту величине од 2 до 4 спрата), али тај случај није од интереса за истраживање теме ове дисертације и неће бити третиран у даљем истраживању. Фокус истраживања ће бити на анализи позиције објекта у оквиру "Једнотракта" која може бити: Тип 3 (крајња позиција у једнотракту) и Тип 4 (средишња позиција у једнотракту).

4.2 Одређивање представника сваког од типова објеката ЈРС у Србији за потребе формирања Модела просторне организације и материјализације

За потребе даљег истраживања теме ове дисертације, следећи корак био је да се одреди по један објекат за представника сваког од утврђених типова објеката ЈРС у Србији. Главни критеријуми за овај одабир били су:

1. Доступност оригиналне пројектне документације из које је било могуће:
 - утврдити материјализацију сваке позиције термичког омотача објекта,
 - прецизно израчунати грејане површине и запремине,
 - прецизно израчунати површине сваке позиције термичког омотача објекта,
 - сагледати микролокацијске параметре (оријентација објекта према странама света, однос са суседима, контакт објекта са тлом и сл.),
 - прибавити податке о примењеном систему грејања објекта.
2. Географски положај у оквиру Србије:
 - Различити географски положаји изабраних објеката имају и различите микроклиматске услове¹⁸³ што у великој мери утиче на енергетске потребе објекта. Одабрани објекти су у том смислу разноврсни.
3. Типичност архитектонске оргнизације објекта:
 - Домаћи примери изведених објеката ЈРС показали су велику архитектонску рационалност и умешност пројектаната у домену

¹⁸³ На пр: специфичне спољне пројектне температуре, број дана грејања, број степен-дана и сл.

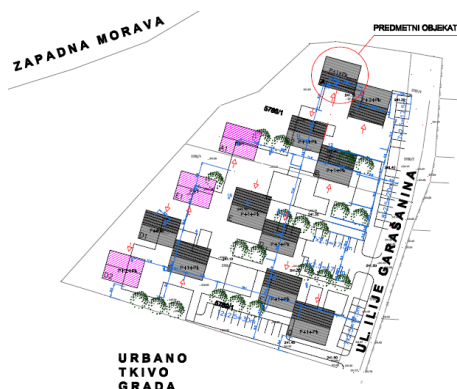
организације простора. Одабране објекте карактерише рационална поставка степенишног простора (минималне потребне величине) у центру објекта, са становима који га окружују.

4. Разноврсност урбанистичке поставке

- "Урбана вила" малог капацитета у Чачку је заправо део мини стамбеног насеља којег чине десет идентичних објеката; "Једнотракт" у Нишу представља јединствени низ стамбених зграда на сингуларној парцели, удаљен од осталих објеката; док је "Урбана вила" великог капацитета у Старој Пазови један од два идентична која са заједничким двориштем чине урбану целину намењену за ЈРС.

На основу претходно наведених критеријума избор је следећи:

Тип 1 (објекат до 2 спрата) репрезентоваће један од објеката ЈРС у Чачку (најсевернији објекат у оквиру мини насеља ЈРС);



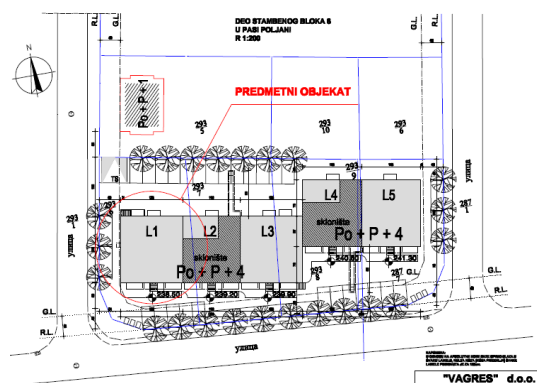
Слика 4.4: Објекат ЈРС у Чачку као представник Типа 1 – "Урбана вила" малог капацитета

Тип 2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) репрезентоваће објекат ЈРС у Старој Пазови



Слика 4.5: Ситуација и изглед објекта у Старој Пазови који репрезентује Тип 2 – "Урбана вила" великог капацитета

Тип 3 (крајња позиција у једнотракту) и Тип 4 (средишња позиција у једнотракту) репрезентоваће објекат ЈРС у Нишу



Слика 4.6: Изглед и ситуација објекта у Нишу који репрезентује Тип 3 и Тип 4

4.3 Дефинисање Модела материјализације објеката ЈРС у Србији

У овом поглављу биће размотрени кључни аспекти који се тичу преферентних карактеристика модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији, како би исти били дефинисани.

4.3.1 Очекивани енергетски разреди будућих објеката ЈРС у Србији

Имајући у виду законску обавезу у Србији да сви будући објекти ЈРС морају минимално да испуне услов за енергетски разред "C"¹⁸⁴, потребно је утврдити који је то минимум годишње потребне енергије за грејање објеката ЈРС којег је реално могуће постићи у Србији - како би се одредио очекивани интервал енергетских потреба за моделе просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији. Прва асоцијација је Пасивхаус стандард, имајући у виду искуства одабраних земаља ЕУ.

У Аустрији и Немачкој на пример (као што је претходно утврђено), увелико се граде Пасивхаус објекти ЈРС различитог капацитета (од индивидуалних стамбених кућа, преко стамбених ламела, блокова и насеља, па до огромних стамбених комплекса¹⁸⁵), то јест - објекти који би били сврстани у енергетске разреде "А" и "А+" према српским прописима. Међутим, иако је у Србији појам "пасивне куће" веома добро познат (на теоретском нивоу) у оквиру струке, у Србији још увек нема објеката ЈРС који испуњавају Пасивхаус стандард.

Из досадашњег искуства пројектовања и изградње Пасивхаус објеката опште је познато да, уколико желимо да неки објекат буде "пасивна кућа", то не можемо постићи искључиво архитектонско-грађевинским мерама, већ је неопходна и примена софистицираних инфраструктурних система попут: вентилације са рекуперацијом топлоте (*Heat Recovery Ventilation*), топлотних пумпи, соларних панела и сл. За постизање пројектоване енергетске ефикасности пасивне куће неопходно је да поменути системи беспрекорно раде (што захтева адекватно и редовно одржавање и сервисирање истих), као и да се корисници током

¹⁸⁴ Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, Сл. гласник РС, бр. 69/2012, чл. 10

¹⁸⁵ Видети поглавља 2.1.1.2 и 2.1.2.3 ове дисертације.

свакодневног коришћења пасивне куће дисциплиновано и одговорно придржавају свих прописаних поступака¹⁸⁶.

Пројектовање пасивних објеката захтева, дакле, озбиљан мултидисциплинарни приступ који осим архитектата подразумева и ангажовање стручњака из области машинства, термо-технике итд.

Модел материјализације који ће бити дефинисан у оквиру ове дисертације, међутим, базираће своју енергетску ефикасност управо на архитектонско-грађевинским мерама¹⁸⁷, сходно теми ове дисертације. То конкретно значи да у овој дисертацији неће бити разматрана могућност достизања Пасивхаус стандарда на објектима ЈРС у Србији, као ни остали предуслови за адекватно функционисање истих током експлоатационог века, будући да ови аспекти излазе из теме ове докторске дисертације.

Очекивани енергетски разреди будућих објеката ЈРС у Србији ће, дакле, бити "В" и "С", у зависности од примењених архитектонско-грађевинских мера.

4.3.2 Утврђивање Модела материјализације објекта ЈРС у Србији на основу анализе Типова 1, 2, 3 и 4 са енергетског аспекта

Са становишта енергетских потреба, јасно је да су Тип 1 (објект до 2 спрата) и Тип 2 (објект величине од 2 до 4 спрата) (по својим основним карактеристикама: површини и запремини грејаног простора и фактору облика) сваки за себе специфични и довољно међусобно различити - што омогућава да сваки од њих постане посебан модел просторне организације и материјализације објекта ЈРС у Србији. Код "Једнотракта" којег карактерише низ међусобно дилатираних стамбених зграда, међутим, можемо у енергетском смислу да уочимо два карактеристична случаја која су довољно специфична да могу да се сматрају засебним типовима: Тип 3 (крајња позиција у једнотракту) и Тип 4 (средишња

¹⁸⁶ Ово је посебна тема која задире у стамбене навике корисника и постојање (односно непостојање) свести корисника о енергетски рационалном коришћењу стамбеног простора и која излази из тематског оквира ове дисертације.

¹⁸⁷ Као што су: материјализација архитектонских склопова термичког омотача, положај објекта у односу на стране света, усаглашавање са условима микролокације и др.

позиција у једнотракту) - на основу којих ће се формирати још два модела просторне организације и материјализације објекта ЈРС у Србији.

Цео актуелни (али вероватно и будући) стамбени фонд ЈРС у Србији, дакле, може да се представи кроз четири карактеристична модела просторне организације и материјализације и то:

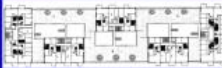
1. **Модел М1** – односи се на Тип 1 (објекат до 2 спрата)
2. **Модел М2** – односи се на Тип 2 (објекат величине 2 до 4 спрата)
3. **Модел М3** – односи се на Тип 3 (крајња позиција у једнотракту)
4. **Модел М4** – односи се на Тип 4 (средишња позиција у једнотракту)

Пошто је анализа просторне организације објеката ЈРС послужила за дефинисање типолошког спектра објеката ЈРС у Србији – убудуће ће појам "модела *просторне организације* и материјализације" бити замењен много прикладнијим термином - "модел материјализације", како је то дефинисано и у самом наслову ове дисертације (у даљем тексту, појам "Модел" биће написан великим почетним словом, када год је реч о личном имену неког од модела).

4.3.3 Синтезни приказ типологије објеката JPC у одабраним државама ЕУ и у Србији

На основу типологије коју дају Проф. В. Лојаница¹⁸⁸ и Проф. М. Бајлон, начињена је Табела 4.1 из које се може видети да је типолошки спектар објеката JPC ограничен; као и да постоје извесна типолошка преклапања за објекте JPC у ЕУ и у Србији.

Табела 4.1: Синтезни приказ типологије објеката JPC у одабраним државама ЕУ и у Србији

Урбани склоп	Склоп објекта	ТАЧКАСТИ СКЛОП		ЛИНИЈСКИ СКЛОП			МЕГАСТРУКТУРА	
		Кула	Урбана вила	Једнотракт				Двотракт
				Језгро	Галерија	Коридор		
Слободностојећи појединачни објекти	М	Модел ЕУ-3	Модели М1 и М2	Модел ЕУ-1 Модели М3 и М4	Модел ЕУ-1 Модели М3 и М4	Модел ЕУ-1	Модел ЕУ-4	
	Модел ЕУ-1, ЕУ-3 и ЕУ-4 Модели М1, М2, М3 и М4							
								
Низ	Модел ЕУ-1 Модели М1, М3 и М4							
								
								
Блок	Модел ЕУ-2 и ЕУ-4			Модел ЕУ-2			Модел ЕУ-4	
								
								



Типологија објеката
JPC у Србији



Типологија објеката
JPC у државама ЕУ

¹⁸⁸ Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд, стр. 125-162.

4.3.4 Категорије енергетске ефикасности модела материјализације објеката ЈРС у Србији

Четири представљена модела, као што упућује и сама тема ове дисертације, могу имати различите нивое (односно категорије) енергетске ефикасности, у зависности од тога које су архитектонско-грађевинске мере примењене при материјализацији њихових термичких омотача.

За потребе овог истраживања, енергетска ефикасност сваког од ових модела (изражена преко годишње потребне енергије за грејање) сврстана је у три основне категорије:

1. **Иницијални модели** (приказ постојећих објеката онако како су изведени, са свим манама и недостацима).
2. **Базични модели** (модели материјализације који исуњавају прописане енергетске захтеве, односно потпадају под енергетски разред "С" према важећем Правилнику о енергетској ефикасности)
3. **Унапређени модели** (модели које одликују минималне енергетске потребе у оквиру реалних ограничења у Србији, односно имају боље енергетске перформансе него што су прописани минимуми)

Категорија 1 (Иницијални модели) односи се на утврђивање енергетског разреда изабраних постојећих објеката ЈРС¹⁸⁹, док се категорије 2 и 3 (Базични и Унапређени модели) односе на будуће објекте ЈРС који ће се градити у Србији.

У даљој анализи добијених резултата, биће могуће поредити како се мењају енергетске потребе сваког од четири Модела (М1, М2, М3 и М4) кроз ове три категорије, као и директно поређење различитих Модела у оквиру исте категорије. Овде треба нагласити да приликом промене енергетске категорије Модела материјализације (формираних на основу конкретних објеката ЈРС у Чачку, Старој Пазови и Нишу) неће бити никаквих промена карактеристика ових објеката у смислу повећања грејаних површина и запремина, промене габарита, оријентације или локације, промене функције и других услова и сл.

¹⁸⁹ Онаких какви су изграђени пре доношења Правилника о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 061/2011)

4.3.4.1 Иницијални модели – приказ постојећих објеката

С обзиром на то да је сваки од четири Типа заступљен са по једним конкретним објектом који га представља¹⁹⁰, ова четири управо утврђена Модела материјализације објекта ЈРС у Србији могу се именовати као:

- Модел М1 (објекат до 2 спрата) – Чачак; у даљем тексту **Модел М1-И**
- Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – Стара Пазова; у даљем тексту **Модел М2-И**
- Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) – Ниш; у даљем тексту **Модел М3-И**
- Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) – Ниш; у даљем тексту **Модел М4-И**

У оквиру назива иницијалног модела, ознака "И" односи се на "Иницијални модел"

Иницијални модели за објекте у Чачку, Старој Пазови и Нишу биће дефинисани на основу свих релевантних параметара из оригиналне пројектне документације и представљаће фактичко стање (са свим манама и недостацима). Циљ Иницијалних модела је да се установи каква је била досадашња пројектантска и градитељска пракса у домену објеката ЈРС у Србији у смислу квалитета њихових енергетских перформанси и да се на основу резултата извуку адекватне поуке и закључци.

¹⁹⁰ Видети поглавље 5.2 ове дисертације

4.3.4.2 Базични модели - Модели који испуњавају прописане енергетске захтеве

Сходно важећој регулативи из области енергетске ефикасности зграда у Србији, сви будући објекти (дакле и објекти ЈРС) мораће да задовоље не само услове за енергетски разред "С", већ ће и све позиције термичког омотача објекта морати да имају коефицијенте пролаза топлоте (U) исте или ниже вредности од максимално дозвољених¹⁹¹ (у даљем тексту: услов $U \leq U_{\max}$).

У том смислу, извршиће се корекције материјализације позиција термичког омотача Иницијалних модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И, тако да коефицијенти пролаза топлоте сваке појединачне позиције термичког омотача задовоље тражени критеријум $U \leq U_{\max}$. Поменуте корекције конкретно ће значити повећање дебљине термоизолације само онолико колико је неопходно да се истовремено испуне ова два услова¹⁹². При овом поступку, неће доћи до смањења грејане површине и грејане запремине модела.

Ознаке Базичних модела (који испуњавају важеће енергетске стандарде) биће:

- Модел М1-Б,
- Модел М2-Б,
- Модел М3-Б и
- Модел М4-Б

Ознака "Б" односи на појам "Базични модел" у смислу испуњења важећих стандарда енергетске ефикасности у Србији.

¹⁹¹ Табела 3.4.1.3 Правилника о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 061/2011)

¹⁹² $U \leq U_{\max}$ и обезбеђен енергетски разред "С"

4.3.4.3 Унапређени модели

Да бисмо установили колико је максимално могуће смањити годишњу потребну енергију за грејање објеката ЈРС у Србији (који су представљени Моделима М1, М2, М3 и М4), потребно је испитати реалне могућности материјализације позиција термичког омотача у смислу реалног повећања слоја термоизолације.

Приликом овог поступка, дебљине термоизолације на свим позицијама термичког омотача ће се сукцесивно повећавати у више корака¹⁹³ (у оквиру опсега који је реално технички изводљив у домаћој грађевинској пракси). Сваки тај корак представљаће нов случај материјализације термичког омотача у оквиру Унапређеног модела (а самим тим и нов случај енергетских потреба модела), и биће означен одговарајућим бројем (1, 2, 3 или 4). Сви поменути случајеви ће се међусобно упоређивати и на основу те анализе извести адекватни закључци о међузависности дебљине термоизолације и енергетских потреба објекта, као и о реалној могућности примене истих у пракси.

Ознаке Унапређених модела са различитим случајевима материјализације термичког омотача у оквиру истих биће:

- Модел М1-У1 ; Модел М1-У2 ; Модел М1-У3 ; Модел М1-У4
- Модел М2-У1 ; Модел М2-У2 ; Модел М2-У3 ; Модел М2-У4
- Модел М3-У1 ; Модел М3-У2 ; Модел М3-У3 ; Модел М3-У4
- Модел М4-У1 ; Модел М4-У2

где се ознака "У" односи на појам "Унапређење" у домену могућности смањења енергетских потреба објеката ЈРС у Србији применом архитектонско-грађевинских мера на успостављеним моделима материјализације. У том смислу Модели М1-У4; М2-У4; М3-У4 и М4-У2 за опсег овог истраживања представљају максималне домете енергетске ефикасности објеката ЈРС.

¹⁹³ Погледати детаљније Прилоге 4-7

4.3.5 Синтезни приказ формианих модела материјализације објеката ЈРС у Србији

У Табели 4.2 дат је, ради боље прегледности, синтезни приказ Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији који су формиран за потребе истраживања теме ове дисертације.

Табела 4.2: Синтезни приказ формианих Модела материјализације објеката ЈРС у Србији

ВАРИЈАНТЕ МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ТЕРМИЧКОГ ОМОТАЧА						
Модел материјализације	Иницијални модел	Базични модел	Унапређени модели (повећање дебљине термоизолације)			
			1. случај	2. случај	3. случај	4. случај
Модел М1 	М1-И	М1-Б	М1-У1	М1-У2	М1-У3	М1-У4
Модел М2 	М2-И	М2-Б	М2-У1	М2-У2	М2-У3	М2-У4
Модел М3 	М3-И	М3-Б	М3-У1	М3-У2	М3-У3	М3-У4
Модел М4 	М4-И	М4-Б	М4-У1	М4-У2	-	-
	Постојећи овјекти ЈРС у Србији	БУДУЋИ ОБЈЕКТИ ЈРС У СРБИЈИ				

4.4 Основне карактеристике климе у Србији

У овом одељку биће наведене основне карактеристике климе у Србији, као и климатски аспекти од интереса за тему ове дисертације. Наведени подаци преузети су од Хидрометеоролошког завода Србије¹⁹⁴.

Клима Србије се може описати као умерено-континентална са мање или више израженим локалним карактеристикама:

1. **Континентална** (на северу земље; позната под именом Панонско-континентална клима)
2. **Умерено-континентална** (на југу)
3. **Планинска клима** (на планинама)
4. **Измењена јадранско-средоземна** (клима у Метохијској и јужном делу Косовске котлине).

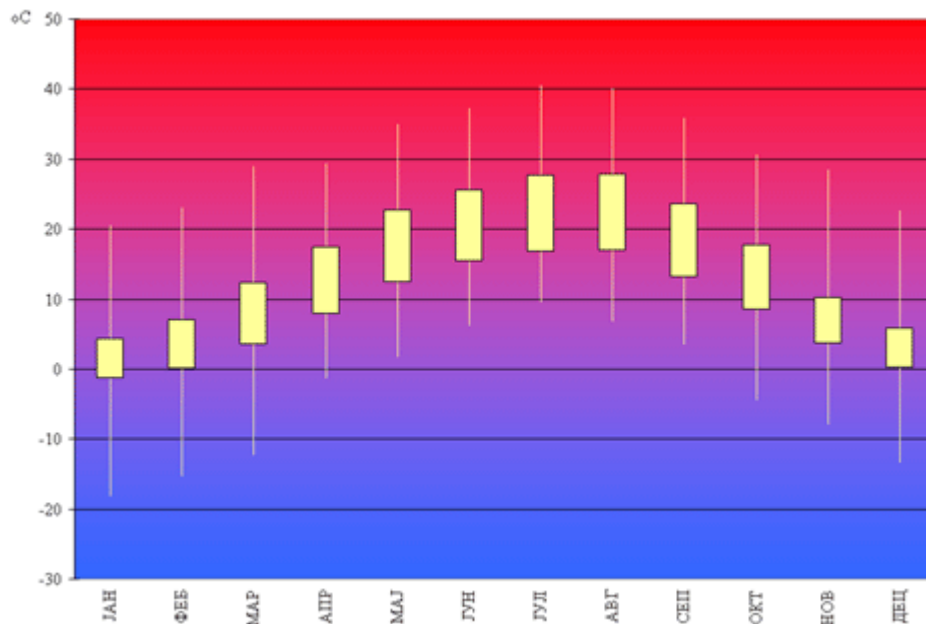
Од географских одредница које карактеришу битне синоптичке ситуације значајне за време и климу Србије треба споменути Алпе, Средоземно море и Ђеновски залив, Панонску низију и долину Мораве, Карпате и Родопске планине као и брдовито планински део са котлинама и висоравнима. Преовлађујући меридионални положај котлина река и равничарски предео на северу земље, омогућују дубоко продирање поларних ваздушних маса на југ.

Просечна годишња температура ваздуха за период 1961–1990. за подручја са надморском висином до 300m износи 10.9 °C. Подручја са надморском висином од 300 до 500m имају просечну годишњу температуру око 10.0 °C, а преко 1000m надморске висине око 6.0°C. Апсолутне минималне температуре регистроване су у јануару, у опсегу од -30.7 до -21.0°C у нижим пределима, док се у планинским подручјима крећу од -35.6 до -20.6°C.

На *Слици 4.7* приказане су разлике између средњих максималних и минималних температура за сваки месец (жуто обојени стубићи), док танке линије дају опсег апсолутних максималних и минималних температура по месецима за

¹⁹⁴ <http://www.hidmet.gov.rs/>

тридесетогодишњи период. Слика је урађена на основу дневних извештаја са ГМС Београд, из периода 1971–2000.



Слика 4.7: Разлике између средњих максималних и минималних температура за сваки месец(за период 1971-2000. године)

Годишње суме падавина у просеку расту са надморском висином. У нижим пределима годишња висина падавина се креће у интервалу од 540 до 820 mm. Подручја са надморском висином преко 1000 m просечно имају 700 до 1000 mm падавина, а неки планински врхови на југозападу Србије обилније падавине до 1500 mm. Већи део Србије има континентални режим падавина, са већим количинама у топлијој половини године, изузев југозападних крајева где се највише падавина измери у јесен. Најкишовитији је јуни, када у просеку падне 12 до 13 % од укупне годишње суме падавина. Најмање падавина имају месеци фебруар и октобар. Појава снежног покривача карактеристична је за хладнији део године од новембра до марта, а највећи број дана са снежним покривачем је у јануару.

Годишње суме трајања сијања Сунца крећу се у интервалу од 1500 до 2200 сати годишње. За потребе нумеричких симулација енергетских својстава модела у овој дисертацији, користиће се релевантни подаци из Правилника о енергетској

ефикасност зграда¹⁹⁵. У Табели 6.9 овог Правилника дате су вредности средњих сума Сунчевог зрачења¹⁹⁶ и средњих месечних температура спољног ваздуха који се користе за прорачун соларних добитака за све локације на територији Србије.

На Слици 4.8 дат је приказ доминантних ветрова у Србији. У топлијем делу године преовлађују ветрови са северозапада и запада. Током хладнијег дела године доминира источни и југоисточни ветар – кошава. У планинским областима на југозападу Србије преовлађују ветрови са југозапада.



Слика 4.8: Основни ветрови у Србији
Извор: Републички хидрометеоролошки завод Србије

¹⁹⁵ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.061/2011), Прилог 6

¹⁹⁶ ... по месецима; за оријентације југ, исток, запад, север и за Сунчево зрачење на хоризонталној површини.

5 МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА ЕНЕРГЕТСКИХ СВОЈСТАВА МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ И УСПОСТАВЉАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ЊИХОВУ ВАЛОРИЗАЦИЈУ

Како би претходно установљени модели могли да се анализирају са енергетског аспекта, да се међусобно упоређују и да се изврши њихова адекватна валоризација, у овом поглављу биће утврђен прецизан методолошки оквир за прорачун енергетских својстава модела и успостављени релевантни критеријуми за валоризацију истих.

Сви модели материјализације (или краће: модели) објекта ЈРС у Србији¹⁹⁷ биће тестирани путем нумеричких симулација енергетских својстава уз помоћ адекватног софтверског пакета. На овај начин добиће се истородни подаци у вези са енергетским својствима модела који ће моћи да се међусобно упоређују, с обзиром на то да су добијени истоветном методологијом. Добијене податке из домена енергетских својстава модела можемо поделити на два одвојена аспекта: енергетски и еколошки. У оквиру ових аспеката неопходно је усвојити критеријуме на основу којих ће се вредновати, међусобно упоређивати и ранграти посматрани модели.

5.1 Методологија прорачуна енергетских својстава модела материјализације објеката ЈРС у Србији

5.1.1 Примена Правилника о енергетској ефикасности зграда

Правилник о енергетској ефикасности зграда, који се у Србији примењује од 30. септембра 2012. године надаље, поставио је методолошки оквир којим се "ближе прописују: енергетска својства и начин израчунавања топлотних својстава објеката високоградње, као и енергетски захтеви за нове и постојеће објекте"¹⁹⁸.

Како се ово истраживање односи на енергетску ефикасност модела материјализације објеката ЈРС за подручје Србије, све нумеричке симулације

¹⁹⁷ Табела 4.1

¹⁹⁸ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Службени гласник РС бр. 061/2011), чл.1

енергетских потреба модела које су урађене за потребе истраживања теме ове дисертације базиране су на методологији која је прописана Правилником о енергетској ефикасности зграда.

Дефиниције појмова које су дате у члану 2 овог Правилника у потпуности (и без икаквих измена садржаја и обима појма) су примењене у овој дисертацији како би добијени резултати у потпуности били применљиви у пракси у Србији.

Од посебног значаја за разумевање, анализу и интерпретацију добијених резултата је чињеница да се до дана званичног избора програмског пакета за израчунавање енергетских својстава зграде на нивоу државе, прорачун и изражавање енергетског разреда зграде врши на основу годишње потребне енергије за грејање која се изражава у јединици $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ¹⁹⁹, и на основу релативне вредности годишње потрошње финалне енергије за грејање ($Q_{h,nd,rel.}$) која се изражава у %²⁰⁰.

5.1.2 Специјализовани софтвер који је коришћен за потребе овог истраживања

С обзиром на чињеницу да још увек није изабран претходно поменути званични национални програмски пакет - за прорачун енергетских потреба формираних модела материјализације објеката ЈРС у Србији - у овој дисертацији коришћен је специјализовани софтвер *KnaufTerm 2 Pro*.

Софтвер *KnaufTerm 2 Pro* (који је намењен лиценцираним инжењерима у Србији)²⁰¹ за професионалну делатност из области енергетске ефикасности зграда) је у потпуности компатибилан са "Правилником о енергетској ефикасности зграда" као и са "Правилником о условима, садржини и начину издавања

¹⁹⁹ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Службени гласник РС бр. 061/2011), чл.24

²⁰⁰ Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Службени гласник РС, бр.69/2012)

²⁰¹ Инжењерска комора Србије успешно спроводи обуку из енергетске ефикасности зграда и издаје одговарајуће лиценце архитектама, грађевинским, машинским и електро-инжењерима који су испунили задате услове (положен курс енергетске ефикасности зграда и најмање три године поседовања неке друге лиценце коју издаје Комора)

сертификата о енергетским својствима зграда"²⁰² и потпуно је бесплатан за регистроване кориснике.

За потребе овог истраживања остали параметри који утичу на енергетска својства (а који морају бити селектовани у оквиру софтвера *KnaufTerm 2 Pro*) су дефинисани за све моделе исто. Терминологија која се односи на параметре, у целиности је преузета из овог софтвера. Ти параметри су:

- Тип градње: Тешки тип градње
- Тип зграде: Стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом
- Број дана грејања недељно: 7
- Број сати грејања дневно: 16
- Јединствена грејна зона
- Коефицијент трансмисионог губитка термичких мостова је рачунат за све позиције термичког омотача
- Прорачун соларних добитака: Глобално – упрошћена рачуница
- Фактор засенчености: 0,75
- Начин прорачуна коефицијента пролаза топлоте за фасадну столарију: усвојен
- Унутрашња пројектна температура: + 20° C
- Начин прорачуна коефицијента пролаза топлоте за подове на тлу: via ground EN13370
- Све тражене вредности потребне за израчунавање интерних добитака дате су таблично, на основу "Табеле 6.5 – Добици од људи и електричних уређаја (SRPS EN ISO 13790)" из Правилника о енергетској ефикасности зграда
- Губици система за грејање:
Цевна мрежа: Изолована цевна мрежа у делу негрејаног простора зграде
Систем регулације: Аутоматска и централна регулација (без поделе на зоне)
- Прорачун потребне енергије за санитарну топлу воду:
према Табели 6.5 из Правилника о енергетској ефикасности зграда

²⁰² Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС бр.69/2012)

(према SRPS EN ISO 13790)

- Примарни енергент за грејање: Гас
- За усвајање енергетског разреда користи се специфична годишња енергија потребна за грејање за системе који раде *са прекидом*

Наведени параметри су у складу са методологијом из Правилника о енергетској ефикасности зграда и саставни су део софтвера *KnaufTerm 2 Pro*. С обзиром да су сви објекти намењени искључиво за становање, наведени параметри су у том смислу адекватни и претпостављено је да буду идентични без обзира о ком моделу се ради.

Параметри из домена физичких карактеристика сваког конкретног објекта који репрезентује модел²⁰³ и његових урбанистичких и микроклиматских услова²⁰⁴ остали су исти, без обзира на посматрани ниво енергетске ефикасности²⁰⁵.

Параметри из домена материјализације термичког омотача, међутим, мењају се контролисано, према тачно утврђеном плану у циљу добијања жељених резултата.

5.2 Енергетски аспект модела материјализације објеката ЈРС у Србији

Критеријуми валоризације енергетске ефикасности установљених модела у овој дисертацији дефинисаће се на два нивоа.

Први ниво је утврђивање енергетске ефикасности модела као таквог, са сагледавањем свих битних микроклиматских карактеристика, површине и волумена грејаног простора као и карактеристика термичког омотача.

Нумеричке вредности модела и које ће посебно бити разматране у оквиру првог нивоа су:

- **Коефицијенти пролаза топлоте** (ознака U ; јединица мере $W/(m^2K)$) – Правилником о енергетској ефикасности зграда дефинисане су највеће

²⁰³ Као што су: грејане површине и запремине, површине појединачних позиција термичког омотача, фактор облика и сл.

²⁰⁴ Као што су: спољне пројектне температуре, број степен-дана грејања, број дана грејања и сл.

²⁰⁵ Било да су у питању Основни, Базични или Унапређени модели.

дозвољене вредности ($U_{\max}$) за све елементе термичког омотача зграде²⁰⁶, и то посебно за постојеће, а посебно за нове зграде.

У том смислу, коефицијенти пролаза топлоте код Иницијалних модела (Модели М1-И, М2-И, М3-И и М4-И) биће упоређивани са највећим допуштеним вредностима за постојеће зграде (јер ови модели управо и репрезентују постојеће објекте ЈРС у Србији), док ће се код осталих модела поређење вршити у односу на највеће допуштене вредности за нове зграде (управо зато што Базични и Унапређени модели репрезентују будуће објекте ЈРС који ће се градити у Србији и који ће морати да испуне законом прописане стандарде енергетске ефикасности).

- **Годишња потребна енергија за грејање за системе који раде са прекидом** (ознака $Q_{h,interm,an}$; јединица мере $kWh/(m^2a)$) – Сходно Правилнику о ЕЕ зграда, прорачун и изражавање енергетског разреда зграде тренутно се врши на основу годишње потребне енергије за грејање (до дана избора националног софтверског пакета²⁰⁷). У Србији се стамбени објекти током грејне сезоне греју 16 часова дневно са ноћним прекидом од 8 часова. У овој дисертацији ће се сва међусобна поређења енергетских својстава модела по критеријуму $Q_{h,nd,rel}$ посматрати у односу на 100% који одговара максимално допуштеној вредности енергетских потреба у интервалу енергетског разреда "C".
- **Релативна вредност годишње потребне финалне енергије за грејање** (ознака $Q_{h,nd,rel}$; јединица мере %) – Вредност од 100% представља максимално допуштену вредност годишње потребне финалне енергије за грејање која одговара енергетском разреду "C". Свака вредност преко 100% излази из енергетског разреда "C" што значи да се ради о субстандардним, односно недозвољеним енергетским својствима модела (односно објекта). На основу овог показатеља, могуће је вредновати

²⁰⁶ Правилник о енергетској ефикасности зграда, (Службени гласник РС, бр.061/2011), Табела 3.4.1.3

²⁰⁷ Након чега ће се прорачун и изражавање енергетског разреда зградевршити на основу укупних енергетских потреба које, поред енергије за грејање, обухватају још и годишњу потребну енергију за хлађење, вентилацију и осветљење)

енергетску ефикасност модела унутар интервала који одређује неки енергетски разред.

- **Енергетски разред зграде** (осмостепено рангирање енергетских својстава зграде (односно у овом случају модела) у односу на годишњу потребну енергију за грејање – Сваки од осам енергетских разреда је заправо интервал од-до при чему је енергетски разред "C" минимално допуштени разред за нове објекте

Други ниво је међусобно поређење различитих модела у оквиру посматране категорије енергетске ефикасности²⁰⁸ - на основу постигнутог енергетског разреда (односно вредности $Q_{h,interm,an}$ и $Q_{h,nd,rel}$), као и анализа промене енергетске ефикасности неког модела у односу на категорије енергетске ефикасности (на пример међусобно поређење Модела М1-И, М1-Б, М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4).

Поред наведених критеријума, још два параметра заслужују посебно истраживање у оквиру ове дисертације а то су:

- **Географска позиција модела у Србији** - Сходно теми ове дисертације, неопходно је тестирати енергетску ефикасност Базичних и Унапређених модела за (специфичне и међусобно различите) микроклиматске услове у *градовима и местима у Србији* за које постоје адекватни метеоролошки подаци (у оквиру софтвера *KnaufTerm 2 Pro*), како би се видело у којој мери ови услови утичу на модел као такав.

У оквиру софтвера *KnaufTerm 2 Pro* постоје релевантни подаци за 35 географских локација на територији целе Србије. У истраживању које следи у наставку, сваки од Базичних и Унапређених модела биће постављен на сваку од 35 локација, како би се утврдио њен непосредан утицај на енергетска својства модела. Том приликом биће утврђено који је енергетски разред сваког модела на свакој локацији (и колике су његове енергетске потребе). На овај начин биће могуће унапред знати који модели јесу а који нису адекватни за примену на некој локацији. Резултати овог

²⁰⁸ Мисли се на категорије које су дефинисане у овој дисертацији а то су: Иницијални модели, Базични модели и Унапређени модели.

посебног истраживања биће, дакле општеприменљиви и представљаће драгоцену помоћ пројектантима за пројектовање будућих објеката ЈРС у Србији.

- **Оријентација модела у односу на стране света** – Методологијом прорачуна енергетских својстава објекта коју дефинише Правилник о ЕЕ зграда, предвиђено је да се "оријентација фасадних зидова зграде дефинише према претежној оријентацији ка једној од четири стране света (исток, запад, север, југ) и у зависности од претежне оријентације усвајају се вредности средњих сума Сучевог зрачења из Табеле 6.9"²⁰⁹.

Чест је случај у пракси да неко насеље ЈРС чини више идентичних објеката ЈРС који су, међутим, иако на истој парцели - различито оријентисани према странама света²¹⁰. Пошто је, дакле, оријентација објекта према странама света од суштинске важности за соларне добитке, у овој дисертацији спровешће се посебно истраживање у којој мери оријентација модела према странама света утиче на његове енергетске потребе.

Основна оријентација модела биће фактичко стање репрезентативног објекта на основу којег је формиран модел и то је случај 1. Други случај биће ротација модела за + 90° (у смеру обрнутом од смера казаљке на сату)

У овом сегменту истраживања ће бити поређене само вредности $Q_{h,interm,an}$ и $Q_{h,nd,rel}$ једног и другог случаја оријентације модела да би се промена исказала процентуално.

5.2.1 Енергетска својства Иницијалних модела

Приказ енергетских својстава одабраних објеката ЈРС (у Чачку, Старој Пазови и Нишу) приказаних у четири Иницијална модела (Модели М1-И, М2-И, М3-И и М4-И) има за циљ објективно сагледавање досадашње грађевинске праксе у домену ЈРС у Србији. Реч је дакле о постојећим објектима који су наменски

²⁰⁹ Правилник о енергетској ефикасности зграда, (Службени гласник РС, бр.061/2011), Табела 6.9

²¹⁰ То је управо случај у Старој Пазови. Видети детаљније у претходним поглављима ове дисертације.

грађени за потребе JPC и који по свим критеријумима спадају у нове објекте, с обзиром на чињеницу да се користе не више од осам година.

Сви релевантни подаци везани за физичке карактеристике објеката, материјализацију термичког омотача ових објеката, положај објеката према странама света и суседним објектима и сл., као и подаци о примењеним термотехничким системима добијени су директним увидом у оригиналну пројектну документацију, љубазношћу пројектаната.

Увидом у оригиналну пројектну документацију (као и увидом у изведено стање објеката) утврђено је ниједан од Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И нема еслингер ролетне или неки други вид застора на фасадној столарији, тако да је рачунски фактор умањења соларних добитака због опреме за заштиту од сунца једнак јединици²¹¹.

Пошто се ради о одређивању енергетских својстава *постојећих* објеката, референтне вредности за одређивање енергетских разреда Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И су следеће²¹²:

Табела 5.1: Енергетски разреди за постојеће стамбене зграде са више станова

Зграде са више станова		Постојеће
Енергетски разред	Qh, nd, rel. [%]	Qh, nd [kWh/(m²a)]
A+	≤ 15	≤ 10
A	≤ 25	≤ 18
B	≤ 50	≤ 35
C	≤ 100	≤ 70
D	≤ 150	≤ 105
E	≤ 200	≤ 140
F	≤ 250	≤ 175
G	> 250	> 175

Према Правилнику о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС, бр.69/2012)

²¹¹ Према важећим енергетским прописима фасадна столарија обавезно мора имати неки вид заштите од сунца, тако да ће Базични и Унапређени модели морати да испуне овај услов – што значи да ће фактор умањења соларних добитака због опреме за заштиту од сунца бити мањи од 1.

²¹² Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС бр.69/2012)

5.2.2 Енергетска својства Базичних модела

У овом поглављу биће израчунате енергетске потребе модела материјализације који су тако материјализовани да буду испуњена три основна услова које прописује Правилник о енергетској ефикасности зграда²¹³, а то су:

1. Све позиције термичког омотача морају да задовоље услов: $U \leq U_{\max}$.
2. Модел мора да задовољи услове за енергетски разред "С".
3. Све транспарентне позиције морају да имају неки вид заштите од сунца.

Базични модели задржали су основне карактеристике Иницијалних модела (као што су: површине и запремине грејаног простора, фактор облика, проценат застакљења фасаде, спратност, оријентацију и сл.) али су термички унапређени у смислу материјализације термичког омотача да би била испуњена три наведена услова.

Да би била задовољена три наведена услова, код ових модела извршене су минимално потребне корекције у смислу повећања дебљине термоизолације на свим позицијама термичког омотача које не задовољавају услов $U \leq U_{\max}$. Истовремено, фактор умањења соларних добитака због опреме за заштиту од сунца (који по важећим прописима обавезно мора да постоји), подешен је²¹⁴ на вредност 0,75 - што одговара белом или рефлектујућем сенилу мале транспарентности, позициониране са унутрашње стране или између стакала. Примена неког другог вида сенила које је уобичајено на стамбеним објектима у Србији (као што су еслингер ролетне или шалони) захтевала би да фактор корекције буде 0,3 што би у великој мери смањило позитиван утицај соларних добитака у периоду грејне сезоне, и битно утицало на крајње резултате. Наравно, опрема за заштиту од сунца је ту да штити унутрашњи простор од прекомерног загревања у летњем периоду, али с обзиром на то да се тренутно прорачун и изражавање енергетског разреда у Србији врши на основу потребне енергије за *грејање* (током грејне сезоне), и да не узима у обзир потребну енергију за *хлађење* у летњем периоду, направљен је рационалан компромис где су примењени они системи за заштиту од сунца који имају фактор умањења од 0,75.

²¹³ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл.гласник РС, бр.061/2011), члан 25

²¹⁴ ...одабиром вредности за тај параметар у оквиру софтвера *KnauTerm 2 Pro*.

Базични модели ће бити именовани као Модели М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б, сходно претходно усвојеној номенклатури у *Табели 4.1* у поглављу 4.3.4 ове дисертације. Овде је важно напоменути да Модели М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б не представљају постојеће објекте, већ дају увид у материјализацију термичког омотача будућих објеката ЈРС у Србији која ће омогућити енергетски разред "С".

Иако су Модели М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б настали унапређењем енергетских карактеристика Иницијалних модела, они нису нити се могу сматрати упутством за унапређење њихове енергетске ефикасности приликом неке будуће реконструкције. Суштинска разлика између Иницијалних модела и Базичних модела је, дакле, у томе што су Иницијални модели приказ енергетских својстава већ постојећих објеката ЈРС (па се и енергетски разреди одређују на основу вредности из колоне "постојеће зграде"), док су Базични модели начин да се дефинише каква је материјализација термичког омотача будућих (тј. нових) објеката неопходна да би били испуњени важећи прописи из домена ЕЕ зграда, при чему се енергетски разреди одређују на основу вредности из колоне за "нове зграде" објекте.

Пошто се ради о одређивању енергетских својстава *будућих* (то јест *нових*) објеката ЈРС у Србији, референтне вредности за одређивање енергетских разреда зграда Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б су дате у *Табели 5.2*:

Табела 5.2: Енергетски разреди за нове стамбене зграде са више станова

Зграде са више станова		Нове
Енергетски разред	Q_h , nd, rel. [%]	Q_h , nd [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 9
A	≤ 25	≤ 15
B	≤ 50	≤ 30
C	≤ 100	≤ 60
D	≤ 150	≤ 90
E	≤ 200	≤ 120
F	≤ 250	≤ 150
G	> 250	> 150

Према Правилнику о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС, бр.69/2012)

5.2.3 Енергетска својства Унапређених модела

Полазна основа за Унапређене моделе²¹⁵ су Базични модели на којима ће се контролисано извршити одређене интервенције на термичком омотачу у циљу побољшања термичких карактеристика модела. Као и до сада, сви параметри из домена физичких карактеристика сваког конкретног објекта који репрезентује модел и његових урбанистичких и микроклиматских услова остали су непромењени. Поменуте интервенције обухватиће не само повећање дебљине термоизолације (до нивоа који је реално технички изводљив у Србији), већ и замену неких до сада заступљених материјала и система другим материјалима и системима који имају боље топлотне карактеристике. То се конкретно односи на употребу YTONG термо-блока²¹⁶ (уместо гитер блока) и система полу-монтажних таваница СтироФерт²¹⁷ (уместо доминантног система ТМ таванице). Поменути материјали и системи постоје на српском тржишту већ дуже време и управо захваљујући својим добрим термичким особинама постају све траженији и заступљенији у домаћој стамбеној изградњи. Такође, код Унапређених модела обавезно ће се применити фасадна столарија најбољих топлотних карактеристика, с обзиром на чињеницу да се највећи трансмисиони губици остварују управо преко фасадне столарије.

Унапређени модели представљају теоријску надградњу и због тога је извршено постепено повећање дебљине термоизолационих слојева у максимално четири корака. При сваком кораку (тј. варијанте материјализације) доследно су повећане дебљине термоизолације на свим позицијама термичког омотача. Варијанте сваког од четири Унапређених модела биће приказане упоредо, како би се видело на који начин повећање дебљине термике утиче на енергетске потребе модела.

²¹⁵ Модели су именовани сходно претходно усвојеној номенклатури у Табели 4.1 у поглављу **4.3.4** ове дисертације.

²¹⁶ У питању је гас-бетонски блок. За више информација о YTONG систему посетити веб-сајт: www.ytong.rs

²¹⁷ СтироФерт је српски патентирани систем полу-монтажних таваница где су бинори одмах постављени у гредице од стиропора (без потребе за пуниоцима). Њиховим ређањем добија се оплата за изливање АБ таванице. Поставља се додатна попречна арматура на сваких 50 см. СтироФерт таваница је знатно лакша од ТМ или ЛМТ таванице, а уз то пружа додатну термичку и звучну заштиту између етажа. За више информација о СтироФерт Систему посетити веб-сајт: www.stirofert.com

Циљ формирања Унапређених модела је да се испитају реални домети енергетске ефикасности објекта ЈРС у Србији, у односу на могућности архитектонско-грађевинских интервенција на термичком омотачу Модела М1, М2, М3 и М4 ²¹⁸.

Пошто су Унапређени модели будући (нови) објекти ЈРС у Србији, референтне вредности за одређивање енергетских разреда ових Модела су дате у Табели 5.2²¹⁹:

5.3 Еколошки аспект

Еколошки аспект валоризације модела се у овом случају односи искључиво на емисију CO₂ која је последица енергетских потреба објекта (односно модела), то јест на једноставно правило - да је еколошки повољнији онај модел који оствари мању емисију CO₂ по m² грејане површине.

Иако овде, генерално, важи правило да што су енергетске потребе модела мање то је мања и емисија CO₂, треба истаћи да на емисију CO₂ пре свега утиче избор енергента и система грејања. У неком конкретном случају, за исте енергетске потребе неког објекта, различите су емисије CO₂ у зависности од примењеног енергента. Посебно истраживање ове дисертације третираће промену емисије CO₂ у зависности од енергента који се примењује у Србији за све моделе. Остали еколошки аспекти као што су: употреба енергије из обновљивих извора, примена енергетски ефикасних инфраструктурних система, управљање водом као ресурсом, предности зелених кровова и сл. у овој дисертацији неће бити разматрани, сходно закључцима из претходних поглавља.

²¹⁸ Модел М, В, К и С, да подсетимо, репрезентују типолошки спектар објеката ЈРС у Србији.

²¹⁹ Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС бр.69/2012)

6 ВАЛОРИЗАЦИЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ УТВРЂЕНИХ МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ ОБЈЕКТА ЈРС ПУТЕМ НУМЕРИЧКИХ СИМУЛАЦИЈА ЊИХОВИХ ЕНЕРГЕТСКИХ СВОЈСТАВА

У поглављу које следи биће израчуната годишња потребна енергија за грејање, биће одређени енергетски разреди и биће анализиран и валоризован ниво енергетске ефикасности утврђених модела материјализације објекта ЈРС у Србији (датих у Табели 4.2).

Модели ће један за другим бити анализирани и презентовани кроз све три категорије енергетске ефикасности, почев од Иницијалног модела, преко Базичног до Унапређеног модела (са припадајућим варијантама материјализације).

Након тога следи упоредна анализа добијених резултата, извлачење одређених закључака и валоризација модела према претходно утврђеним критеријумима.

6.1 Енергетска својства

Модела М1 (објекат до 2 спрата)



Модел М1 настао је на основу објекта ЈРС у Чачку и има следеће основне карактеристике релевантне за прорачун енергетских својстава:

- Корисна грејана површина: 371,30 m²
- Запремина грејаног простора: 844,07 m³
- Запремина грејаног простора зграде (V): 1157,33 m³
- Површина термичког омотача (A): 782,55 m²
- Фактор облика (A/ V): 0,68 m⁻¹

6.1.1 Енергетска својства Модела М1-И (Иницијални модел)

У Прилогу 1 дат је преглед материјализације термичког омотача Иницијалног модела М1-И, по позицијама.

Прорачун грађевинске физике за Модел М1-И показао је да све позиције термичког омотача за које се рачуна дифузија водене паре и понашање конструкције у летњем режиму - у том погледу задовољавају.

У Табели 6.1 дат је сумарни приказ позиција термичког омотача Модела М1-И из које се види да само једна позиција (Дилатациони зид) од укупно девет задовољава важеће прописе који се тичу максимално дозвољених вредности коефицијента пролаза топлоте.

Табела 6.1: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М1-И

Бр.	Ознака склопа	Опис склопа	A [m ²]	F _x	U _{max}	U	U ≤ U _{max}
1	СЗ1	Спољни зид	356,32	1	0,4	0,53	НЕ
2	ДЗ1	Дилатациони зид	38,42	0,8	0,5	0,33	ДА
3	КК1	Кос кров изнад грејаног простора	37,74	1	0,2	0,47	НЕ
4	ПР1	Прозори и балконска врата	63,16	1	1,5	2,8	НЕ
5	УВ1	Врата према негрејаном простору	25,20	0,5	1,6	3	НЕ
6	УЗ1	Зид према негрејаном степенишном простору	65,75	0,5	0,55	0,31	НЕ
7	МСК1	Међуспратна конструкција испод негрејаног простора	89,86	0,8	0,4	0,46	НЕ
8	ПНТ1	Под на тлу	80,30	0,5	0,4	0,42	НЕ
9	ПНТ2	Под на тлу	25,80	0,5	0,4	0,47	НЕ

F_x – фактор корекције температуре (према Табели 3.4.1.1 Правилника о енергетској ефикасности зграда)

Модел М1-И има следећа енергетска својства:

- Q_{h,interm, an} = 84,44 kWh/(m²a)
- Q_{h,nd,rel} = 120,6 %

D Енергетски разред

6.1.2 Енергетска својства Модела М1-Б (Базични модел)

Да би се добио жељени Модел М1-Б, изведено је побољшање термичких карактеристика термичког омотача Иницијалног Модела М1-И до испуњења услова $U \leq U_{\max}$, као што је приказано у Табели 6.2 :

Табела 6.2: Начин формирања Базичног Модела М1-Б

Б р	Ознака склопа	Опис склопа	Иницијални Модел М1-И	Начин промене	Базични Модел М1-Б	U	$U \leq U_{\max}$
1	СЗ1	Спољни зид	EPS 5 cm	+ 3 cm	EPS 8 cm	0,3	ДА
2	ДЗ1	Дилатациони зид	EPS 10cm	- 4 cm	EPS 6 cm	0,35	ДА
3	КК1	Кос кров изнад грејаног простора	Стакл. вуна 6 Ваздух 8	+ 14 cm /	Стакл. вуна 20 Ваздух 8	0,15	ДА
4	ПР1	Прозори и балконска врата	$U=2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	замена	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
5	УВ1	Врата према негрејаном простору	$U=3 \text{ W/m}^2\text{K}$	замена	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
6	УЗ1	Зид према негрејаном степ. простору	Без икакве термоизолације	Додата Т.И.	XPS (брушени) 8cm	0,3	ДА
7	МСК1	Међуспратна конструкција испод негрејаног простора	Стакл. вуна 6 cm	+ 2 cm	Стакл. вуна 8	0,3	ДА
8	ПНТ1	Под на тлу	$\lambda = 0,04$ $d = 6 \text{ cm}$	+ 2 cm	$\lambda = 0,04$ $d = 8 \text{ cm}$	0,3	ДА
9	ПНТ2	Под на тлу	$\lambda = 0,04$ $d = 6 \text{ cm}$	+ 4 cm	$\lambda = 0,04$ $d = 8 \text{ cm}$	0,3	ДА

На позицији дилатационог зида (ознака ДЗ1) у Моделу М1-Б било је довољно поставити слој стиропора дебљине 6 cm да би се задовољио услов $U \leq U_{\max}$. У Иницијалном Моделу М1-И, као што се може видети из Табеле 6.1 позиција ДЗ1 је била једина која је испунила овај услов, и то знатно мање од минимума (што није неопходно за Модел М1-Б).

Модел M1-Б има следећа енергетска својства:

- $Q_{h,interm, an} = 56,89 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
- $Q_{h,nd,rel} = 94,8 \%$

С Енергетски разред

Из претходне анализе може се извући следећи закључак:

Да би се постигао жељени резултат, то јест формирао Модел M1-Б прописаних карактеристика, било је довољно испунити услов $U \leq U_{max}$ за све позиције термичког омотача и Модел M1-Б је уједно испунио и услов енергетских потреба за енергетски разред "С".

6.1.3 Енергетска својства Модела M1-У у варијантама 1, 2, 3 и 4 (Унапређени модели)

Ради лакшег сагледавања састава позиција термичког омотача, у Прилогу 4 ове дисертације су упоредо приказани склопови Модела M1-Б и Модела M1-У у варијантама 1, 2, 3 и 4. У делу који се односи на Унапређене моделе наведени су примењени термоизолациони материјали у одабраним дебљинама.

Иако су дебљине термоизолационих слојева фасадних зидова знатно веће код неких објеката ЈРС у посматраним државама ЕУ (на пример у Аустрији)²²⁰, у српској грађевинској пракси се дебљина термоизолације фасаде од 15 cm још увек сматра граничним случајем у домаћој стандардној грађевинској пракси.

Потврду да се слој од 15cm фасадне термоизолације у Србији сматра горњим лимитом индиректно даје и Правилник о енергетској ефикасности зграда²²¹, у свом Прилогу 4 (одељак 4.2., тачке 2 и 3) где се каже да: "када је зид који се санира на регулационој линији, дозвољава се да дебљина накнадне термоизолације са свим завршним слојевима буде до 15cm унутар јавног простора", и "када је зид који се санира на граници са суседном парцелом дозволити постављање накнадне спољне изолације до 15cm, уз сагласност суседа".

²²⁰ Видети пример у поглављу 2.2.2.2 ове дисертације

²²¹ Правилник о енергетској ефикасности зграда, (Службени гласник РС, бр.061/2011)

Унапређени модели (M1-Y1, M1-Y2, M1-Y3 и M1-Y4) са оваквом материјализацијом имају енергетска својства приказана у Табели 6.3 и Графикону 6.1:

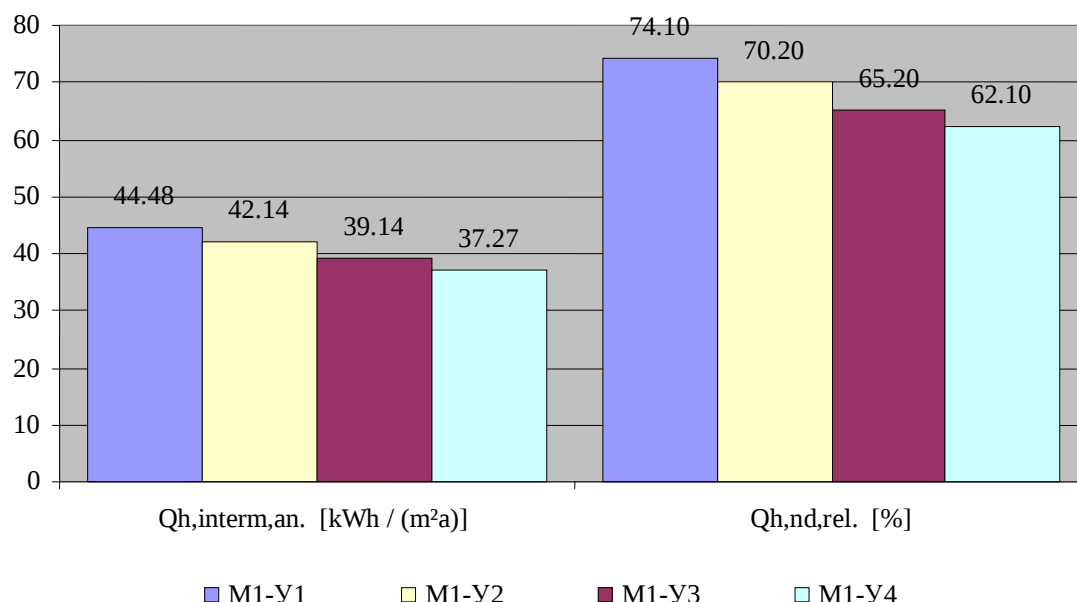
Табела 6.3:

Упоредни приказ енергетских својстава Модела M1-Y1; M1-Y2; M1-Y3 и M1-Y4

ПОКАЗАТЕЉ	M1-Y1	M1-Y2	M1-Y3	M1-Y4
Qh,interm,an. [kWh / (m ² a)]	44,48	42,14	39,14	37,27
Qh,nd,rel. [%]	74,1	70,2	65,2	62,1
Енергетски разред	C	C	C	C

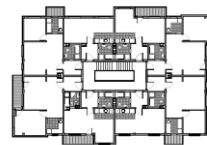
Графикон 6.1:

Упоредни приказ енергетских својстава Модела M1-Y1; M1-Y2; M1-Y3 и M1-Y4



Увидом у енергетска својства Унапређених Модела M1-Y1, M1-Y2, M1-Y3 и M1-Y4 може се закључити да предложене варијанте материјализације нису кадре да Модел M1 пренесу у виши енергетски разред, већ се све вредности крећу и даље у оквиру енергетског разреда "C". Разлика између Qh,interm,an. Модела M1-Y1 и Qh,interm,an. Модела M1-Y4 износи 7,21 kWh/(m²a). Отприлике толико (тачније 7,27 kWh/(m²a)) би још било неопходно смањити енергетске потребе Модела M1-Y4 како би он ушао у енергетски разред "B", што није реално очекивати да се може постићи архитектонско-грађевинским мерама на Моделу M1 у Србији.

6.2 Енергетска својства Модела М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)



Модел М2 настао је на основу објекта ЈРС у Старој Пазови и има следеће основне карактеристике:

- Корисна грејана површина: 1419,20 m²
- Запремина грејаног простора: 3576,73 m³
- Запремина грејаног дела зграде (V): 5060,58 m³
- Површина термичког омотача (A): 2058,97 m²
- Фактор облика (A / V): 0,41 m⁻¹

6.2.1 Енергетска својства Модела М2-И (Иницијални модел)

У Прилогу 2 дат је преглед материјализације термичког омотача Иницијалног Модела М2-И, по позицијама. У Табели 6.4 дат је сумарни приказ позиција термичког омотача Модела М2-И из које се види да само 3 позиције од укупно 11 задовољавају услов $U \leq U_{\max}$.

Прорачун грађевинске физике за Модел М2-И показао је да позиција КК1 не задовољава услове за летњи режим, док све остале позиције термичког омотача за које се рачуна дифузија водене паре и понашање конструкције у летњем режиму - у том погледу задовољавају.

Модел М2-И има следећа енергетска својства:

- $Q_{h,interm, an} = 57,31 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
- $Q_{h,nd,rel} = 81,9 \%$

С Енергетски разред

Табела 6.4: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М2-И

Бр.	Ознака склопа	Опис склопа	A [m²]	F _x	U _{max}	U	U ≤ U _{max}
1	ФЗ1	Спољни зид	995,66	1	0,4	0,58	НЕ
2	РК1	Раван кров изнад грејаног простора	11,40	1	0,2	0,67	НЕ
3	КК1	Кос кров изнад грејаног простора	73,43	1	0,2	0,42	НЕ
4	ЕР1	Међуспратна конструкција изнад спољног простора	11,40	1	0,3	0,60	НЕ
5	ПР1	Прозори и балконска врата	188,66	1	1,5	2,8	НЕ
6	КП1	Кровни прозори	10,60	1	1,5	2,8	НЕ
7	УВ1	Врата према негрејаном простору	81,51	0,5	1,6	1,5	ДА
8	УЗ1	Зид према негрејаном степенишном простору	229,60	0,5	0,55	1,14	НЕ
9	ТТ1	Међуспратна конструкција испод негрејаног простора	156,08	0,8	0,4	0,30	ДА
10	МК1	Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора	154,89	0,5	0,4	0,55	НЕ
11	ПНТ1	Под на тлу	145,74	0,5	0,4	0,39	ДА

F_x – фактор корекције температуре (према Табели 3.4.1.1 Правилника о енергетској ефикасности зграда)

6.2.2 Енергетска својства Модела М2-Б (Базични модел)

За полазну основу формирања Базичног Модела М2-Б послужио је Иницијални Модел М2-И, то јест - модел који је већ у енергетском разреду "С" (и то гледано у односу на вредности енергетских разреда који се односе на постојеће зграде).

Пошто Иницијални Модел М2-И, међутим, не испуњава услов $U \leq U_{max}$ на свим позицијама термичког омотача, било је неопходно управо кренути од тог услова при формирању Базичног Модела М2-Б.

Побољшање термичких карактеристика Модела М2-И да би се добио жељени Модел М2-Б је приказано у Табели 6.5.

Табела 6.5: Начин формирања Базичног Модела М2-Б

Б р	Ознака склопа	Опис склопа	Иницијални Модел М2-И	Начин промене	Базични Модел М2-Б	U	$U \leq U_{\max}$
1	ФЗ1	Спољни зид	EPS 5 cm	+ 5 cm	EPS 10 cm	0,28	ДА
2	РК1	Раван кров изнад грејаног простора	Кам. вуна 5 cm	+ 15 cm	Кам. вуна 20	0,15	ДА
3	КК1	Кос кров изнад грејаног простора	Кам. вуна 10 cm Ваздух 4	+ 14 cm /	Кам. вуна 24 Ваздух 4	0,15	ДА
4	ЕР1	Међуспр. констр. изнад спољног прост.	EPS 5 cm	+ 7 cm	EPS 12 cm	0,2	ДА
5	ПР1	Прозори и балк. врата	$U=2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	замена	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
6	КП1	Кровни прозори	$U=2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	замена	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
7	УВ1	Врата према негрејаном простору	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	/	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
8	УЗ1	Зид према негрејаном степ. простору	EPS 2 cm	+ 4 cm	EPS 6 cm	0,39	ДА
9	ТТ1	Међуспр. констр. испод негр. простора	Стакл. вуна 10 cm	/	Стакл. вуна 10 cm	0,3	ДА
10	МК1	Међусп. констр. изнад негр. простора	EPS 5 cm	+ 3 cm	EPS 8 cm	0,3	ДА
11	ПНТ2	Под на тлу	$\lambda = 0,04$ $d = 5 \text{ cm}$	/	$\lambda = 0,04$ $d = 5 \text{ cm}$	0,3	ДА

Базични Модел М2-Б има следећа енергетска својства:

- $Q_{h, \text{interm}, \text{an}} = 40,16 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- $Q_{h, \text{nd}, \text{rel}} = 66,9 \%$

С Енергетски разред

Из претходне анализе може се извући закључак:

Да би се постигао жељени резултат, тј. формирао Базични Модел М2-Б који задовољава важеће прописе из области ЕЕ зграда, било је довољно једноставно услов $U \leq U_{\max}$ за све позиције термичког омотача (с обзиром да је Иницијални Модел М2-И већ био енергетски разред "С").

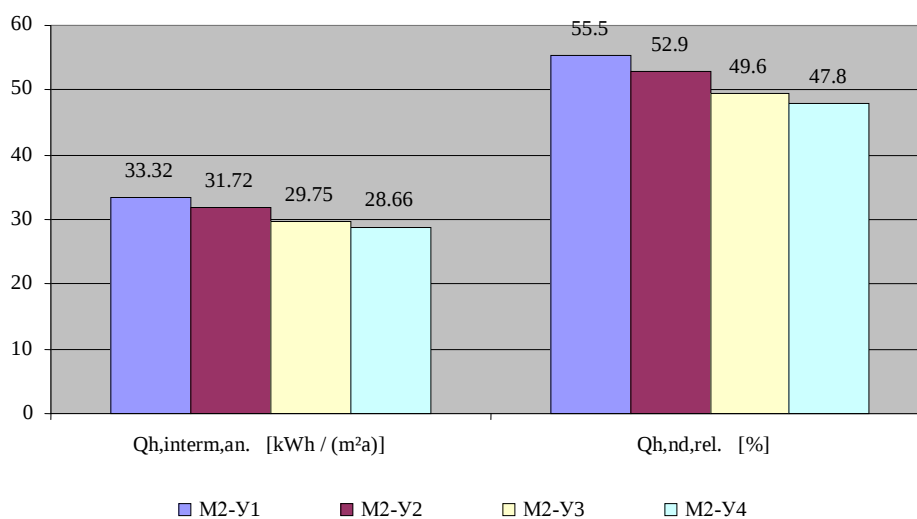
6.2.3 Енергетска својства Модела М2-У у варијантама 1, 2, 3 и 4 (Унапређени модели)

Ради лакшег сагледавања састава позиција термичког омотача, у Прилогу 5 ове дисертације су упоредо приказани склопови Базичног Модела М2-Б и Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4. Унапређени Модел М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4 имају енергетска својства као што је приказано у Табели 6.6 и Графикону 6.2:

Табела 6.6: Упоредни приказ енергетских својстава Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4

ПОКАЗАТЕЉ	М2-У1	М2-У2	М2-У3	М2-У4
Qh,interm,an. [kWh / (m²a)]	33,32	31,72	29,75	28,66
Qh,nd,rel. [%]	55,5	52,9	49,6	47,8
Енергетски разред	C	C	B	B

Графикон 6.2: Упоредни приказ енергетских својстава Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4



Увидом у енергетска својства Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4, може се констатовати да су исти до сада показали најбоље резултате од свих испитиваних модела. Овакав исход је очекиван, с обзиром да је Иницијални Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) имао веома добре енергетске карактеристике и predisпозицију да унапређењем енергетских перформанси термичког омотача превазиђе енергетски разред "C". Ово је остварено кроз

материјализацију Модела М2-У3 и М2-У4. Модели М2-У1 и М2-У2 остали су у оквиру енергетског разреда "С" на граници према разреду "В".

6.3 Енергетска својства Модела М3 (крајња позиција у једнотракту)



Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) настао је на основу објекта ЈРС у Нишу има следеће основне карактеристике:

- Корисна грејана површина: 608,82 m²
- Запремина грејаног простора: 1582,16 m³
- Запремина грејаног дела зграде (V): 2214,27 m³
- Површина термичког омотача (A): 1024,68 m²
- Фактор облика (A/ V): 0,46 m⁻¹

6.3.1 Енергетска својства Модела М3-И (Иницијални модел)

У Прилогу 3 дат је преглед материјализације термичког омотача Иницијалног Модела М3-И, по позицијама. Прорачун грађевинске физике за овај модел показао је да све позиције термичког омотача за које се рачуна дифузија водене паре и понашање конструкције у летњем режиму - у том погледу задовољавају. У Табели 6.7 дат је сумарни приказ позиција термичког омотача Модела М3-И из које се види да половина позиција термичког омотача задовољава важеће прописе који се тичу максимално дозвољених вредности коефицијента пролаза топлоте, док друга половина не задовољава.

Модел М3-И има следећа енергетска својства:

- Q_{h,interm, an} = 72,05 kWh/(m²a)
- Q_{h,nd,rel} = 102,9 %

D Енергетски разред

Табела 6.7: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М3-И

Бр.	Ознака склопа	Опис склопа	A [m ²]	F _x	U _{max}	U	U ≤ U _{max}
1	Ф31	Спољни зид	350,39	1	0,4	0,53	НЕ
2	Ф32	Спољни зид	41,71	1	0,4	0,65	НЕ
3	Д31	Дилатациони зид	165,45	0,8	0,5	0,32	ДА
4	Д31	Дилатациони зид	22,15	0,8	0,5	0,63	ДА
5	СК1	Међуспратна конструкција изнад спољног простора	11,85	1	0,3	0,6	НЕ
6	ПР1	Прозори и балконска врата	97,60	1	1,5	1,5	ДА
7	УВ1	Врата према негрејаном простору	27,68	0,5	1,6	1,5	ДА
8	У31	Зид према негрејаном простору	59,85	0,5	0,55	0,62	НЕ
9	У32	Зид према негрејаном простору	25,14	0,5	0,55	0,54	ДА
10	ТТ1	Међуспратна конструкција испод негрејног простора	136,23	0,8	0,4	0,38	ДА
11	МК1	Међуспратна конструкција изнад негрејног простора	65,12	0,5	0,4	0,56	НЕ
12	МК2	Међуспратна конструкција изнад негрејног простора	21,51	0,5	0,4	0,59	НЕ

F_x – фактор корекције температуре (према Табели 3.4.1.1 Правилника о енергетској ефикасности зграда)

6.3.2 Енергетска својства Модела М3-Б (Базични модел)

Први корак ка трансформацији Иницијалног Модела М3-И у Базични Модел М3-Б био је да се позиције термичког омотача (које не задовољавају) унапреде како би испуниле услов $U \leq U_{max}$.

Када је ово урађено, испоставило се, међутим, да то апсолутно није довољно да би Базични Модел М3-Б досегао енергетски разред "C"²²². Са вредностима $Q_{h,interm,an} = 67,21 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ и $Q_{h,nd,rel.} = 112,0 \%$, Модел М3-Б остао је у енергетском разреду "D". Било је потребно додатно смањити енергетске потребе Модела М3-Б за још минимум 12% како би се досегнуо енергетски разред "C".

Побољшање термичких карактеристика Модела М3-Б, у другој итерацији, да би се добио жељени Базични Модел М3-Б је спроведено побољшањем термичких карактеристика термичког омотача како је дато у Табели 6.8.

²²² Овога пута референтне вредности за енергетске разреде су оне за нове зграде

Након друге итерације, коначно Базични Модел МЗ-Б има следећа енергетска својства:

- $Q_{h,interm, an} = 59,87 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- $Q_{h,nd,rel} = 99,8 \%$

С Енергетски разред

Табела 6.8: Начин формирања жељеног Базичног Модела МЗ-Б

Бр	Ознака склопа	Опис склопа	Иницијални Модел МЗ-И	Начин промене	Базични Модел МЗ-Б	U	$U \leq U_{max}$
1	Ф31	Спољни зид	EPS 5 cm	+ 10 cm	EPS 15 cm	0,23	ДА
2	Ф32	Спољни зид	EPS 5 cm	+ 10 cm	EPS 15 cm	0,24	ДА
3	Д31	Дилатациони зид	EPS 10cm	+ 2 cm	EPS 12 cm	0,28	ДА
4	Д32	Дилатациони зид	EPS 10cm	+ 2 cm	EPS 12 cm	0,31	ДА
5	СК1	Међусп. констр. изнад спољног простора	EPS 2 cm Плоче од дрвене вуне 5	+ 8 cm /	EPS 10 cm Плоче од дрвене вуне 5	0,18	ДА
6	ПР1	Прозори и балконска врата	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	замена	$U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$	1	ДА
7	УВ1	Врата према негрејаном простору	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	/	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
8	УЗ1	Зид према негрејаном степенишном простору	EPS 6 cm	+ 2 cm	EPS 8cm	0,4	ДА
9	УЗ2	Зид према негрејаном степенишном простору	EPS 6 cm	+ 2 cm	EPS 8cm	0,39	ДА
10	ТТ1	Међуспратна конструкција испод негрејаног простора	Кам. вуна 8 cm	+ 2 cm	Кам. вуна 10 cm	0,3	ДА
11	МК1	Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора	EPS 2cm Плоче од дрвене вуне 5	+ 6 cm /	EPS 8cm Плоче од дрвене вуне 5	0,3	ДА
12	МК2	Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора	EPS 2cm Плоче од дрвене вуне 5	+ 6 cm /	EPS 8cm Плоче од дрвене вуне 5	0,3	ДА

Као што се може видети, тек након друге итерације, Модел МЗ-Б је успео да испуни и други услов – енергетски разред "С", иако се налази на самој граници према енергетском разреду "D".

Да би се то постигло, на свим позицијама термичког омотача било је потребно знатно повећати дебљину термоизолације.

Уз то, да би Модел МЗ-Б уопште ушао у енергетски разред "С" било је неопходно у знатној мери побољшати термичке карактеристике фасадне столарије (са $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ на $U = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Дрвена столарија застакљена двоструким нискоемисионим стаклом $d=(4+12+4) \text{ mm}$ (са испуном од аргона), морала је дакле, да буде замењена са ПВЦ шестокоморним профилима застакљеним нискоемисионим трослојним стакло пакетом $d=(4+8+4+8+4)$ са испуном од криптона – с обзиром на чињеницу да су највећи трансмисиони губици управо на позицији фасадне столарије.

6.3.3 Енергетска својства Модела МЗ-У у варијантама 1, 2, 3 и 4 (Унапређени модели)

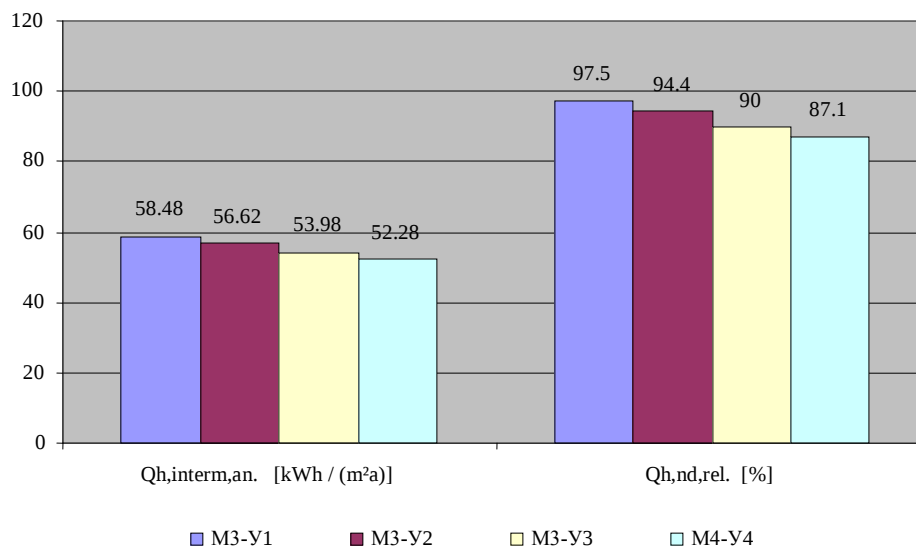
Ради лакшег сагледавања састава (односно материјализације) позиција термичког омотача, у Прилогу 6 ове дисертације упоредо су приказани склопови Базичног Модела МЗ-Б и формираних Модела МЗ-У1, МЗ-У2, МЗ-У3 и МЗ-У4, како би се истакле промене у материјализацији које раздвајају Унапређене моделе од Базичног. У делу табеле који се односи на Унапређене моделе наведени су примењени термоизолациони материјали у одабраним дебљинама слоја.

Унапређени Модел МЗ-У имају следећа енергетска својства, приказана у Табели 6.9 и Графикону 6.3:

Табела 6.9: Упоредни приказ енергетских својстава Модела МЗ-У1, МЗ-У2, МЗ-У3 и МЗ-У4

ПОКАЗАТЕЉ	МЗ-У1	МЗ-У2	МЗ-У3	МЗ-У4
$Q_{h,interm,an.} \text{ [kWh / (m}^2\text{a)]}$	58,48	56,62	53,98	52,28
$Q_{h,nd,rel.} \text{ [%]}$	97,5	94,4	90,0	87,1
Енергетски разред	С	С	С	С

Графикон 6.3: Упоредни приказ енергетских својстава Модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4



Увидом у енергетска својства Модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 може се констатовати да су исти само потврдили енергетски разред "С", што се не може назвати нарочито добрим резултатом, ако се узме у обзир обим интервенције и количина термоизолације која је примењена (поготово на Моделу М3-У4).

6.4 Енергетска својства Модела М4 (средишња позиција у једнотракту)



Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) настао је на основу објекта ЈРС у Нишу има следеће основне карактеристике:

- Корисна грејана површина: 537,52 m²
- Запремина грејаног простора: 1491,16 m³
- Запремина грејаног дела зграде (V): 2082,28 m³
- Површина термичког омотача (A): 990,46 m²
- Фактор облика (A/ V): 0,48 m⁻¹

6.4.1 Енергетска својства Модела М4-И (Иницијални модел)

Термички омотач Модела М4-И је по материјализацији идентичан као и код Модела М3-И, јер је у питању јединствена архитектонско-грађевинска целина (видети Прилог 3).

Коефицијенти пролаза топлоте склопова термичког омотача Модела М4-И су, стога, исти као и оних код Модела М3-И, али са специфичним површинама које су наведене у Табели 6.10.

Прорачун грађевинске физике за Модел М4-И (који је идентичан као и за Модел М3-И) показао је да све позиције термичког омотача за које се рачуна дифузија водене паре и понашање конструкције у летњем режиму - у том погледу задовољавају.

Табела 6.10: Сумарни приказ позиција термичког омотача Иницијалног Модела М3-И

Бр.	Ознака склопа	Опис склопа	A [m ²]	F _x	U _{max}	U	U ≤ U _{max}
1	Ф31	Спољни зид	172,67	1	0,4	0,53	НЕ
2	Ф32	Спољни зид	37,56	1	0,4	0,65	НЕ
3	Д31	Дилатациони зид	330,90	0,8	0,5	0,32	ДА
4	Д31	Дилатациони зид	44,30	0,8	0,5	0,63	ДА
5	СК1	Међуспратна конструкција изнад спољног простора	11,85	1	0,3	0,6	НЕ
6	ПР1	Прозори и балконска врата	70,20	1	1,5	1,5	ДА
7	УВ1	Врата према негрејаном простору	27,68	0,5	1,6	1,5	ДА
8	УЗ1	Зид према негрејаном простору	59,85	0,5	0,55	0,62	НЕ
9	УЗ2	Зид према негрејаном простору	25,14	0,5	0,55	0,54	ДА
10	ТТ1	Међуспратна конструкција испод негрејног простора	127,80	0,8	0,4	0,38	ДА
11	МК1	Међуспратна конструкција изнад негрејног простора	61,00	0,5	0,4	0,56	НЕ
12	МК2	Међуспратна конструкција изнад негрејног простора	21,51	0,5	0,4	0,59	НЕ

F_x – фактор корекције температуре (према Табели 3.4.1.1 Правилника о енергетској ефикасности зграда)

У Табели 6.10 дат је сумарни приказ позиција термичког омотача Модела М4-И из које се види да је и код њега (као и код Модела М3-И) половина позиција термичког омотача задовољила важеће прописе који се тичу максимално дозвољених вредности коефицијента пролаза топлоте, док друга половина није.

Иницијални Модел М4-И има следећа енергетска својства:

- $Q_{h,interm, an} = 70,54 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
- $Q_{h,nd,rel} = 100,8 \%$

D Енергетски разред

6.4.2 Енергетска својства Модела М4-Б (Базични модел)

Након спроведеног првог корака трансформације Иницијалног Модела М4-И у Базични Модел М4-Б, чији је циљ био испуњење услова $U \leq U_{max}$ за све позиције термичког омотача, годишња потребна енергија за грејање износила је $68,75 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, што је значило енергетски разред "D" који је субстандардан за нове објекте. Овакав резултат био је потпуно очекиван, с обзиром на то да су Модел М3 и Модел М4 део јединствене архитектонско-грађевинске целине.

Наредни корак био је да Базични Модел М4-Б добије идентичну материјализацију као и Базични Модел М3-Б који је задовољио постављене критеријуме.

Када је то урађено, крајњи резултат је био да годишња потребна енергија за грејање износи $65,12 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, што је поново значило енергетски разред "D". Разлог овако необичном резултату лежи у чињеници да се Модел М3-Б и М4-Б битно разликују у проценту застакљења фасаде. Наиме, код Модела М3-Б површина прозора и балконских врата износи $24,89 \%$ површине фасаде²²³, док је код Модела М4-Б тај проценат $33,39 \%$ ²²⁴. Опште је познато да су највећи трансмисиони губици управо на транспарентним позицијама термичког омотача, односно кроз прозоре и балконска врата. Коначно побољшање термичких карактеристика Иницијалног Модела М4-И да би се добио Базични Модел М4-Б

²²³ Дакле, фасаде, а не термичког омотача.

²²⁴ Овај статистички подтак се аутоматски генерише у оквиру програма *KnaufTerm 2 Pro*

који испуњава услове ЕЕ зграда је спроведено на начин описан у *Табели 6.11*.
Модел М4-Б тек са оваквом материјализацијом термичког омотача има следећа енергетска својства (која су потребна и довољна):

- $Q_{h,interm, an} = 59,75 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
- $Q_{h,nd,rel} = 99,6 \%$

С Енергетски разред

Табела 6.11: Начин формирања Базичног Модела М4-Б

Бр	Ознака склопа	Опис склопа	Иницијални Модел М4-И	Начин промене	Базични Модел М4-Б	U	$U \leq U_{max}$
1	Ф31	Спољни зид	EPS 5 cm	замена	XPS 15 cm	0,22	ДА
2	Ф32	Спољни зид	EPS 5 cm	замена	XPS 15 cm	0,24	ДА
3	Д31	Дилатациони зид	EPS 10cm	замена	XPS 15 cm	0,22	ДА
4	Д32	Дилатациони зид	EPS 10cm	замена	XPS 15 cm	0,23	ДА
5	СК1	Међуспратна конструкција изнад спољног простора	EPS 2 cm Плоче од дрвене вуне 5	замена /	XPS 15 cm Плоче од дрвене вуне 5	0,19	ДА
6	ПР1	Прозори и балконска врата	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	замена	$U=1 \text{ W/m}^2\text{K}$	1	ДА
7	УВ1	Врата према негрејаном простору	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	/	$U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,5	ДА
8	У31	Зид према негрејаном степенишном простору	EPS 5 cm	замена	XPS 15 cm	0,23	ДА
9	У32	Зид према негрејаном степенишном простору	EPS 5 cm	замена	XPS 15 cm	0,22	ДА
10	ТТ1	Међусп. констр. испод негрејаног простора	Кам. вуна 8 cm	замена	XPS 15 cm	0,23	ДА
11	МК1	Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора	EPS 2cm Плоче од дрвене вуне 5	замена	XPS 25 cm	0,14	ДА
12	МК2	Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора	EPS 2cm Плоче од дрвене вуне 5	замена	XPS 25 cm	0,14	ДА

Интересантно је приметити да је било неопходно заменити стиропор (EPS) са стиродуром (XPS), односно материјалом који има боље изолационе карактеристике - на свим позицијама термичког омотача, као и применити фасадну столарију најбољих термичких карактеристика - како би се надоместили губици кроз транспарентне позиције фасаде како би Базични Модел М4-Б (једва) ушао у енергетски разред "С".

Тек када су примењене ове мере и када је Модел М4-Б достигао енергетски разред "С", његове енергетске потребе постале су за нијансу боље него код Модела М3-Б.

6.4.3 Енергетска својства Модела М4-У у варијантама 1 и 2 (Унапређени модели)

Ради лакшег сагледавања састава позиција термичког омотача, у Прилогу 7 ове дисертације су упоредо приказани склопови Базичног Модела М4-Б и Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2. У наставку следи објашњење због чега нису формиран Унапређени Модел М4-У3 и М4-У4.

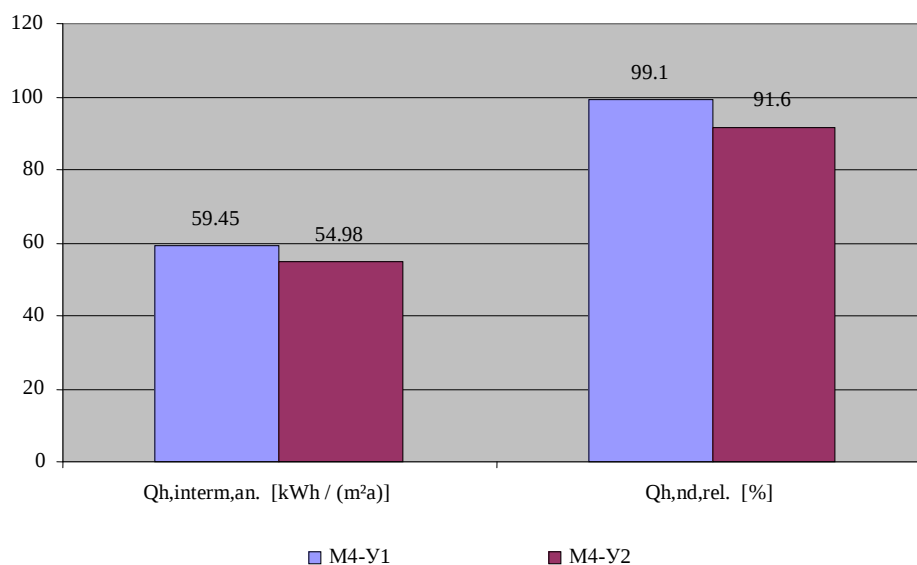
С обзиром на чињеницу да је код Базичног Модела М4-Б било потребно применити значајне дебљине термоизолације да би се уопште постигао енергетски разред "С", за Унапређене моделе није одабране су две варијанте додатног унапређења енергетских карактеристика. Због тога овде говоримо само о варијантама У1 и У2 (односно о Моделима М4-У1 и М4-У2). У делу Прилога 7 који се односи на Унапређене моделе наведени су примењени термоизолациони материјали у одабраним дебљинама слоја.

Унапређени Модел М4-У1 и М4-У2 имају енергетска својства као што је приказано у Табели 6.12 и Графикону 6.4:

Табела 6.12: Упоредни приказ енергетских својстава Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2

ПОКАЗАТЕЉ	М4-У1	М4-У2
$Q_{h,interm,an.} \text{ [kWh / (m}^2\text{a)]}$	59,45	54,98
$Q_{h,nd,rel.} \text{ [%]}$	99,1	91,6
Енергетски разред	С	С

Графикон 6.4: Упоредни приказ енергетских својстава Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2



Увидом у енергетска својства Модела М4-У1 и М4-У2 може се констатовати да су исти такође потврдили енергетски разред "C", али са лошијим резултатом него код Унапређених Модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4, што се не може назвати добрим исходом, ако се узме у обзир обим интервенције и количина термоизолације која је примењена (поготово на Моделу М4-У2).

6.5 Поређење модела материјализације према категорији енергетске ефикасности – потенцијал за смањење енергетских потреба модела

У поглављу које следи биће понаособ посматрани **Модели М1, М2, М3 и М4** тако што ће се извести упоредна анализа сва три њихова нивоа енергетске ефикасности²²⁵. Аспект од интереса за ову анализу биће промена енергетских својстава Модела у зависности од енергетског нивоа.

Без обзира што су референтне вредности за одређивање енергетског разреда различите за Иницијалне моделе у односу на Базичне и Унапређене моделе, енергетска својства Иницијалних модела такође су исказана у конкретним физичким величинама које су међусобно упоредиве. Упоређење Иницијалних модела са осталим моделима има за циљ да представи постојеће објекте ЈРС у Србији са аспекта енергетске ефикасности спрам енергетске ефикасности могућих будућих објеката ЈРС.

У овом поглављу неће фигурирати показатељ $Q_{h,nd,rel.}$, већ $Q_{h,interm,an.}$ као конкретна, упоредива физичка величина.

²²⁵ Мисли се на Иницијалне, Базичне и Унапређене моделе који су до сада анализирани.

6.5.1 Модел М1 (објекат до 2 спрата) – Упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела

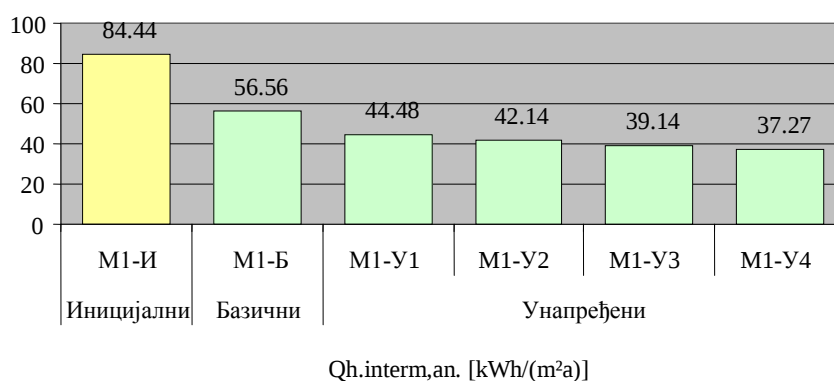


У Табели 6.13 и Графикону 6.5 дат је упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М1 (објекат до 2 спрата).

Табела 6.13: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М1 (објекат до 2 спрата)

Модел М1 (објекат до 2 спрата)		Qh.interm,an. [kWh/(m²a)]	Енергетски разред
Иницијални	М1-И	84,44	D
Базични	М1-Б	56,56	C
Унапређени	М1-У1	44,48	C
	М1-У2	42,14	C
	М1-У3	39,14	C
	М1-У4	37,27	C

Графикон 6.5: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М1 (објекат до 2 спрата)



Како се може видети из Табеле 6.13 и Графикана 6.5, Базични Модел М1-Б је не само обезбедио енергетски разред "C", већ је смањио енергетске потребе

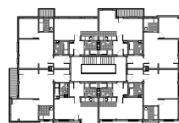
Иницијалног Модела М1-И (то јест постојећег објекта) за трећину – тачније 33,0%.

Разлика између енергетских потреба Базичног Модел М1-Б у односу на енергетске потребе Унапређених Модела М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4 креће се у интервалу од 12,08 kWh/(m²a) до 19,29 kWh/(m²a), што представља додатно умањење енергетских потреба у односу на Базични Модел М1-Б за 21,4% - 34,1%.

Унапређени Модела М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4 међусобно се разликују по енергетским потребама за 2,4 kWh/(m²a) у просеку, што је релативно гледано – најмањи учинак у енергетској ефикасности између варијанти.

Када се упореди Иницијални Модел М1-И са Унапређеним Моделом М1-У4 (који представља максимални рационални ниво енергетске ефикасности која се може постићи архитектонско-грађевинским мерама на Моделу М1) – може се закључити да је на овај начин остварено умањење енергетских потреба за читавих 55,9%.

6.5.2 Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – Упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела

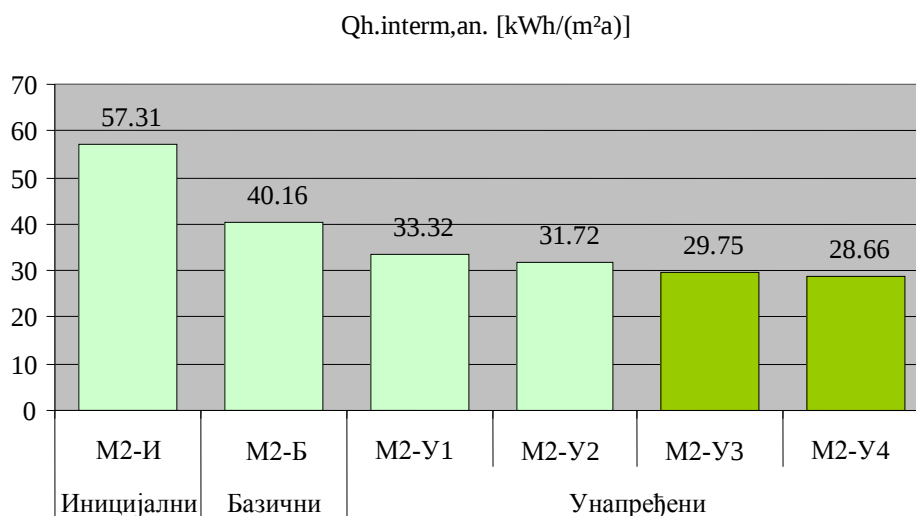


У Табели 6.14 и Графикону 6.6 дат је упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М2 (објекат од 2 до 4 спрата).

Табела 6.14: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М2 (објекат од 2 до 4 спрата)

Модел М2 (објекат од 2 до 4 спрата)		Qh.interm,an. [kWh/(m ² a)]	Енергетски разред
Иницијални	М2-И	57,31	С
Базични	М2-Б	40,16	С
Унапређени	М2-У1	33,32	С
	М2-У2	31,72	С
	М2-У3	29,75	В
	М2-У4	28,66	В

Графикон 6.6: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М2 (објекат од 2 до 4 спрата)



Како се може видети из Табеле 6.14 и Графикона 6.6, Базични Модел М2-Б је смањио енергетске потребе за 29,9% у односу на Иницијални Модел М2-И (који је већ испуњавао захтеве за енергетски разред "C"). Овај резултат, иако нешто слабији, је у рангу перформанси Модела М1.

Разлика између енергетских потреба Базичног Модела М2-Б у односу на енергетске потребе Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4 креће се у интервалу од 6,84 kWh/(m²a) до 11,5 kWh/(m²a), што представља додатно умањење енергетских потреба у односу на Базични Модел М2-Б за 17% - 28,6%. Поређења ради, овај интервал код Модела М1 износио је 21,4% - 34,1%.

Унапређени Модел М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4 међусобно се разликују по енергетским потребама за 1,55 kWh/(m²a) у просеку, што је, иако номинално мали напредак у енергетској ефикасности између варијанти, *de facto* омогућило да Унапређени Модел М2-У3 и М2-У4 достигну енергетски разред "B".

Када се упореди Иницијални Модел М2-И са Унапређеним Моделом М2-У4 (који представља максимални рационални ниво увећања енергетске ефикасности која се може постићи архитектонско-грађевинским мерама на Моделу М2) – може се закључити да је на овај начин остварено умањење енергетских потреба за читавих 50% - што је одличан резултат, али ипак за нијансу мањи у односу на перформансе Модела М1.

6.5.3 Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) – Упоредна анализа

Иницијалног, Базичног и Унапређених модела

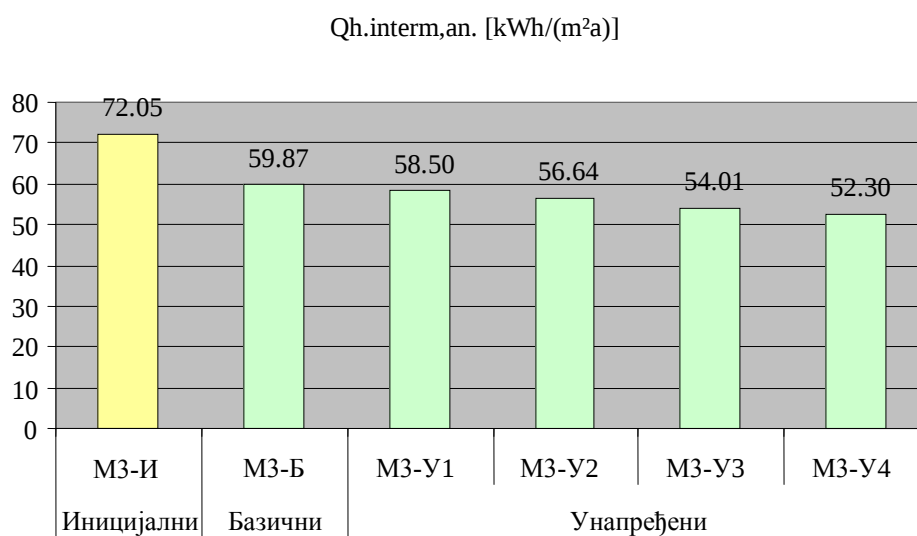


У Табели 6.15 и Графикону 6.7 дат је упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М3 (крајња позиција у једнотракту).

Табела 6.15: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М3 (крајња позиција у једнотракту)

Модел М3 (крајња позиција у једнотракту)		Qh.interm,an. [kWh/(m²a)]	Енергетски разред
Иницијални	М3-И	72,05	D
Базични	М3-Б	59,87	C
Унапређени	М3-У1	58,50	C
	М3-У2	56,64	C
	М3-У3	54,01	C
	М3-У4	52,30	C

Графикон 6.7: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М3 (крајња позиција у једнотракту)



Како се може видети из *Табеле 6.15* и *Графикана 6.7*, за Базични Модел М3-Б постигнут је енергетски разред "С", и смањење енергетских потреба Иницијалног Модела М3-И (то јест постојећег објекта) за 16,9%. Овај резултат је слаб, ако се узме у обзир да је код Модела М1 проценат умањења енергетских потреба био готово двоструко већи.

Разлика између енергетских потреба Базичног Модела М3-Б и Унапређених Модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 креће се у интервалу од 1,37 kWh/(m²a) до 7,57 kWh/(m²a), што представља додатно умањење енергетских потреба у односу на Базични Модел М3-Б за скромних 2,3% - 12,7%. Поређења ради, овај интервал код Модела М1 износио је 21,4% - 34,1%.

Варијације унутар Унапређених Модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 међусобно се разликују по енергетским потребама за 2,1 kWh/(m²a) у просеку, што је мали напредак у енергетској ефикасности између варијанти.

Када се упореди Иницијални Модел М3-И са Унапређеним Моделом М3-У4 (који представља максимални рационални ниво унапређења енергетске ефикасности која се може постићи архитектонско-грађевинским мерама на Моделу М3) – може се закључити да је на овај начин остварено умањење енергетских потреба за 27,4% - што је половичан учинак у односу на перформансе Модела М1.

6.5.4 Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) – Упоредна анализа

Иницијалног, Базичног и Унапређених модела

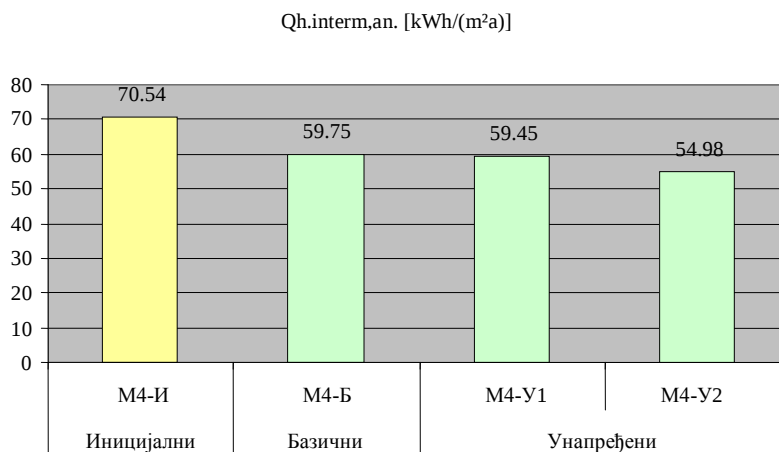


У Табели 6.16 и Графикону 6.8 дат је упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М4 (средишња позиција у једнотракту).

Табела 6.16: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М4 (средишња позиција у једнотракту)

Модел М4 (средишња позиција у једнотракту)		Qh.interm,an. [kWh/(m²a)]	Енергетски разред
Иницијални	М4-И	70,54	D
Базични	М4-Б	59,75	C
Унапређени	М4-У1	59,45	C
	М4-У2	54,98	C

Графикон 6.8: Упоредни приказ годишње потребне енергије за грејање за сва три нивоа енергетске ефикасности Модела М4 (средишња позиција у једнотракту)



Како се може видети из Табеле 6.16 и Графикана 6.8, за Базични Модел М4-Б постигнут енергетски разред "C", и смањење енергетских потреба Иницијалног Модела М4-И (то јест постојећег објекта) за 15,3%. Овај резултат је приближан оном код Модела М3, што је било и очекивано, с обзиром да су Модел М3 и Модел М4 део исте архитектонско грађевинске целине.

Разлика између енергетских потреба Базичног Модела М4-Б у односу на енергетске потребе Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2 износи 0,3 kWh/(m²a) и 4,77 kWh/(m²a), што представља додатно умањење енергетских потреба у односу на Базични Модел М4-Б за скромних 0,5% и 8%.

Унапређени Модел М4-У1 и М4-У2 међусобно се разликују по енергетским потребама за 4,47 kWh/(m²a), што је релативно мали напредак у унапређењу енергетске ефикасности.

Када се упореди Иницијални Модел М4-И са Унапређеним Моделом М4-У2 (који представља максимално могућу енергетску ефикасност која се може постићи архитектонско-грађевинским мерама на Моделу М4) – може се закључити да је на овај начин остварено умањење енергетских потреба за 22,1%.

6.5.5 Рангирање Модела материјализације према потенцијалу за смањење енергетских потреба

Након претходне анализе могуће је рангирати Моделе материјализације објеката ЈРС у Србији према потенцијалу за смањење енергетских потреба путем архитектонско-грађевинских мера. Процене који се наводе у овом поглављу показују остварени проценат смањења енергетских потреба за грејање за најповољнији Унапређени модел у односу на Иницијални модел - исказано појединачно за Моделе М1, М2, М3 и М4. Ранг листа, почев од модела који има највећи потенцијал за унапређење енергетске ефикасности је следећа:

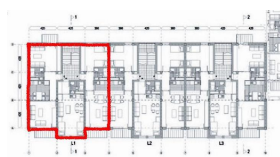
1. **Модел М1 (објекат до 2 спрата) – 55,9% мање енергетске потребе** Унапређеног Модела М1-У4 у односу на Иницијални Модел М1-И



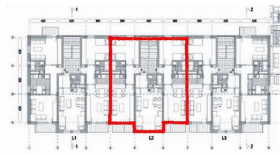
2. **Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – 50,0% мање енергетске** потребе Унапређеног Модела М2-У4 у односу на Иницијални Модел М2-И



3. **Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) – 27,4% мање енергетске** потребе Унапређеног Модела М3-У4 у односу на Иницијални Модел М3-И



4. **Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) – 22,1% мање енергетске** потребе Унапређеног Модела М4-У2 у односу на Иницијални Модел М4-И



Ова ранг листа заправо представља критику досадашње пројектантске праксе када су у питању објекти ЈРС, и даје преглед могућности пројектантског унапређења енергетских перформанси термичког омотача и укупне енергетске ефикасности сваког од модела.

Уколико се Иницијални модели окарактеришу као неприхватљив образац материјализације термичког омотача будућих објеката ЈРС, онда би Базични модели постали референтни, па би ранг листа Модела материјализације (који ће представљати пројектантски оквир за будуће објекте ЈРС) изгледала овако:

1. **Модел М1 (објекат до 2 спрата) – 34,1 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М1-У4 у односу на Базични Модел М1-Б
2. **Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – 28,6 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М2-У4 у односу на Базични Модел М2-Б
3. **Модел М3 (крајња позиција у једнораку) – 12,7 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М3-У4 у односу на Базични Модел М3-Б
4. **Модел М4 (средишња позиција у једнотраку) – 8,0 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М4-У2 у односу на Базични Модел М4-Б

Када се посматра само разлика између варијанти Унапређених модела, добија се следећа ранг листа:

1. **Модел М1 (објекат до 2 спрата) – 16,8 %** мање енергетске потребе Модела М1-У4 у односу на Модел М1-У1
2. **Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – 14,0 %** мање енергетске потребе Модела М2-У4 у односу на Модел М2-У1
3. **Модел М3 (крајња позиција у једнораку) – 10,6 %** мање енергетске потребе Модела М3-У4 у односу на Модел М3-У1
4. **Модел М4 (средишња позиција у једнотраку) – 7,5 %** мање енергетске потребе Модела М4-У2 у односу на Модел М4-У1

На основу наведених ранг листа може се дакле закључити да дају исти редослед модела, без обзира на посматрани ниво енергетске ефикасности.

6.6 Опште карактеристике, специфичности и ограничења посматраних модела – критика, дискусија, сумирање резултата

У поглављу које следи биће приказане опште карактеристике, специфичности и ограничења посматраних модела - за сваки ниво енергетске ефикасности (односно за Иницијалне, Базичне и Унапређене моделе).

6.6.1 Опште карактеристике, специфичности и ограничења Иницијалних Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И– критика, дискусија, сумирање резултата

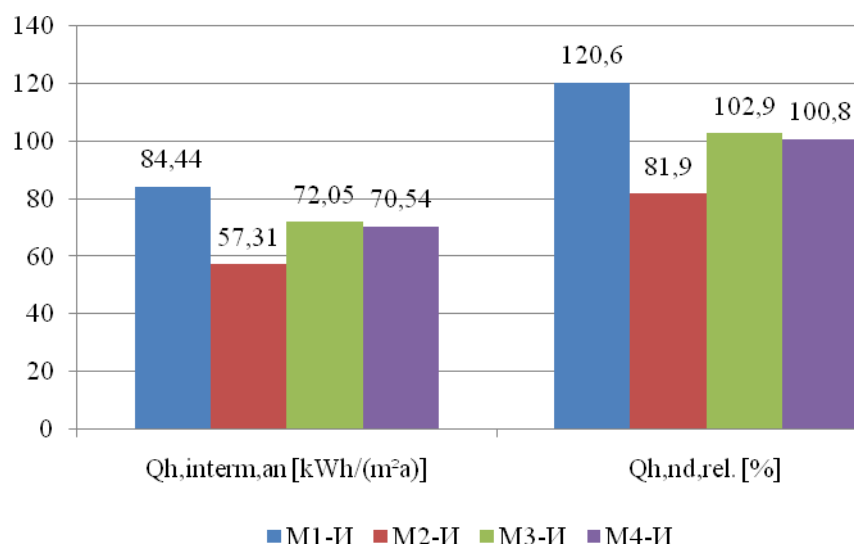
Модел М1-И, М2-И, М3-И и М4-И су заправо постојећи објекти ЈРС у Чачку, Старој Пазови и Нишу, одабрани као егземпларни представници целокупног тренутно постојећег стамбеног фонда ЈРС у Србији.

У смислу квалитета материјализације термичког омотача и архитектонско-грађевинских карактеристика, ови објекти су типични представници не само објеката ЈРС већ и стамбене зградње у Србији, шире гледано. Пројектовани и изграђени непосредно пре него што су усвојени актуелни прописи о енергетској ефикасности зграда у Србији, ови објекти пружају и шири увид у енергетска својства стамбених објеката овог типа, без обзира да ли се користе за ЈРС. Циљ утврђивања њихових енергетских својстава био је да се одреди њихов актуелни енергетски разред и да се на основу тога извуку адекватне поуке о којима ће бити речи у овом одељку. У Табели 6.17 и Графикону 6.9 дат је упоредни приказ израчунатих енергетских својстава Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И.

Табела 6.17: Енергетска својства Иницијалних Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И

Модел	$Q_{h,interm,an}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{h,nd,rel.}$ [%]	Фактор облика [m ⁻¹]	Енергетски разред
М1-И	84,44	120,6	0,68	D
М2-И	57,31	81,9	0,41	C
М3-И	72,05	102,9	0,46	D
М4-И	70,54	100,8	0,48	D

Графикон 6.9: Енергетска својства Иницијалних Модела М1-И, М2-И, М3-И и М4-И



6.6.1.1 Иницијални Модел М1-И

Са енергетским захтевом²²⁶ од 84,44 kWh/(m²a) (само једна од девет позиција термичког омотача испуњава услов $U \leq U_{\max}$) – Иницијални Модел М1-И је у средњој трећини интервала енергетског разреда "D", што га у смислу енергетске ефикасности чини субстандардним у односу на тражени енергетски разред "C". Када се посматра релативна вредност годишње потрошње финалне енергије за грејање (Qh,nd,rel. изражена у %) (Табела 6.17) види се да Иницијални Модел М1-И годишње троши 20,6% више енергије од онога што представља тренутно важећи максимум допуштених енергетских захтева.

6.6.1.2 Иницијални Модел М2-И

Колико год је енергетско преимућство средишње позиције у једнотракту (у односу на крајњу позицију у једнотракту) логично и предвидиво, толико енергетска својства Иницијалног Модела М2-И представљају позитивно изненађење и непредвидљив резултат.

²²⁶ Који се у Србији тренутно односе на специфичну годишњу потребну енергију за грејање.

Наиме, иако чак осам од једанаест позиција термичког омотача нису испуниле услов $U \leq U_{\max}$ (укључујући ту и оне позиције преко којих се остварују највећи трансмисиони губици), а квалитет материјализације термичког омотача се у глобалу није битно разликовао од оног код осталих Иницијалних модела, Иницијални Модел М2-И је испунио услов за енергетски разред "С".

Разлог за овакав резултат је, очигледно, повољан фактор облика, који је најбољи у односу на факторе облика осталих модела – иако сам Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) због постојања еркера представља атипичан компактан објекат.

Када се посматра релативна вредност годишње потрошње финалне енергије за грејање ($Q_{h,nd,rel.}$) види се да Иницијални Модел М2-И годишње троши 18,1% (Табела 6.17) мање енергије од онога што представља тренутно важећи максимум допуштених енергетских захтева за енергетски разред "С".

Анализирани Моделу могу се посматрати и као критика SIRP програма са аспекта енергетских квалитета самих објеката ЈРС. Иако је SIRP програм био финансијски потпомогнут од стране Владе Италије, очигледно је да енергетска ефикасност објеката ЈРС (на којој се тако много инсистира у ЕУ) није била ни услов ни критеријум за пројектовање и градњу истих у Србији.

На основу претходне упоредне анализе може се недвосмислено закључити да, од ова четири модела, Иницијални Модел М2-И (објекат величине од 2 до 4 спрата) показује најбоља енергетска својства, док је Иницијални Модел М1-И (објекат до 2 спрата) у том смислу најнеповољнији. Иницијални Моделу М3-И и М4-И по својим енергетским карактеристикама заузимају средишњу позицију. Моделу материјализације представљени Иницијалним моделу, дакле, имају енергетске захтеве који се крећу у распону $81,9\% \leq Q_{h,nd,rel.} \leq 120,6\%$, то јест у енергетским разредима "D" и "С".

6.6.1.3 Иницијални Моделу М3-И и М4-И

Будући да Модел М3-И и Модел М4-И заједно чине јединствену архитектонско-грађевинску целину (са идентичном материјализацијом термичког омотача), неопходно је упоредити њихове енергетске карактеристике, како бисмо

видели како положај унутар ламеле утиче на енергетска својства сваког од ових модела.

Оба модела, дакле, сврстала су се у енергетски разред "D", али оно што се одмах види је да је Иницијални Модел М4-И остварио мање енергетске захтеве од Иницијалног Модела М3-И и то за 2,1% ²²⁷, што потврђује да је средишња позиција у ламели енергетски повољнија од крајње.

Други закључак који се може извести на основу утврђених енергетских карактеристика ових модела је да су они врло близу границе енергетског разреда "C", што поготово важи за Иницијални Модел М4-И (Табела 6.17). У овом случају, уочено је да је половина позиција термичког омотача објекта тако материјализована да испуњава услов $U \leq U_{\max}$.

6.6.2 Опште карактеристике, специфичности и ограничења Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б– критика, дискусија, сумирање резултата

Базични Модел М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б представљају материјализацију термичког омотача која испуњава минимуме услова: $U \leq U_{\max}$ и енергетски разред "C". На тај начин ће убудуће морати да се пројектују нови објекти ЈРС у Србији, како би уопште добили употребну дозволу²²⁸.

Када се упореде Базични Модел М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б (нови објекти – будућа пројектантска пракса) са Иницијалним Моделима М1-И, М2-И, М3-И и М4-И (постојећи објекти – досадашња пројектантска пракса) види се да је потребно не само знатно повећање дебљине слоја термоизолације, већ и знатно побољшање термичких квалитета фасадне столарије и унутрашње столарије која је део термичког омотача, као и (у случају Базичног Модела М4-Б) замене једног термоизолационог материјала другим, бољих термичких карактеристика.

Важан закључак који се може извући из анализе поступка формирања Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б је да није увек довољно само задовољити услов ($U \leq U_{\max}$) на свим позицијама термичког омотача да би модел ушао у енергетски разред "C". То је било могуће у случају Базичног Модела М1-Б

²²⁷ Графикон 6.9

²²⁸ Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда (Сл.гласник РС, бр.69/2012), чланови 10 и 11

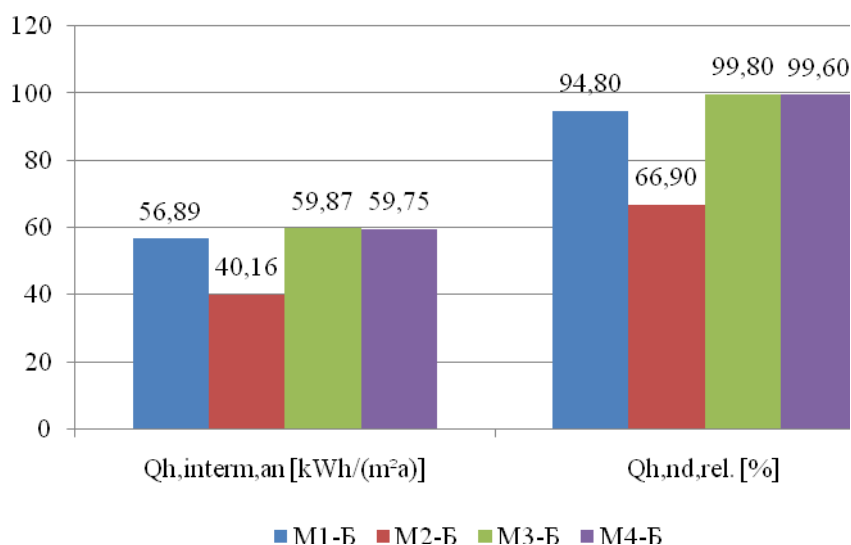
и М2-Б, али немогуће у случају Базичних Модела М3-Б и М4-Б. Исто тако, проценат заступљености прозора и балконских врата у оквиру фасаде игра битну улогу у енергетским потребама зграде (као што је то био случај када се упореде Базични Модел М3-Б и М4-Б). Испоставило се да је неопходно да различити делови јединственог стамбеног једнотракта буду различито материјализовани (у зависности од позиције у оквиру ламеле) како би испунили важеће домаће прописе из домена ЕЕ зграда, што је новина у односу на досадашњу пројектантску праксу у Србији.

У Табели 6.18 и Графикону 6.10 дат је упоредни приказ енергетских својстава Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б, из којег се види да су Базични Модел М3-Б и М4-Б (који су део јединствене архитектонско-грађевинске целине) на самој граници максимално дозвољених енергетских потреба у оквиру енергетског разреда "С".

Табела 6.18: Енергетска својства Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б

Модел	$Q_{h,interm,an}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{h,nd,rel.}$ [%]	Ако је $U \leq U_{max} \Rightarrow$ "С"	Енергетски разред
М1-Б	56,89	94,8	ДА	С
М2-Б	40,16	66,9	ДА	С
М3-Б	59,87	99,8	НЕ	С
М4-Б	59,75	99,6	НЕ	С

Графикон 6.10: Енергетска својства Базичних Модела М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б



Када је реч о моделима који испуњавају важеће енергетске стандарде, може се извести следећа ранг листа (почев од најефикаснијег до најмање ефикасног Базичног модела):

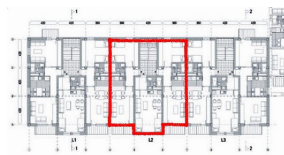
1. Модел М2-Б (објекат величине од 2 до 4 спрата)



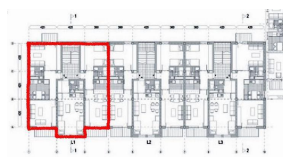
2. Модел М1-Б (објекат до 2 спрата)



3. Модел М4-Б (средишња позиција у једнотракту)



4. Модел М3-Б (крајња позиција у једнотракту)



Уколико би се Базични модели рангирани према критеријуму једноставности достизања енергетског разреда "С" (почев од најједноставнијег до најкомпликованијег), редослед би био другачији:

1. **Модел М2-Б (објекат величине од 2 до 4 спрата) и Модел М1-Б (објекат до 2 спрата)** – Да би се постигао енергетски разред "С" било је довољно да се испуни услов $U \leq U_{\max}$ на свим позицијама термичког омотача

2. **Модел М3-Б (крајња позиција у једнотракту)** – испуњен услов $U \leq U_{\max}$ на свим позицијама термичког омотача (на нивоу минимума) није био довољан да модел постигне енергетски разред "С". Да би се то остварило, било је потребно да коефицијент пролаза топлоте (U) на свим позицијама термичког омотача буде знатно мањи од $U_{\max}$.
3. **Модел М4-Б (средишња позиција у једнотракту)** – испуњен услов $U \leq U_{\max}$ на свим позицијама термичког омотача (на нивоу минимума) није био довољан да модел постигне енергетски разред "С". Да би се то остварило, било је не само потребно да коефицијент пролаза топлоте (U) на свим позицијама термичког омотача буде знатно мањи од $U_{\max}$, већ и да се на појединим позицијама примене изолациони материјали бољих термичких карактеристика (XPS уместо EPS).

6.6.3 Опште карактеристике, специфичности и ограничења Унапређених модела – критика, дискусија, сумирање резултата

Унапређени модели (М1-У1, М1-У2, М1-У3, М1-У4, М2-У1, М2-У2, М2-У3, М2-У4, М3-У1, М3-У2, М3-У3, М3-У4, М4-У1 и М4-У2) представљају истраживачки покушај да се пројектантским мерама (у домену материјализације термичког омотача) Моделима М1, М2, М3 и М4 обезбеди максимално могућа енергетска ефикасност у оквиру ограничења постављених у овој дисертацији²²⁹.

Пошто се ради о теоријским моделима који превазилазе прописана минимална енергетска својства²³⁰, сваки од Модела М1-У, М2-У, М3-У и М4-У дат је у више варијанти материјализације, како би се степеновао ниво интервенције и како би, сходно томе, могла да се прати промена енергетских својстава модела. Због тога је полазна основа за Унапређене моделе била материјализација термичког омотача Базичних модела (то јест енергетских потреба захтеваних Правилником о енергетској ефикасности зграда у Србији).

²²⁹ Видети поглавље 4 ове дисертације.

²³⁰ Минимална енергетска својства (која треба да поседују будући објекти JPC) која су прописана у Србији представљена су, у овој дисертацији, Моделима М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б.

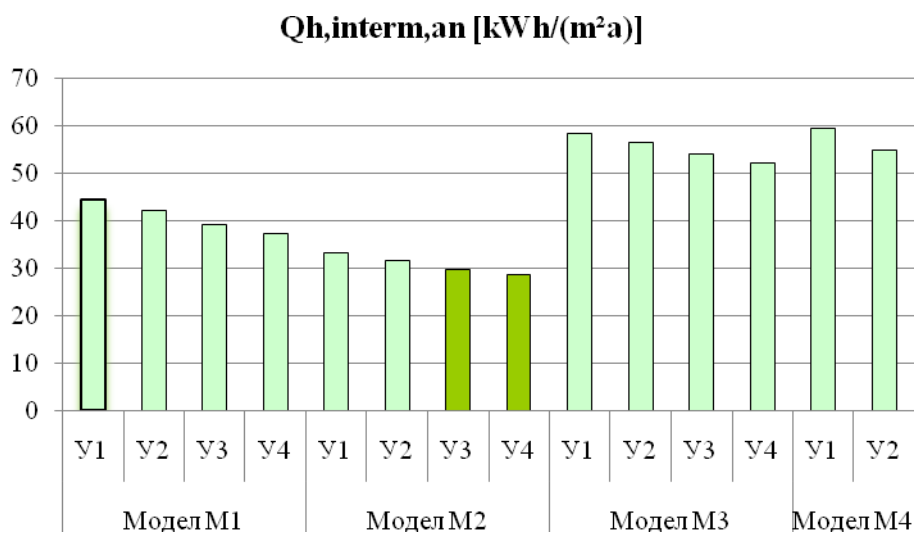
Предузете мере, како се може видети из *Табела и графика*на 6.3.1, 6.9.3, 6.12.4 и 6.6.2 крећу се у оквирима реално очекиваног, за пројектантску и грађевинску праксу и услове у Србији. Сви материјали који су примењени у варијантама Унапређених модела (YTONG, StiroFert) заступљени су на српском тржишту и увелико се користе у домаћој станоградњи. Код сваке наредне варијанте (од У1 до У4) повећавана је дебљина термоизолације (на свим позицијама где је то било могуће), у скоковима који су једноставни за примену у пракси.

У Табели 6.19 и Графикону 6.11 дат је упоредни приказ енергетских својстава Унапређених модела у предложеним варијантама материјализације.

Табела 6.19: Енергетска својства Унапређених модела

Модел	Варијанта	$Q_{h,interm,an}$ [kWh/(m ² a)]	$Q_{h,nd,rel.}$ [%]	Енергетски разред
M1-	Y1	44,48	74,1	C
	Y2	42,14	70,2	C
	Y3	39,14	65,2	C
	Y4	37,27	62,1	C
M2-	Y1	33,32	55,5	C
	Y2	31,72	52,9	C
	Y3	29,75	49,6	B
	Y4	28,66	47,8	B
M3-	Y1	58,48	97,5	C
	Y2	56,62	94,4	C
	Y3	53,98	90,0	C
	Y4	52,28	87,1	C
M4-	Y1	59,45	99,1	C
	Y2	54,98	91,6	C

Графикон 6.11: Енергетска својства Унапређених модела



Енергетски разред "C" – пастелно зелена	
Енергетски разред "B" – зелена	

Оно што се одмах да закључити након увида у енергетска својства Унапређених модела јесте то да само два од укупно четрнаест модела, улазе у енергетски разред "В", док се велика већина Унапређених модела креће у оквиру интервала енергетских потреба који потпадају под енергетски разред "С". Другим речима, у великој већини случајева термичким унапређењима енергетског омотача није било могуће повећати енергетски разред који је већ постигнут Базичним моделима (тј. Моделима М1-Б, М2-Б, М3-Б и М4-Б).

Исто тако, ваља истаћи да је енергетски разред "В" могуће постићи архитектонско-грађевинским мерама искључиво на Моделу М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата), и то само у последње две варијанте које подразумевају знатне дебљине термоизолације. Ово нарочито треба имати на уму уколико се некада у будућности појави амбиција да се пројектује и изгради објекат ЈРС у Србији који треба да буде енергетски разред "В". Очигледно је да то није могуће постићи на овај начин у оквиру Модела М1, М2 или М3.

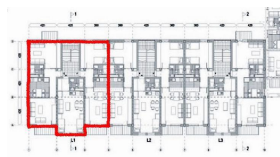
Дакле, када су Унапређени модели у питању, на основу *Табеле 6.19* и *Графикана 6.11*, може се извести следећа ранг листа (почев од енергетски најефикаснијег модела):



1. Модел М2-У4 (објекат величине од 2 до 4 спрата)
2. Модел М2-У3 (објекат величине од 2 до 4 спрата)
3. Модел М2-У2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)
4. Модел М2-У1 (објекат величине од 2 до 4 спрата)

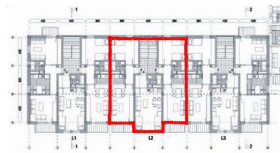


5. Модел М1-У4 (објекат до 2 спрата)
6. Модел М1-У3 (објекат до 2 спрата)
7. Модел М1-У2 (објекат до 2 спрата)
8. Модел М1-У1 (објекат до 2 спрата)

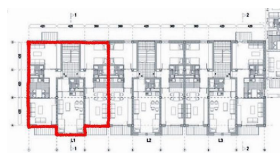


9. Модел М3-У4 (крајња позиција у једнотракту)

10. Модел М3-У3 (крајња позиција у једнотракту)



11. Модел М4-У2 (средишња позиција у једнотракту)



12. Модел М3-У2 (крајња позиција у једнотракту)

13. Модел М3-У1 (крајња позиција у једнотракту)

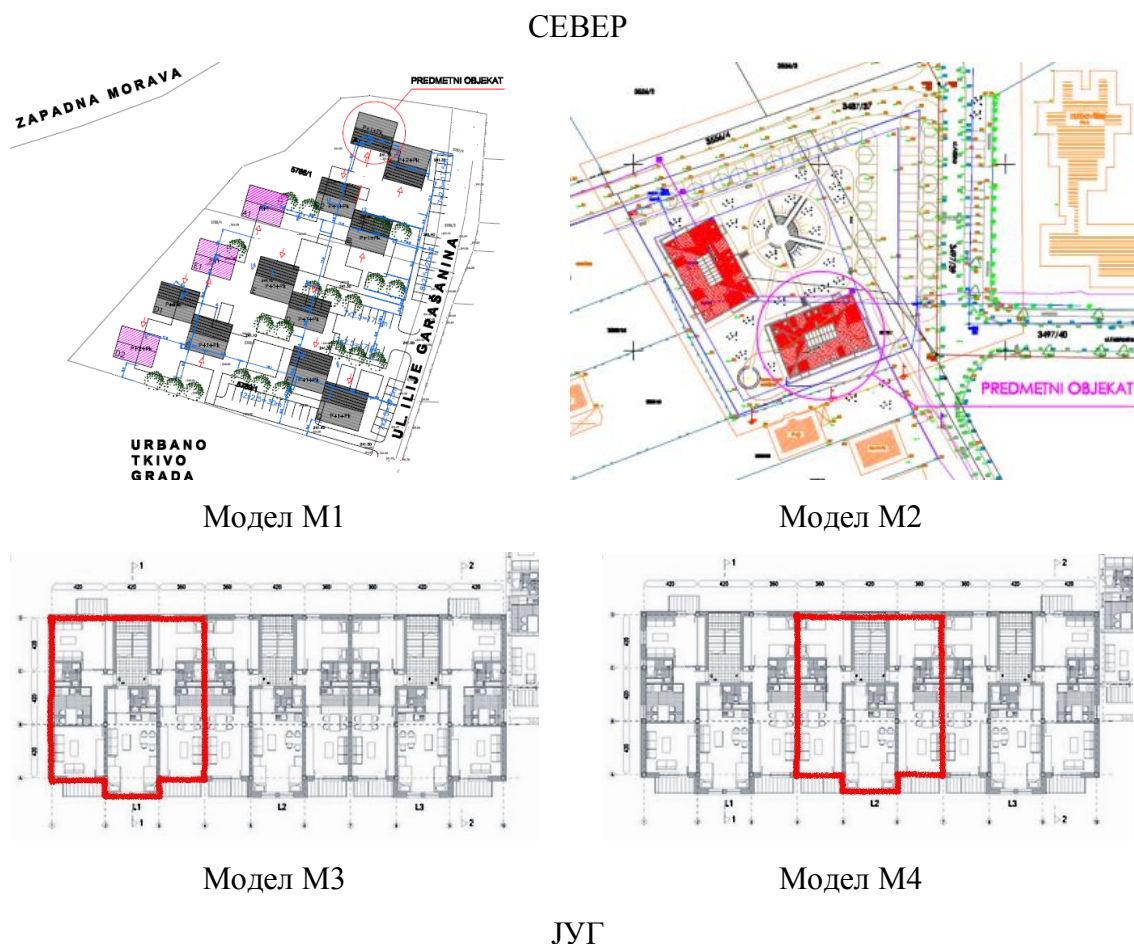


14. Модел М4-У1 (средишња позиција у једнотракту)

6.7 Утицај оријентације модела према странама света на његове енергетске потребе – критика, дискусија и сумирање резултата

Тема овог сегмента истраживања је сагледавање утицаја оријентације модела према странама света на његове енергетске потребе. У овом поглављу биће представљени Базични и Унапређени модели у два случаја оријентације, онако како је то наведено у Поглављу 5.2 ове дисертације. Иницијални модели, представљају стварне објекте који не могу да мењају оријентацију, тако да они у овом случају нису третирани.

Приликом ротирања објекта за $+90^\circ$ (супротно од кретања казаљке на сату) у односу на почетни (иницијални) положај, никакве измене на термичком омотачу нису учињене, нити су мењани остали параметри енергетске ефикасности модела. Идеја је да се енергетске потребе модела утврде за различите оријентације и да се међусобно упореде.



Слика 6.1: Иницијалне оријентације модела

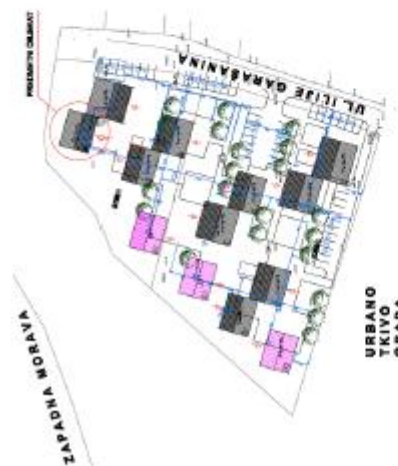
СЕВЕР



Модел M2



Модел M4



Модел M1



Модел M3

ЈУГ

Слика 6.2: Ротација модела за $+90^\circ$ (супротно од кретања казаљке на сату)

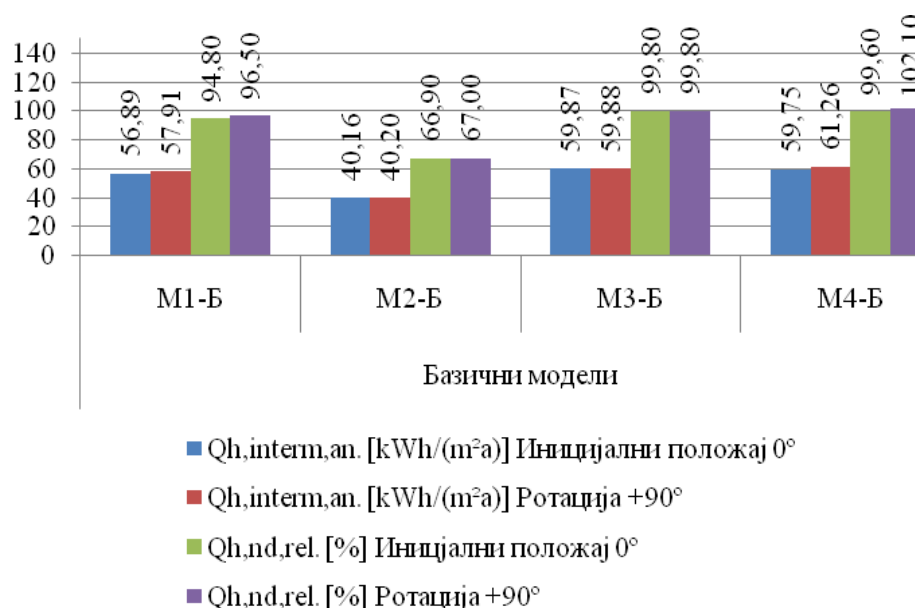
Географске локације испитиваних модела остале су исте (Чачак, Ниш и Стара Пазова). Без обзира на географску позицију модела, однос енергетских потреба једне оријентације према енергетским потребама друге оријентације (за исту географску локацију) остаје исти, тако да овог пута промена саме географске локације модела није од значаја, као ни однос модела и парцеле на којој се налазе.

У наставку овог одељка резултати за сваки од посматраних модела ће бити приказани симултано (и табеларно и путем графика) ради њиховог лакшег сагледавања и интерпретације.

Табела 6.20: Упоредни приказ Базичних модела у 2 варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај)

Оријентација		Qh,interm,an. [kWh/(m ² a)]		Qh,nd,rel. [%]	
		Иницијални положај 0°	Ротација +90°	Иницијални положај 0°	Ротација +90°
Базични модели	М1-Б	56,89	57,91	94,8	96,5
	М2-Б	40,16	40,20	66,9	67,0
	М3-Б	59,87	59,88	99,8	99,8
	М4-Б	59,75	61,26	99,6	102,1

Графикон 6.12: Упоредни приказ Базичних модела у 2 варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај)



У Табели 6.20 и Графикону 6.12 дат је упоредни приказ енергетских својстава Базичних модела у две поменуте варијанте оријентације према странама света из које се може закључити следеће:

- Разлика у енергетским потребама између две варијанте оријентације креће се од занемарљивих 0,01 kWh/(m²a) за Базични Модел М3-Б и 0,04 kWh/(m²a) за Базични Модел М2-Б па до 1,51 kWh/(m²a) који у случају

Базичног Модела М4-Б чини да исти изгуби статус дозвољеног енергетског разреда "С" и уђе у недозвољени енергетски разред "D".

Објашњење за овакав резултат за Базични Модел М4-Б је следеће: Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) има иницијалну оријентацију фасада ка северу и југу, док су дилатације усмерене ка истоку и западу. Ротацијом Базичног Модела М4-Б за $+90^\circ$ (супротно од кретања казаљке на сату), дилатације (које не учествују у соларним добицима) добијају оријентацију ка северу и југу, а фасаде (преко којих се остварују соларни добици) добијају оријентацију исток-запад. Из Табеле 6.9 Правилника о ЕЕ зграда види се да су средње суме сунчевог зрачења за југ и север у збиру веће од збира средњих сума сунчевог зрачења за исток и запад. Отуда је знатно неповољнија оријентација Базичног Модела М4-Б када су фасаде оријентисане према истоку и западу²³¹ него према северу и југу.

С тиме у вези, интересантно је приметити да је најмања разлика у енергетским потребама²³² баш код Базичног Модела М3-Б (крајња позиција у једнотракту) која са Базичним Моделом М4-Б чини архитектонско-грађевинску целину. Ове чињенице треба имати на уму при пројектовању стамбеног једнотракта, као један од кључних критеријума за енергетски ефикасну оријентацију објекта према странама света и енергетски рационално позиционирање објекта на парцели.

- Процентуално гледано, разлике у енергетским потребама Базичних модела крећу се у интервалу 0,00%-2,5% што је, генерално, веома мала разлика која једино код Базичног Модела М4-Б може изазвати промену енергетског разреда, док је код других модела практично безначајна.

У Табели 6.21 и Графикону 6.13 дат је упоредни приказ енергетских потреба Унапређених Модела М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4 (објекат до 2 спрата) у две варијанте оријентације према странама света.

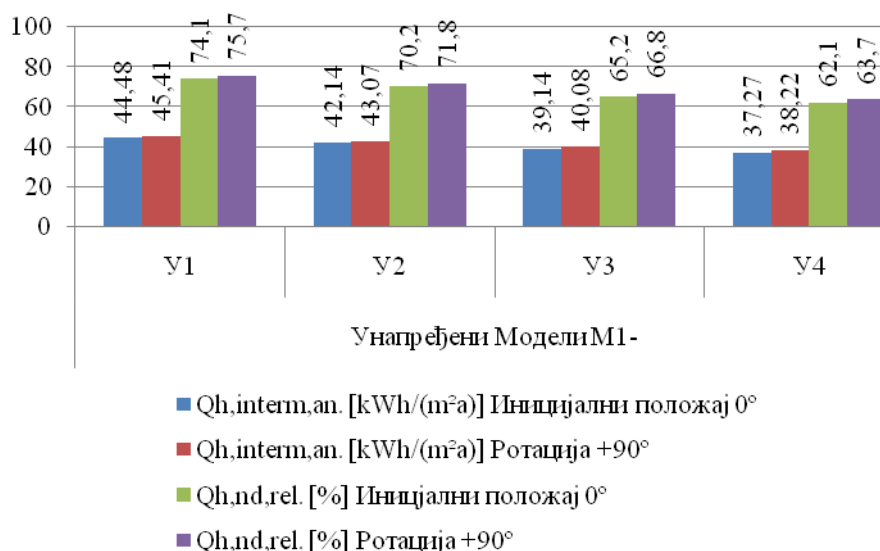
²³¹ Јер су мањи соларни добици (који иначе умањују енергетске потребе објекта).

²³² Свега 0,01 kWh/(m²a)

Табела 6.21: Упоредни приказ Унапређених модела Модела М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4 у две варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај)

		Qh,interm,an. [kWh/(m²a)]		Qh,nd,rel. [%]	
		Иницијални положај 0°	Ротација +90°	Иницијални положај 0°	Ротација +90°
Унапређени Модел М1-	У1	44,48	45,41	74,1	75,7
	У2	42,14	43,07	70,2	71,8
	У3	39,14	40,08	65,2	66,8
	У4	37,27	38,22	62,1	63,7

Графикон 6.13: Упоредни приказ Унапређених модела Модела М1-У1, М1-У2, М1-У3 и М1-У4 у две варијанте оријентације према странама света (иницијални и заротирани положај)



Увидом у резултате из Табеле 6.21 и Графикона 6.13, може се закључити да су међусобне разлике енергетских потреба Унапређених Модела М1 две посматране варијанте оријентације практично исте, без обзира на ниво енергетске ефикасности Унапређеног Модела М1 и износе од 0,93 kWh/(m²a) до 0,95 kWh/(m²a). Процентуално гледано, реч је о 1,6% разлике; што ни на који начин не може ни да угрози ни да значајно унапреди енергетски разред "С" којем припадају ови модели. Ову чињеницу пројектанти у будуће могу искористити да оријентишу и позиционирају будуће објекте ЈРС на парцели онако како им највише одговара

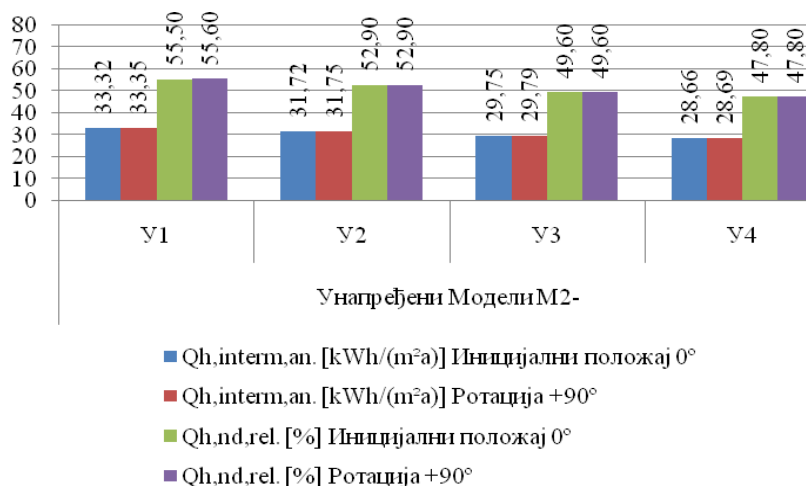
спрам других урбанистичких, саобраћајних и организационих аспеката, без бојазни да ће се то битно одразити на енергетска својства објекта.

У Табели 6.22 и Графикону 6.14 дат је упоредни приказ енергетских потреба Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4 (објекат величине од 2 до 4 спрата) у две варијанте оријентације према странама света.

Табела 6.22: Упоредни приказ Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М3-У3 и М4-У4 (објекат величине од 2 до 4 спрата) у две варијанте оријентације према странама света

		Qh,interm,an. [kWh/(m²a)]		Qh,nd,rel. [%]	
		Оригинални положај 0°	Ротација +90°	Оригинални положај 0°	Ротација +90°
Унапређени Модели М2-	У1	33,32	33,35	55,5	55,6
	У2	31,72	31,75	52,9	52,9
	У3	29,75	29,79	49,6	49,6
	У4	28,66	28,69	47,8	47,8

Графикон 6.14: Упоредни приказ Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М3-У3 и М4-У4 (објекат величине од 2 до 4 спрата) у две варијанте оријентације према странама света

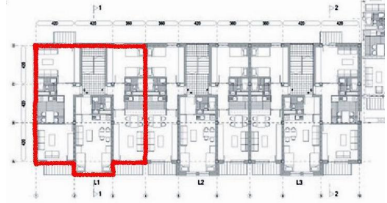


На основу резултата из Табеле 6.22 и Графикана 6.14 може се закључити да положај било ког од Унапређених Модела М2 према странама света практично нема никаквог утицаја на његове енергетске потребе, што је већ утврђено и за

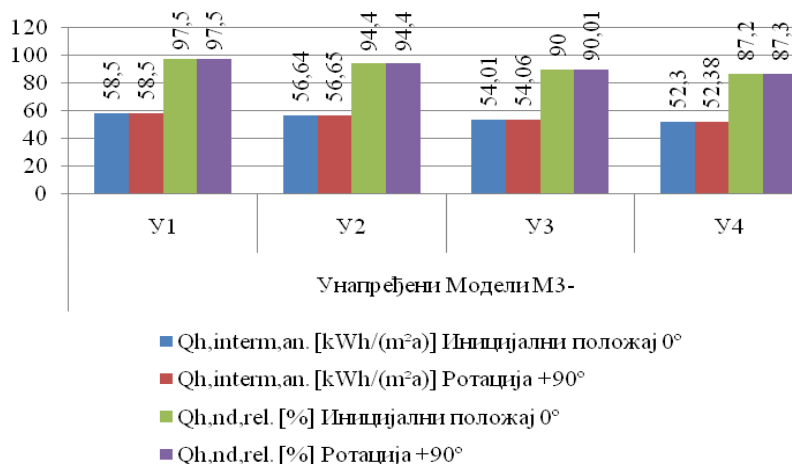
Базични Модел М2-Б. Разлог оваквог резултата лежи у чињеници да објекај ЈРС у Старој Пазови на основу којег је формиран Модел М2 има идентичне наспрамне фасаде, веома морфолошки сличне суседне фасаде, уједначен проценат застакљења фасадних равни и правоугаону основу у размери 1:1,5.

У Табели 6.23 и Графикону 6.15 дат је упоредни приказ енергетских потреба Унапређених модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 (крајња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света.

Табела 6.23: Упоредни приказ Унапређених модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 (крајња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света

		Q_{h,interm,an.} [kWh/(m²a)]		Q_{h,nd,rel.} [%]	
		Иницијални положај 0°	Ротација +90°	Иницијални положај 0°	Ротација +90°
Унапређени Модели М3-	У1	58,50	58,50	97,5	97,5
	У2	56,64	56,65	94,4	94,4
	У3	54,01	54,06	90,0	90,01
	У4	52,30	52,38	87,2	87,3

Графикон 6.15: Упоредни приказ Унапређених модела М3-У1, М3-У2, М3-У3 и М3-У4 (крајња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света



На основу резултата из Табеле 6.23 и Графикана 6.15, одакле се може видети да су разлике у енергетским потребама између два случаја оријентације код свих варијанти Унапређених Модела М3 на нивоу статистичке грешке, може се

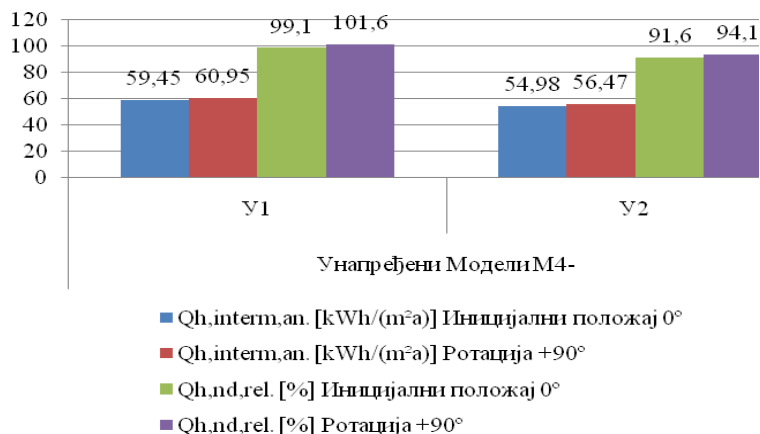
закључити да оријентација ових модела није од пресудног утицаја на њихове енергетске потребе.

У Табели 6.24 и Графикону 6.16 дат је упоредни приказ енергетских потреба Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2 (средишња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света.

Табела 6.24: Упоредни приказ Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2 (средишња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света

		Qh,interm,an. [kWh/(m²a)]		Qh,nd,rel. [%]	
		Иницијални положај 0°	Ротација +90°	Иницијални положај 0°	Ротација +90°
Унапређени Модел М4-	У1	59,45	60,95	99,1	101,6
	У2	54,98	56,47	91,6	94,1

Графикон 6.16: Упоредни приказ Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2 (средишња позиција у једнотракту) у две варијанте оријентације према странама света



Из досадашњег истраживања дошло се до закључка да је Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) осетљивији на промену параметара који утичу на енергетска својства у односу на остале моделе материјализације, у смислу да се често дешава да услед неке промене изгуби минимално дозвољени енергетски разред "С". То се и овога пута потврдило за Унапређени Модел М4-У1 (дакле чак и за Унапређени модел) који је услед промене положаја у односу на стране света

погоршао сопствена енергетска својства за читавих 2,5% што је било довољно да Унапређени Модел М4-У1 пређе у недозвољени енергетски разред "D".

Као што се из овог сегмента истраживања може видети, оријентација модела (односно будућег објекта ЈРС) према странама света у извесној мери заиста утиче на његова енергетска својства.

Код оних модела који су на граници енергетског разреда "C" – тј. код Базичног Модела М4-Б и Унапређеног Модела М4-У1 – оријентација може значити разлику између (допуштеног) енергетског разреда "C" и (недопуштеног) енергетског разреда "D". Код осталих модела, разлика у енергетским потребама између једне и друге оријентације износила је *de facto* занемарљивих 0% - 1,6%. То конкретно значи да приликом пројектантског одабира Базичних и/или Унапређених Модела М1, М2 и М3 за објекте ЈРС у Србији није неопходно водити рачуна о њиховој оријентацији према странама света као мери која битно утиче на њихова енергетска својства.

Модели М3 и М4 (као делови јединствене архитектонско-грађевинске целине) морају се сагледавати упоредо. Из досадашњег истраживања следи да је материјализација Модела М4 та која је меродавна да би се задовољио енергетски разред "C", а да Модел М3 са таквом материјализацијом без проблема испуњава прописане термичке услове. Теоретски посматрано, Модели М3 и М4 могли би се такође посматрати као изоловани случајеви уколико би се (хипотетички) радило о градњи појединачних објеката ЈРС инкорпорираних у неки већ постојећи традиционални градски блок. У том случају би ови модели могли да се посматрају независно један од другог. У сваком случају, Базични Модел М4-Б и Унапређени Модел М4-У1 остају тј који су најпроблематичнији и којма треба пажљиво приступити приликом одређивања материјализације термичког омотача и оријентације према странама света.

6.8 Утицај географске локације у Србији на енергетске потребе модела – анализа, критика, дискусија и сумирање резултата

У овом поглављу биће приказане промене енергетских потреба Базичних и Унапређених модела за (специфичне и међусобно различите) микроклиматске услове у градовима и местима у Србији. Полазни подаци Модела (конкретно $Q_{h,interm,an.}$) који ће бити приказани односе се на иницијалну оријентацију Модела према странама света. Једини параметар који се овог пута мења код посматраних Модела је – локација.

У оквиру софтвера *KnaufTerm 2 Pro* постоје релевантни подаци за 35 географских локација на територији целе Србије тако да ће сваки од Базичних и Унапређених модела биће постављен на сваку од 35 локација, како би се утврдио њен непосредан утицај на енергетска својства модела.

Резултати ће бити представљени табеларно (*Табеле 6.25, 6.26, 6.27, 6.28, 6.29 и 6.30*) и кроз графиконе (*Графикони 6.17, 6.18, 6.19 и 6.20*), за сваки модел посебно, како би сагледавање и интерпретација добијених резултата била лакша. Ради лакшег сагледавања добијених резултата поља у табели у којима су вредности ће бити обојене адекватним бојама у зависности од енергетског разреда, на следећи начин:

Енергетски разред "F" – наранџаста	
Енергетски разред "E" – жуто-наранџаста	
Енергетски разред "D" – пастелно жута	
Енергетски разред "C" – пастелно зелена	
Енергетски разред "B" – зелена	

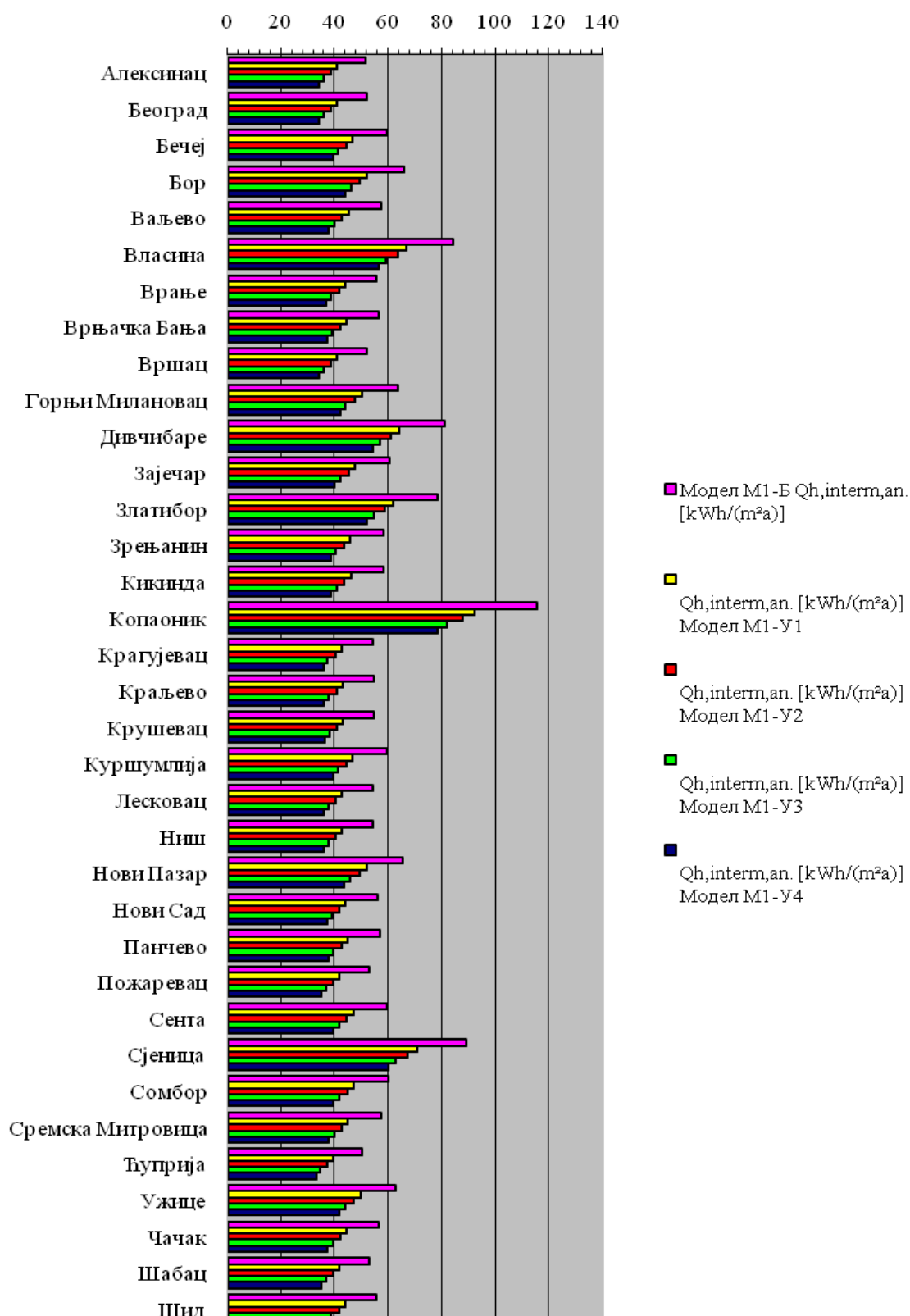
Табела 6.25: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М1 (објекат до 2 спрата)

МОДЕЛ М1 (ОБЈЕКАТ ДО 2 СПРАТА)					Модел М1-Б $Q_{h,interm,an}$	Унапређени Модел М1- $Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]			
	Место у Србији	$\Theta_{H,e}$ [°C]	HDD	HD	[kWh/(m²a)]	У1	У2	У3	У4
1	Алексинач	5,7	2517	176	51,64	40,53	38,39	35,64	33,94
2	Београд	5,6	2520	175	51,98	40,80	38,66	35,90	34,19
3	Бечеј	4,8	2797	184	59,28	46,71	44,31	41,24	39,33
4	Бор	4,5	3100	200	65,93	52,06	49,40	46,00	43,88
5	Ваљево	5,5	2784	192	57,17	44,99	42,63	39,60	37,71
6	Власина	4,3	4044	257	84,14	66,76	63,33	58,95	56,22
7	Врање	5,3	2675	182	55,61	43,74	41,46	38,53	36,72
8	Врњачка Бања	5,7	2784	194	56,35	44,28	41,92	38,91	37,04
9	Вршац	5,8	2556	180	52,01	40,83	38,66	35,88	34,16
10	Горњи Милановац	5,2	3078	208	63,45	50,02	47,40	44,05	41,97
11	Дивчибаре	4,2	3839	243	80,87	64,12	60,84	56,65	54,05
12	Зајечар	5,0	2880	192	60,32	47,53	45,06	41,91	39,95
13	Златибор	4,4	3728	239	78,07	61,85	58,67	54,61	52,08
14	Зрењанин	4,9	2748	182	58,07	45,74	43,38	40,36	38,49
15	Кикинда	4,9	2763	183	58,37	45,97	43,60	40,57	38,69
16	Копачик	2,8	5349	311	115,45	92,15	87,58	81,74	78,10
17	Крагујевац	5,5	2610	180	53,93	42,40	40,18	37,33	35,56
18	Краљево	5,4	2628	180	54,44	42,80	40,56	37,69	35,91
19	Крушевац	5,5	2654	183	54,66	42,96	40,70	37,81	36,01
20	Курумлија	5,4	2892	198	59,30	46,69	44,24	41,09	39,14
21	Лесковац	5,5	2625	181	54,11	42,53	40,29	37,43	35,65
22	Ниш	5,4	2613	179	54,17	42,58	40,35	37,50	35,72
23	Нови Пазар	4,7	3100	203	65,46	51,67	49,01	45,61	43,50
24	Нови Сад	5,2	2679	181	55,94	44,01	41,72	38,79	36,97
25	Панчево	5,1	2712	182	56,84	44,74	42,42	39,45	37,60
26	Пожаревац	5,7	2588	181	52,92	41,56	39,36	36,54	34,79
27	Сента	4,9	2824	187	59,54	46,91	44,49	41,39	39,47
28	Сјеница	3,5	4133	251	89,19	70,85	67,30	62,76	59,94
29	Сомбор	5,0	2850	190	59,74	47,06	44,63	41,51	39,57
30	Сремска Митровица	5,2	2738	185	57,08	44,92	42,58	39,59	37,72
31	Ђуприја	5,4	2380	163	49,95	39,19	37,15	34,53	32,91
32	Ужице	5,0	3015	201	62,82	49,54	46,96	43,67	41,63
33	Чачак	5,5	2755	190	56,56	44,48	42,14	39,14	37,27
34	Шабац	5,7	2588	181	52,92	41,56	39,36	36,54	34,79
35	Шид	5,4	2686	184	55,54	43,68	41,39	38,46	36,63

Легенда:

Енергетски разред "Е" – жуто-наранџаста	
Енергетски разред "Д" – пастелно жута	
Енергетски разред "С" – пастелно зелена	

Графикон 6.17: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за **Базичне и Унапређене Моделе M1**



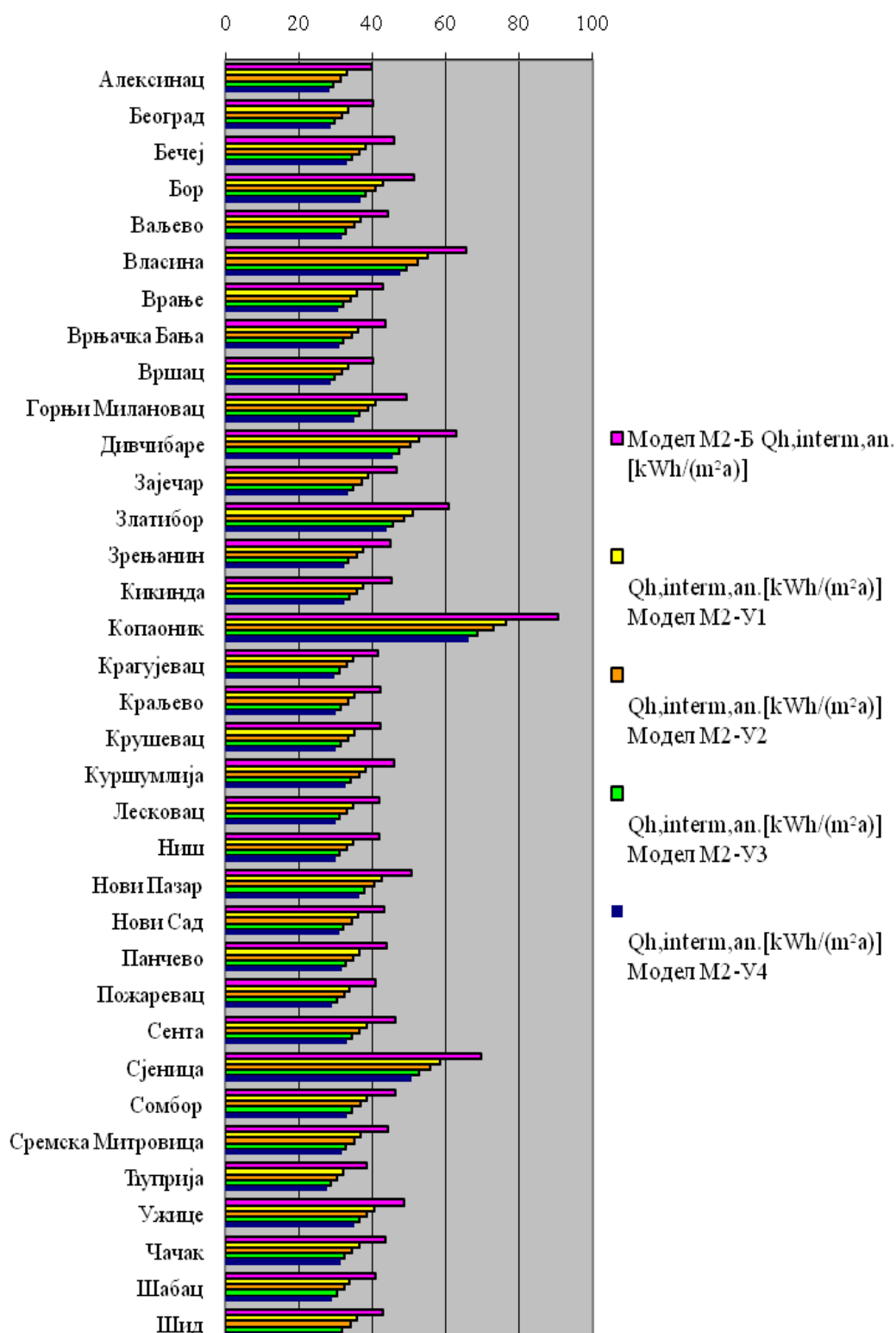
Табела 6.26: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М2.

МОДЕЛ М2 (ОБЈЕКАТ ВЕЛИЧИНЕ ОД 2 ДО 4 СПРАТА)					Модел М2-Б $Q_{h,interm,an}$	Унапређени Модел М2- $Q_{h,interm,an}$ [kWh/(m²a)]			
	Место у Србији	$\Theta_{H,e}$ [°C]	HDD	HD	[kWh/(m²a)]	У1	У2	У3	У4
1	Алексинач	5,7	2517	176	39,88	33,08	31,48	29,52	28,43
2	Београд	5,6	2520	175	40,16	33,32	31,72	29,75	28,66
3	Бечеј	4,8	2797	184	45,99	38,29	36,50	34,31	33,09
4	Бор	4,5	3100	200	51,24	42,74	40,76	38,34	36,98
5	Ваљево	5,5	2784	192	44,24	36,80	35,03	32,87	31,66
6	Власина	4,3	4044	257	65,53	54,95	52,39	49,26	47,51
7	Врање	5,3	2675	182	43,04	35,77	34,07	31,99	30,82
8	Врњачка Бања	5,7	2784	194	43,52	36,16	34,41	32,26	31,06
9	Вршац	5,8	2556	180	40,15	33,31	31,69	29,71	28,60
10	Горњи Милановац	5,2	3078	208	49,17	40,97	39,02	36,63	35,29
11	Дивчибаре	4,2	3839	243	62,99	52,77	50,33	47,34	45,67
12	Зајечар	5,0	2880	192	46,77	38,94	37,10	34,86	33,60
13	Златибор	4,4	3728	239	60,76	50,86	48,50	45,60	43,98
14	Зрењанин	4,9	2748	182	45,03	37,47	35,72	33,57	32,36
15	Киkinda	4,9	2763	183	45,26	37,66	35,90	33,74	32,53
16	Копаоник	2,8	5349	311	90,41	76,26	72,85	68,67	66,33
17	Крагујевац	5,5	2610	180	41,71	34,66	33,00	30,97	29,84
18	Краљево	5,4	2628	180	42,11	34,98	33,31	31,27	30,12
19	Крушевац	5,5	2654	183	42,26	35,11	33,42	31,36	30,21
20	Куршумлија	5,4	2892	198	45,90	38,19	36,36	34,12	32,86
21	Лесковац	5,5	2625	181	41,83	34,74	33,08	31,04	29,90
22	Ниш	5,4	2613	179	41,90	34,80	33,14	31,11	29,97
23	Нови Пазар	4,7	3100	203	50,84	42,40	40,42	37,99	36,64
24	Нови Сад	5,2	2679	181	43,32	36,01	34,30	32,21	31,05
25	Панчево	5,1	2712	182	44,03	36,62	34,89	32,78	31,59
26	Пожаревац	5,7	2588	181	40,87	33,92	32,28	30,27	29,15
27	Сента	4,9	2824	187	46,18	38,44	36,64	34,43	33,20
28	Сјеница	3,5	4133	251	69,65	58,46	55,82	52,58	50,76
29	Сомбор	5,0	2850	190	46,32	38,55	36,74	34,51	33,27
30	Сремска Митровица	5,2	2738	185	44,20	36,76	35,02	32,88	31,69
31	Ћуприја	5,4	2380	163	38,62	32,01	30,49	28,63	27,59
32	Ужице	5,0	3015	201	48,72	40,59	38,68	36,33	35,02
33	Чачак	5,5	2755	190	43,75	36,36	34,61	32,47	31,28
34	Шабац	5,7	2588	181	40,87	33,92	32,28	30,27	29,15
35	Шид	5,4	2686	184	42,97	35,70	34,00	31,91	30,74

Легенда:

Енергетски разред "В" – зелена		Енергетски разред "Е" – жуто-наранџаста	
Енергетски разред "Д" – пастелно жута		Енергетски разред "С" – пастелно зелена	

Графикон 6.18: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за **Базичне и Унапређене Моделе M2**.



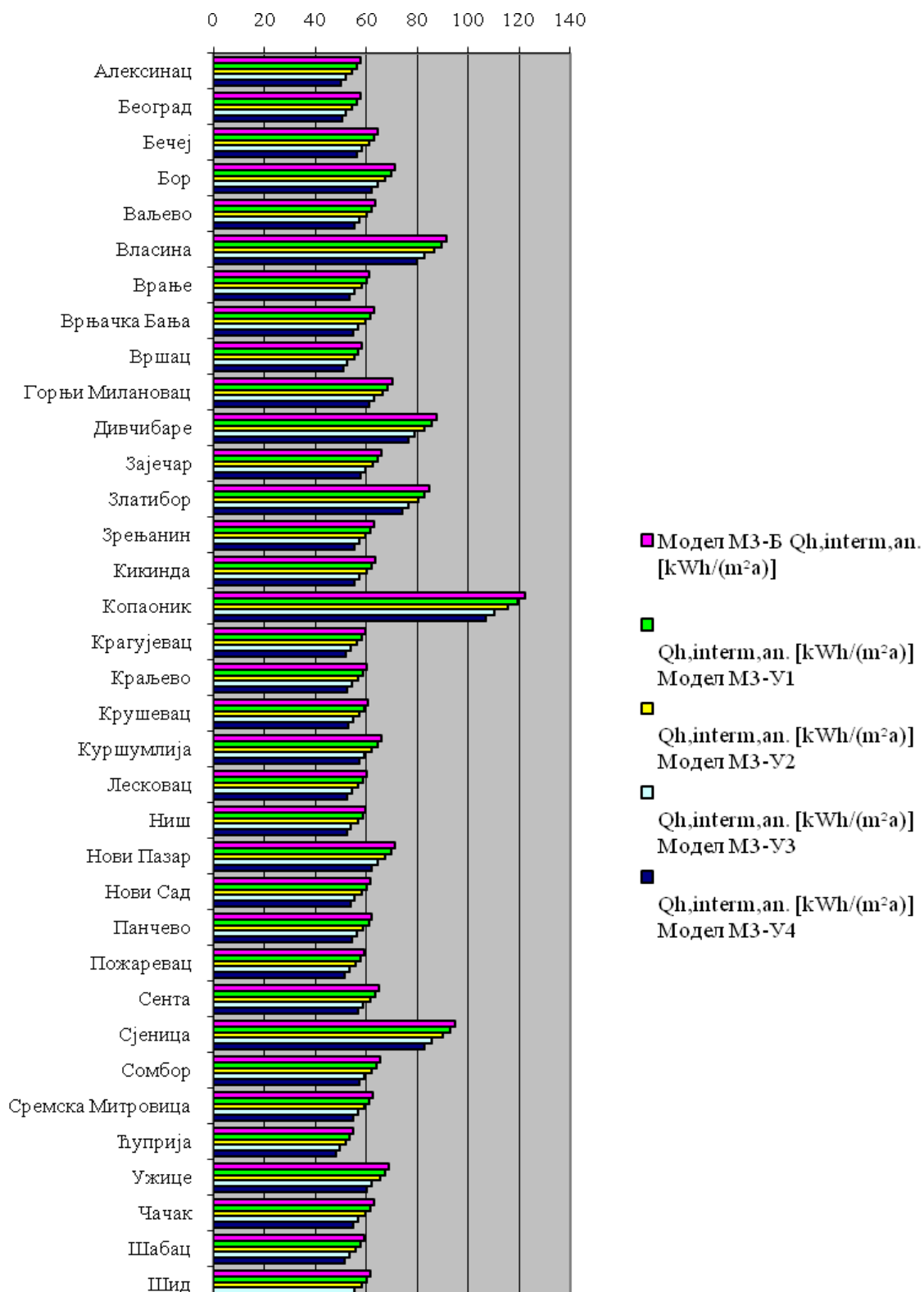
Табела 6.27: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М3 (крајња позиција у једнотракту)

МОДЕЛ М3 (КРАЈЊА ПОЗИЦИЈА У ЈЕДНОТРАКТУ)					Модел М3-Б $Q_{h,interm,an}$ [kWh/(m²a)]	Унапређени Модел М3- $Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]			
	Место у Србији	$\Theta_{H,e}$ [°C]	HDD	HD		У1	У2	У3	У4
1	Алексинац	5,7	2517	176	57,52	56,21	54,41	51,88	50,24
2	Београд	5,6	2520	175	57,69	56,37	54,57	52,03	50,39
3	Бечеј	4,8	2797	184	64,40	62,93	60,93	58,11	56,28
4	Бор	4,5	3100	200	71,28	69,65	67,44	64,31	62,29
5	Ваљево	5,5	2784	192	63,44	61,98	60,00	57,21	55,40
6	Власина	4,3	4044	257	91,61	89,50	86,64	82,61	79,99
7	Врање	5,3	2675	182	61,30	59,90	57,99	55,30	53,55
8	Врњачка Бања	5,7	2784	194	63,02	61,57	59,60	56,82	55,02
9	Вршац	5,8	2556	180	58,26	56,92	55,10	52,54	50,87
10	Горњи Милановац	5,2	3078	208	70,09	68,47	66,29	63,20	61,20
11	Дивчибаре	4,2	3839	243	87,55	85,54	82,81	78,96	76,46
12	Зајечар	5,0	2880	192	66,01	64,50	62,45	59,55	57,67
13	Златибор	4,4	3728	239	84,91	82,96	80,31	76,58	74,15
14	Зрењанин	4,9	2748	182	63,25	61,81	59,85	57,07	55,27
15	Киkinda	4,9	2763	183	63,58	62,13	60,16	57,37	55,56
16	Копаоник	2,8	5349	311	122,24	119,43	115,63	110,28	106,80
17	Крагујевац	5,5	2610	180	59,70	58,34	56,48	53,85	52,15
18	Краљево	5,4	2628	180	60,19	58,81	56,94	54,29	52,57
19	Крушевац	5,5	2654	183	60,64	59,25	57,36	54,69	52,96
20	Куршумлија	5,4	2892	198	65,83	64,32	62,26	59,37	57,48
21	Лесковац	5,5	2625	181	60,02	58,64	56,77	54,13	52,42
22	Ниш	5,4	2613	179	59,87	58,50	56,64	54,01	52,30
23	Нови Пазар	4,7	3100	203	71,21	69,58	67,36	64,24	62,21
24	Нови Сад	5,2	2679	181	61,47	60,07	58,15	55,45	53,70
25	Панчево	5,1	2712	182	62,28	60,86	58,92	56,19	54,41
26	Пожаревац	5,7	2588	181	59,05	57,69	55,85	53,25	51,57
27	Сента	4,9	2824	187	64,89	63,41	61,39	58,54	56,70
28	Сјеница	3,5	4133	251	94,97	92,80	89,84	85,68	82,98
29	Сомбор	5,0	2850	190	65,36	63,87	61,83	58,96	57,10
30	Сремска Митровица	5,2	2738	185	62,75	61,31	59,36	56,60	54,81
31	Ћуприја	5,4	2380	163	54,86	53,62	51,91	49,50	47,94
32	Ужице	5,0	3015	201	68,92	67,34	65,20	62,17	60,20
33	Чачак	5,5	2755	190	62,82	61,38	59,42	56,65	54,86
34	Шабац	5,7	2588	181	59,05	57,69	55,85	53,25	51,57
35	Шид	5,4	2686	184	61,44	60,04	58,12	55,42	53,67

Легенда:

Енергетски разред "F" – наранџаста		Енергетски разред "E" – жуто-наранџаста	
Енергетски разред "D" – пастелно жута		Енергетски разред "C" – пастелно зелена	

Графикон 6.19: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М3 (крајња позиција у једнотракту)



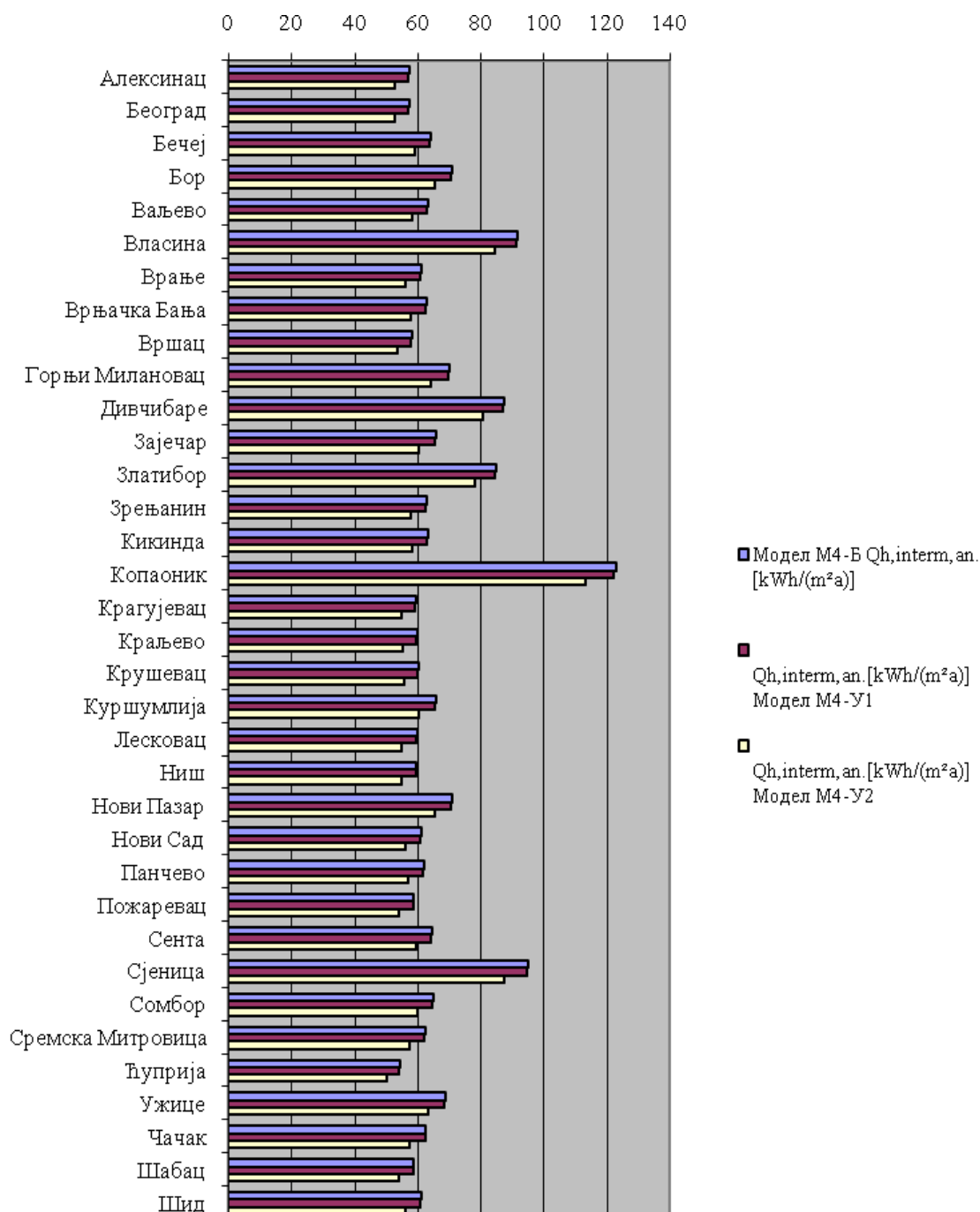
Табела 6.28: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за Базичне и Унапређене Моделе М4 (средишња позиција у једнотракту)

МОДЕЛ М4 (СРЕДИШЊА ПОЗИЦИЈА У ЈЕДНОТРАКТУ)					Модел М4-Б $Q_{h,interm,an}$ [kWh/(m²a)]	Унапређени Модел М4- $Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]	
	Место у Србији	$\Theta_{H,e}$ [°C]	HDD	HD		У1	У2
1	Алексинац	5,7	2517	176	57,38	57,09	52,79
2	Београд	5,6	2520	175	57,52	57,23	52,93
3	Бечеј	4,8	2797	184	64,22	63,89	59,11
4	Бор	4,5	3100	200	71,15	70,79	65,49
5	Ваљево	5,5	2784	192	63,36	63,04	58,29
6	Власина	4,3	4044	257	91,92	91,45	84,57
7	Врање	5,3	2675	182	61,17	60,86	56,29
8	Врњачка Бања	5,7	2784	194	62,97	62,65	57,93
9	Вршац	5,8	2556	180	58,18	57,88	53,52
10	Горњи Милановац	5,2	3078	208	70,06	69,70	64,45
11	Дивчибаре	4,2	3839	243	87,71	87,27	80,71
12	Зајечар	5,0	2880	192	65,88	65,54	60,62
13	Златибор	4,4	3728	239	85,06	84,63	78,27
14	Зрењанин	4,9	2748	182	63,08	62,76	58,06
15	Киkinda	4,9	2763	183	63,41	63,09	58,36
16	Копоник	2,8	5349	311	122,93	122,31	113,16
17	Крагујевац	5,5	2610	180	59,59	59,29	54,83
18	Краљево	5,4	2628	180	60,06	59,76	55,27
19	Крушевац	5,5	2654	183	60,53	60,22	55,70
20	Куршумлија	5,4	2892	198	65,80	65,47	60,54
21	Лесковац	5,5	2625	181	59,91	59,60	55,12
22	Ниш	5,4	2613	179	59,75	59,45	54,98
23	Нови Пазар	4,7	3100	203	71,11	70,75	65,45
24	Нови Сад	5,2	2679	181	61,33	61,02	56,44
25	Панчево	5,1	2712	182	62,12	61,81	57,17
26	Пожаревац	5,7	2588	181	58,94	58,64	54,23
27	Сента	4,9	2824	187	64,72	64,39	59,56
28	Сјеница	3,5	4133	251	95,10	94,62	87,54
29	Сомбор	5,0	2850	190	65,23	64,90	60,03
30	Сремска Митровица	5,2	2738	185	62,61	62,29	57,61
31	Ђуприја	5,4	2380	163	54,60	54,32	50,25
32	Ужице	5,0	3015	201	68,87	68,52	63,37
33	Чачак	5,5	2755	190	62,72	62,41	57,71
34	Шабац	5,7	2588	181	58,94	58,64	54,23
35	Шид	5,4	2686	184	61,33	61,02	56,43

Легенда:

Енергетски разред "F" – наранџаста		Енергетски разред "E" – жуто-наранџаста	
Енергетски разред "D" – пастелно жута		Енергетски разред "C" – пастелно зелена	

Графикон 6.20: Преглед вредности годишње потребне енергије за грејање ($Q_{h,interm,an}$, [kWh/(m²a)]) за места и градове у Србији за **Базичне и Унапређене Моделе М4 (средишња позиција у једнотракту)**



Табеле 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 и Графициони 6.17, 6.18, 6.19 и 6.20 пружају увид у енергетска својства Базичних и Унапређених модела за посматрана места на територији Србије, из који се може закључити следеће:

1. Географска локација Модела²³³ значајно утиче на његова енергетска својства.

Сви посматрани модели имају битно различите енергетске потребе у зависности од географске локације на коју се смешта модел. У Табели 6.29 су сумарно приказани опсези у којима се крећу енергетске потребе Базичних и Унапређених модела материјализације за различите локације у Србији. У даљем истраживању биће утврђено о којем опсегу је реч.

Табела 6.29: Сумарни приказ опсега енергетских потреба Базичних и Унапређених модела материјализације у Србији у зависности од географске локације

Опис модела	Модел	Е разреди унутар опсега	Опсег		
			Најмање енергетске потребе [kWh/(m²a)] "Ћуприја"	Највеће енергетске потребе [kWh/(m²a)] "Копаоник"	Разлика Δ [kWh/(m²a)]
Модел М1 (објекат до 2 спрата)	M1-Б	С, D и E	49.95	115.45	65.50
	M1-Y1	С, D и E	39.19	92.15	52.96
	M1-Y2	С и D	37.15	87.58	50.43
	M1-Y3	С и D	34.53	81.74	47.21
	M1-Y4	С и D	32.91	78.10	45.19
Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)	M2-Б	С, D и E	38.62	90.41	51.79
	M2-Y1	С и D	32.01	76.26	44.25
	M2-Y2	С и D	30.49	72.85	42.36
	M2-Y3	В, С и D	28.63	68.67	40.04
	M2-Y4	В, С и D	27.59	66.33	38.74
Модел М3 (крајња позиција у једнотракту)	M3-Б	С, D, E и F	54.86	122.24	67.38
	M3-Y1	С, D и E	53.62	119.43	65.81
	M3-Y2	С, D и E	51.91	115.63	63.72
	M3-Y3	С, D и E	49.50	110.28	60.78
	M3-Y4	С, D и E	47.94	106.80	58.86
Модел М4 (средишња поз. у једнотракту)	M4-Б	С, D, E и F	54.60	122.93	68.33
	M4-Y1	С, D, E и F	54.32	122.31	67.99
	M4-Y2	С, D и E	50.25	113.16	62.91

Легенда:

Енергетски разред "F" – наранџаста		Енергетски разред "E" – жуто-наранџаста	
Енергетски разред "D" – пастелно жута		Енергетски разред "C" – пастелно зелена	
		Енергетски разред "B" – зелена	

²³³ Односно микроклиматски услови на тим локацијама.

На основу резултата из *Табела 6.25, 6.26, 6.27, 6.28* и *Графикана 6.17, 6.18, 6.19 и 6.20* уочава се да су екстремне вредности за све посматране моделе на локацијама "Копаоник" и "Ћуприја". У *Табели 6.29* су сумарно приказани опсези у којима се крећу енергетске потребе Базичних и Унапређених модела материјализације у Србији. Као што се може видети из *Табеле 6.29*, разлике између енергетских потреба модела су огромне и крећу се у опсегу од 2, 3 или чак 4 енергетска разреда, што се мора имати на уму приликом пројектовања и географског позиционирања будућих објеката ЈРС у Србији.

Резултати у *Табели 6.29* показују да Базични модели имају већи опсег у којем варирају њихове енергетске потребе у односу на Унапређене моделе; као и да се опсег смањује како се повећава термичка изолованост термичког омотача модела.

С обзиром да је у овој дисертацији реч о социјалном становању, које је како је претходно утврђено - по правилу урбани стамбени образац који се примењује у градовима и варошицама, реално је претпоставити да објеката ЈРС неће бити ни на Копаонику, ни на Златибору, ни на Власини, ни на Дивчибарама – тим пре што су ове дестинације руралне и пре свега атрактивне за туризам и угоститељство. Што се тиче општине Сјеница (где према последњем попису живи око 13.000 становника), у питању је рурална средина са веома суровом климом и екстремним температурама које зими иду и до -36°C где такође није реално очекивати објекте ЈРС онако како су дефинисани у овој дисертацији. Из тих разлога може се рећи да град Бор са својим климатским карактеристикама представља локацију на којој објекти ЈРС имају највеће енергетске потребе за грејање.

На основу овакве интерпретације географских локација у Србији (са аспекта адекватности за будуће ЈРС), добија се знатно ужи опсег варијација енергетских потреба модела. Због тога, потребно је *Табелу 6.29* кориговати тако да представља реалне географске локације будућих објеката ЈРС у Србији (*Табела 6.30*).

Табела 6.30: Сумарни приказ опсега енергетских потреба Базичних и Унапређених модела материјализације у Србији за реално очекиване географске локације будућих објеката JPC

Опис модела	Модел	Е разреди унутар опсега	Просечне ен. потребе унутар опсега [kWh/(m²a)]	Опсег		
				Најмање енергетске потребе [kWh/(m²a)] "Ћуприја"	Највеће енергетске потребе [kWh/(m²a)] "Бор"	Разлика Δ [kWh/(m²a)]
Модел М1 (објекат до 2 спрата)	M1-Б	С и D	57.94	49.95	65.93	15.98
	M1-Y1	С	45.63	39.19	52.06	12.87
	M1-Y2	С	43.28	37.15	49.40	12.25
	M1-Y3	С	40.27	34.53	46.00	11.47
	M1-Y4	С	38.40	32.91	43.88	10.97
Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)	M2-Б	С	44.93	38.62	51.24	12.62
	M2-Y1	С	37.38	32.01	42.74	10.73
	M2-Y2	С	35.63	30.49	40.76	10.27
	M2-Y3	В и С	33.49	28.63	38.34	9.98
	M2-Y4	В и С	32.29	27.59	36.98	9.39
Модел М3 (крајња позиција у једнотракту)	M3-Б	С и D	63.07	54.86	71.28	16.42
	M3-Y1	С и D	61.64	53.62	69.65	16.03
	M3-Y2	С и D	59.68	51.91	67.44	15.53
	M3-Y3	С и D	56.91	49.50	64.31	14.81
	M3-Y4	С и D	55.11	47.94	62.29	14.35
Модел М4 (сред. поз.у једнотракту)	M4-Б	С и D	62.88	54.60	71.15	16.55
	M4-Y1	С и D	62.56	54.32	70.79	16.47
	M4-Y2	С и D	57.87	50.25	65.49	15.24

Легенда:

Енергетски разред "D" – пастелно жута	
Енергетски разред "C" – пастелно зелена	
Енергетски разред "B" - зелена	

Просечне енергетске потребе унутар опсега датих у Табели 6.30 дају следећу слику: Модели М3-Б, М3-У1 као и М4-Б и М4-У1 за већину локација премашују максимално допуштене енергетске потребе, док су остали модели углавном у прописаним границама. Ово треба имати на уму уколико је типолошки пројектантски избор за објекат JPC у Србији "Једнотракт" (који се састоји од делова који су представљени Моделима М3 и М4). У том случају, упутно је одмах предвидети Унапређене моделе М3-У2, М3-У3, М3-У4 и М4-У2.

2. Промена енергетских потреба Модела приликом промене географске локације истих, представља важан критеријум за валоризацију Модела.

Пошто разлика између енергетских разреда "В" и "С" са једне, и енергетских разреда "D", "Е" и "F" са друге стране - директно значи и разлику између дозвољених и недозвољених нивоа енергетских потреба модела²³⁴ – веома је битно знати ограничења и потенцијале Модела М1, М2, М3 и М4 у том смислу – како би се обезбедиле адекватне енергетске перформансе термичког омотача модела још у фази пројектовања.

Табеле 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 пружају јасан преглед адекватности (односно неадекватности) примене сваког модела на свакој локацији у Србији. Где год је прорачун енергетских потреба модела показао вредност која је мања од максимално допуштеног лимита од 60 kWh/(m²a), у Табелама 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 је означено зеленом нијансом – што значи да је дотични модел применљив на дотичној локацији; и обрнуто – где год је у Табелама 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 резултат означен неком другом бојом (жутом, жуто-наранџастом или наранџастом), реч је о моделу који није примерен за дату локацију. На тај начин, могуће је одмах елиминисати или афирмисати примену неког модела на некој локацији – и то дефинисати као правило. Навешћемо само неке примере:

- Примена ових модела није адекватна на Копаонику.
- Базичне Моделе М3-Б и М4-Б могуће је применити искључиво у Алексинцу, Београду, Вршцу, Крагујевцу, Лесковцу, Нишу, Пожаревцу, Ћуприји и Шапцу (дакле укупно 8 од 35 локација), док су на преосталих 27 локација Базични Модели М3-Б и М4-Б незадовољавајући.
- Сви Базични и Унапређени Модели М2 применљиви су на територији целе Србије, (изузев претходно наведених места на којем неће ни бити објекта ЈРС).
- Унапређени Модели М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4 применљиви су на територији целе Србије – изузев Копаоника.

²³⁴ Односно објекта ЈРС.

- Унапређени Модели M1-Y1, M1-Y2, M1-Y3 и M1-Y4 применљиви су на територији целе Србије, (изузев претходно наведених места на којем неће ни бити објекта ЈРС)
- Модели M3 и M4 (без обзира на ниво постигнуте енергетске ефикасности) нису одговарајући за примену у: Бору, Горњем Милановцу, Новом Пазару и Ужицу

Сличних примера има много, и не треба их сагледавати као изоловане закључке, већ треба користити *Табеле 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* у сваком конкретном случају у пракси – као полазну основу која даје оријентир и указује на ред величине енергетских потреба будућих објекта ЈРС у Србији.

Овакав резултат потврђује пету хипотезу из поглавља 1.3 ове дисертације која гласи: **"Дефинисањем карактеристичних модела материјализације термичког омотача објекта ЈРС у Србији и утврђивањем методолошког приступа и критеријума за њихову валоризацију, могуће је формулисати препоруке за пројектовање објекта ЈРС који би, у сваком конкретном случају, могли да задовоље жељени ниво енергетске ефикасности."**²³⁵

3. Микроклиматски услови неке географске локације могу бити узрок промене енергетског разреда модела.

Као што се може видети из *Табела 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* утицај микроклиматских услова може бити позитиван – онда када (допуштени) енергетски разред посматраног модела на некој локацији остане исти или пређе у вишу категорију, или негативан – када посматрани модел припадне неком од енергетских разреда нижих од "С". То конкретно значи да један исти модел (тј. будући објекат ЈРС) може бити применљив на неким локацијама, а на неким не – што је могуће знати унапред на основу *Табела 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28*.

²³⁵ Видети одељак **1.3 Полазне хипотезе** ове дисертације.

6.9 Модели материјализације и емисија CO₂ – анализа, критика, дискусија и сумирање резултата

Још један од важних критеријума валоризације енергетских својстава модела материјализације објеката ЈРС у Србији је и еколошки аспект. У том смислу разматра се емисија CO₂ – као последица наменске употребе објеката (модела). За сваки од формираних модела у претходним поглављима израчунате су енергетске потребе које је могуће задовољити употребом различитих термотехничких система који користе различите енергенте. Различити енергенти, међутим, приликом сагоревања емитују различите количине CO₂, то јест загађују животну средину у мањој или већој мери. Уз то, поједини енергенти (да би били произведени) већ су у току сопствене производње емитовали одређену количину CO₂. Због тога је неопходно да у зависности од врсте енергента, енергетске потребе искажу кроз примарну енергију, како би количине емитованог CO₂ за различите енергенте биле међусобно упоредиве. Правилником о енергетској ефикасности зграда²³⁶ прописани су тзв. *фактори претварања*.

Правилником је прописано следеће: "Емисије CO₂ које настану током функционисања објекта, одређују се на основу података специфичне емисије CO₂ за поједине изворе енергије, тако што се годишња потребна примарна енергија за функционисање објекта, према одређеном извору енергије, помножи припадајућим податком специфичне емисије CO₂ који је дат у Табели 6.13 овог Правилника и вредности саберу. Показатељи емисије CO₂ изражавају се у облику годишњих емисија CO₂ [kg/a] и специфичних годишњих емисија на јединицу површине CO₂ [kg/(m²a)]"²³⁷

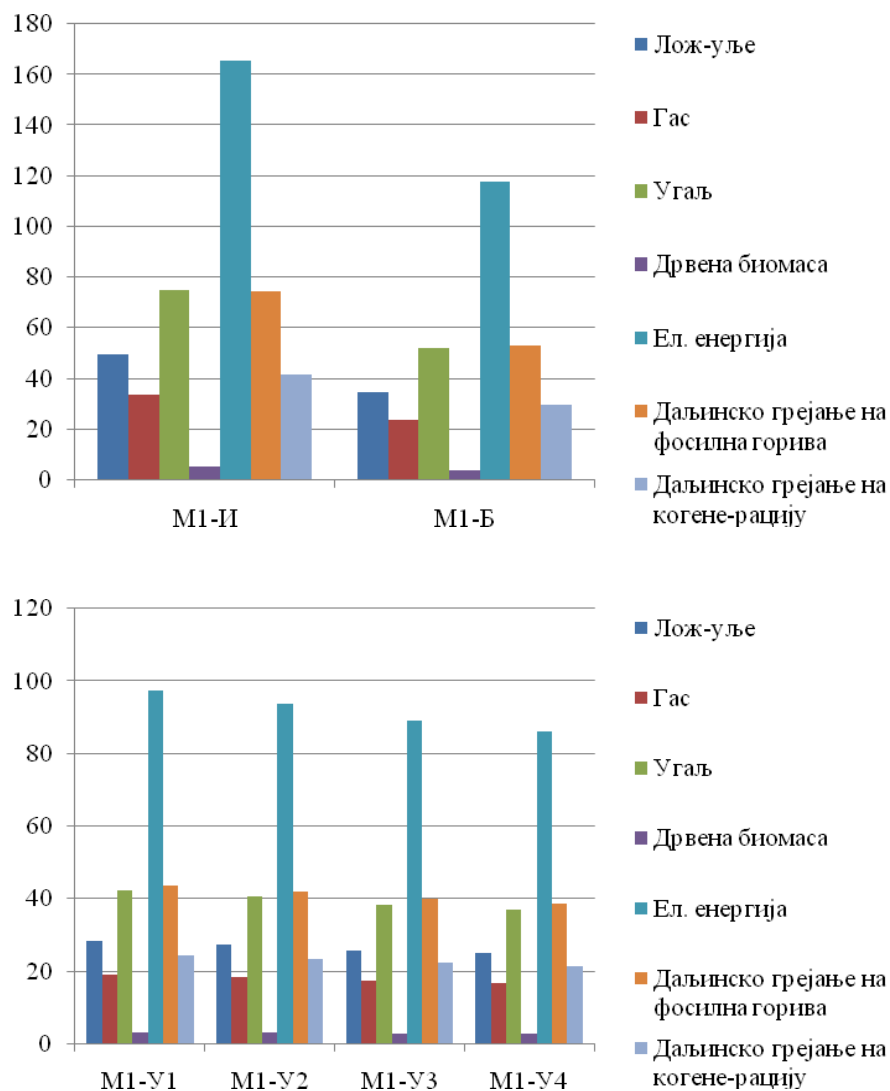
Релевантни подаци приказани у овом поглављу израчунати су применом софтвера *KanufTerm 2 Pro* који узима у обзир све параметре прописане Правилником. Ради лакшег сагледавања добијених резултата, појединачно су приказани резултати Модела М1, М2, М3 и М4. Упоредо су приказани резултати за Иницијални, Базични и Унапређене моделе и то за седам врста енергената које дефинише правилник.

²³⁶ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.061/2011) – Табела 6.12

²³⁷ Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.061/2011) – Прилог 6

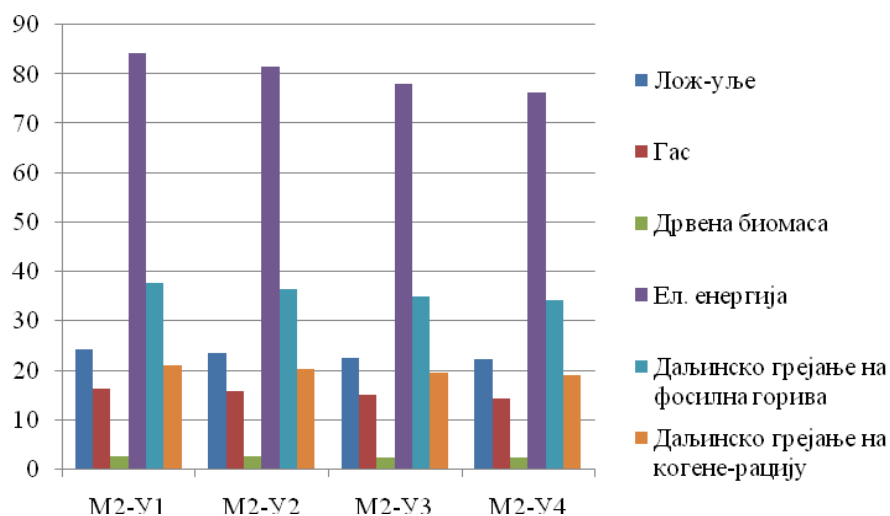
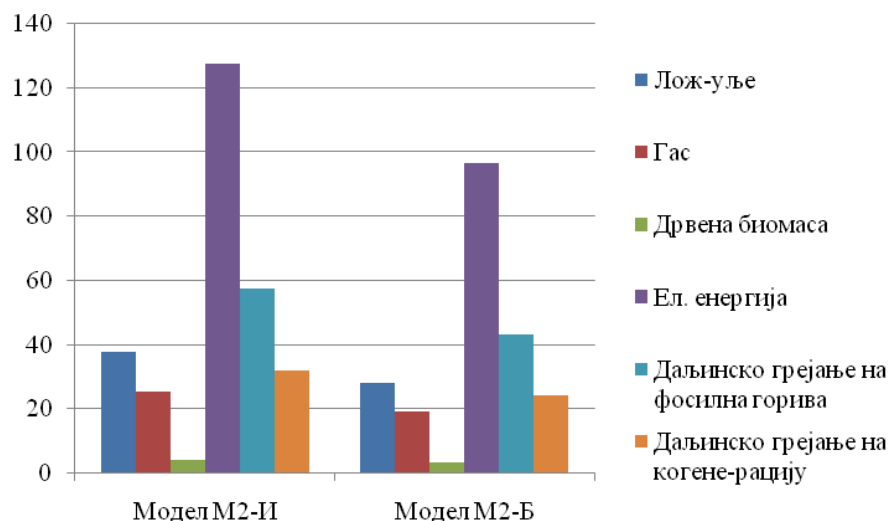
Табела 6.31: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М1

Емисија CO ₂ kg/m ²	Ниво ЕЕ	Модел	Е Н Е Р Г Е Н Т						
			Лож-уље	Гас	Угаљ	Дрвена биомаса	Електрична енергија	Даљинско грејање на фосилна горива	Даљинско грејање на когенерацију
Модел М1 (објекат до 2 спрата)	Иницијални	М1-И	49.20	33.25	74.69	5.22	165.77	74.31	41.28
	Базични	М1-Б	34.52	23.27	51.80	3.62	117.71	52.77	29.32
	Унапређени	М1-У1	28.34	19.08	42.18	2.95	97.48	43.71	24.28
		М1-У2	27.21	18.31	40.41	2.83	93.78	42.04	23.36
		М1-У3	25.76	17.33	38.16	2.66	89.04	39.92	22.18
		М1-У4	24.86	16.71	36.76	2.57	86.10	38.60	21.44

Графикон 6.21: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М1

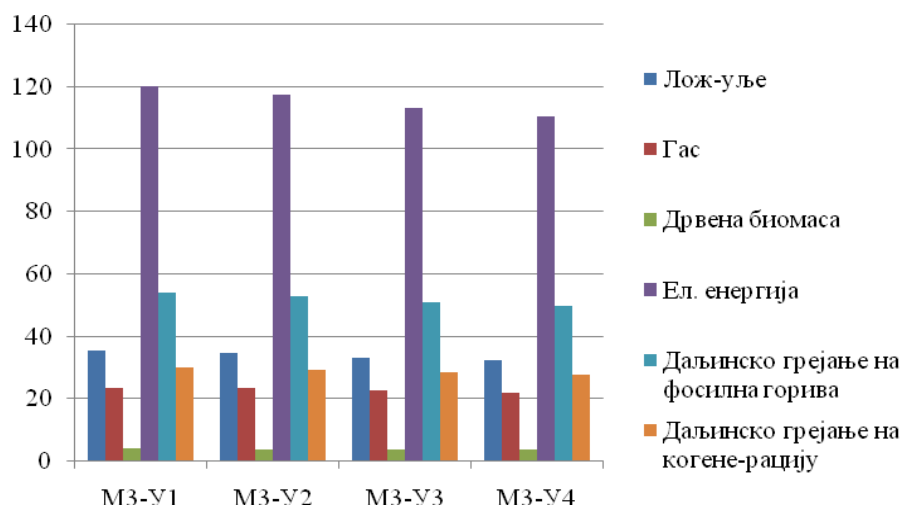
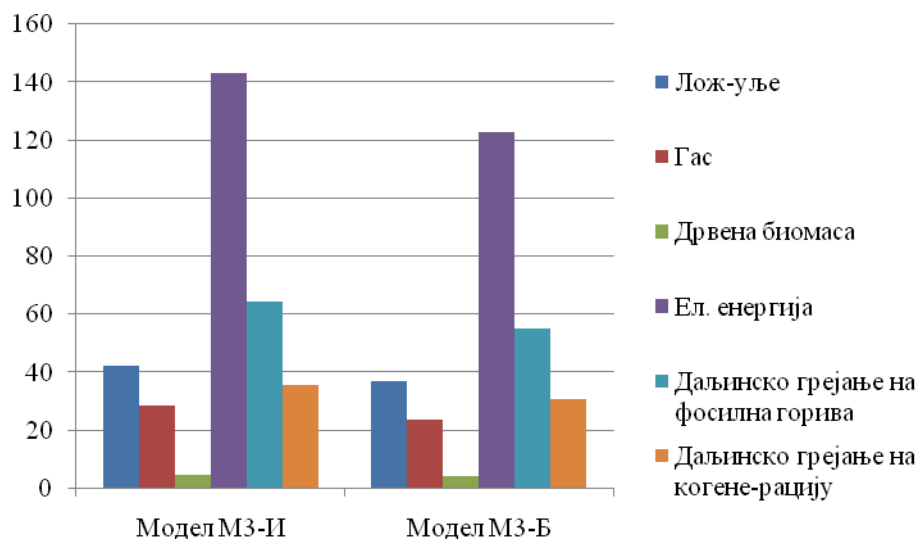
Табела 6.32: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М2

Емисија CO ₂ kg/m ²	Ниво ЕЕ	Модел	Е Н Е Р Г Е Н Т						
			Лож-уље	Гас	Угаљ	Дрвена биомаса	Електрична енергија	Даљинско грејање на фосилна горива	Даљинско грејање на когенерацију
Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)	Иницијални	М2-И	37.58	25.35	56.58	3.96	127.73	57.26	31.81
	Базични	М2-Б	28.01	18.85	41.66	2.91	96.40	43.21	24.01
	Унапређени	М2-У1	24.27	16.31	35.83	2.51	84.15	37.73	20.96
		М2-У2	23.43	15.75	34.53	2.41	81.43	36.51	20.28
		М2-У3	22.41	15.05	32.94	2.30	78.09	35.01	19.45
		М2-У4	22.21	14.30	32.05	2.24	76.23	34.17	18.99

Графикони 6.22: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М2

Табела 6.33: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М3

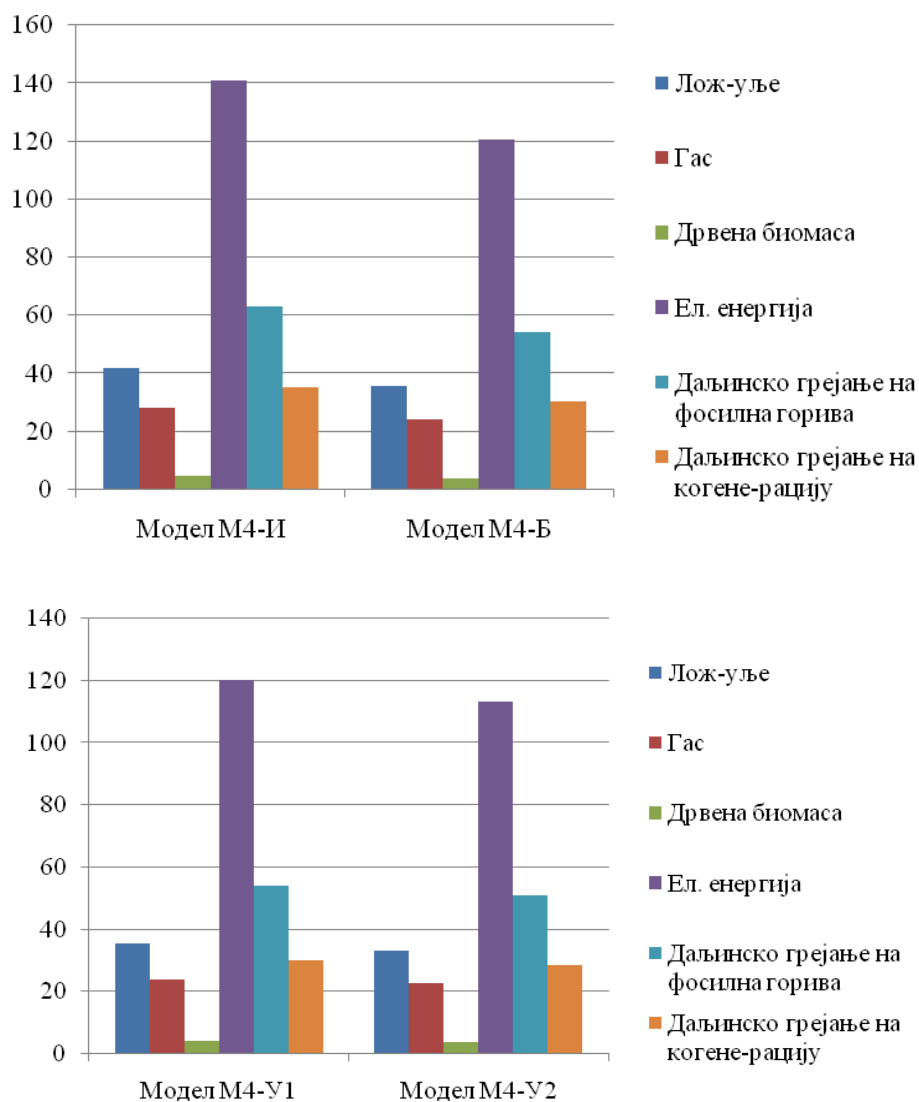
Емисија CO ₂ kg/m ²	Ниво ЕЕ	Модел	Е Н Е Р Г Е Н Т						
			Лож-уље	Гас	Угаљ	Дрвена биомаса	Електрична енергија	Даљинско грејање на фосилна горива	Даљинско грејање на когенерацију
Модел М3 (крајња поз. у једнотракту)	Иницијални	М3-И	42.24	28.52	63.85	4.46	143.00	64.11	35.61
	Базични	М3-Б	36.71	23.57	54.11	3.78	122.55	54.94	30.52
	Унапређени	М3-У1	35.34	23.43	53.09	3.71	120.40	53.97	29.99
		М3-У2	34.43	23.21	51.66	3.61	117.41	52.64	29.24
		М3-У3	33.14	22.34	49.65	3.47	113.19	50.74	28.19
		М3-У4	32.30	21.77	48.35	3.38	110.46	49.52	27.51

Графикон 6.23: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М3

Табела 6.34: Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М4

Емисија CO ₂ kg/m ²	Ниво ЕЕ	Модел	Е Н Е Р Г Е Н Т						
			Лож-уље	Гас	Угаљ	Дрвена биомаса	Електрична енергија	Даљинско грејање на фосилна горива	Даљинско грејање на когенерацију
Модел М4 (сред. поз. у једнотракту)	Иницијални	М4-И	41.58	28.07	62.81	4.39	140.82	63.13	35.07
	Базични	М4-Б	35.42	23.89	53.22	3.72	120.68	54.10	30.06
	Унапређени	М4-У1	35.28	23.79	52.99	3.71	120.20	53.89	29.94
		М4-У2	33.15	22.35	49.68	3.47	113.23	50.76	28.20

Графикон 6.24 Специфична годишња емисија CO₂ за Модел М4



Важно је истаћи да су у софтверу *KanufTerm 2 Pro* за сваки од ових модела одређени: процењени губици система за грејање, потребна енергија за припрему санитарне топле воде (СТВ) и енергетски губици система за припрему СТВ, који заједно са годишњом потребном енергијом за грејање утичу на укупну количину емитованог угљен-диоксида модела (која је приказана у *Табелама 6.31, 6.32, 6.33 и 6.34*). На основу вредности из приложених табела и графикана може се закључити следеће:

- Емисија CO₂ знатно варира у зависности од примењеног енергента.
- Емисија CO₂ је, по правилу, директно сразмерна годишњој потребној енергији за грејање: што је она мања, то је мања и количина емитованог CO₂.
- Без обзира о ком је моделу реч, међусобни односи количине емитованог CO₂ за посматране енергенте су идентични.
- Убедљиво најнеповољнији енергент за грејање објекта (са аспекта количине емитованог CO₂) је електрична енергија, а најповољнији енергент је дрвена биомаса.
- Ранг листа енергената (од еколошки најповољнијег до еколошки најнеповољнијег) изгледа овако:
 1. Дрвена биомаса
 2. Гас
 3. Даљинско грејање на когенерацију
 4. Лож-уље
 5. Даљинско грејање на фосилна горива
 6. Електрична енергија

Ову ранг листу треба имати на уму приликом пројектовања будућих објеката ЈРС у Србији, а поготово треба избегавати грејање на електричну енергију (било као доминантни грејни систем било као алтернативу) – као еколошки најнеповољнији избор.

7 ПРОЈЕКТАНТСКЕ ПРЕПОРУКЕ ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНЕ ОБЈЕКТЕ ЈРС У СРБИЈИ

На основу досадашњег истраживања насловне теме могу се извести одређене универзалне пројектантске препоруке за пројектовање будућих објеката ЈРС у Србији које ће помоћи пројектантима у будућности и олакшати њихове напоре да ове објекте пројектују као енергетски ефикасне.

Сходно најбољој пракси посматраних земаља ЕУ у домену успостављања пројектантских норматива и стандарда – пројектантске препоруке за пројектовање и грађење енергетски ефикасних објеката ЈРС у *Србији* биће формулисане не као сет крутих правила које треба следити, већ пре свега кроз:

- циљеве које треба постићи;
- упозорења на која треба обратити пажњу приликом пројектовања;
- низ алтернативних опција за решење неког пројектантског проблема;
- унапред предвиђене пројектне ситуације;
- ранг листу Модела према одређеним критеријумима.

У овом поглављу биће речи о пројектантским препорукама за просторну организацију и материјализацију термичког омотача објеката ЈРС у Србији, које су проистекле из досадашње анализе²³⁸.

7.1 Препоруке за просторну организацију

На основу досадашњег истраживања као и истраживања у оквиру ове дисертације могу се дати следеће пројектантске препоруке из домена просторне организације будућих објеката ЈРС у Србији, имајући у виду све претходно анализирани аспекти и узимајући у обзир све до сада изведене закључке:

1. Будуће ЈРС у Србији биће реализовано искључиво у урбаним срединама, (на периферији или у најбољем случају у близини ширег центра града) и у објектима који се типолошки сврставају у бишепородично становање.

²³⁸ Видети детаљније поглавља поглавља 2.3, 3.2, 3.3, 3.4, 4.3, 4.3.3, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 и 6.7 ове дисертације.

2. Објекте ЈРС у Србији треба пројектовати као слободностојеће вишепородичне стамбене зграде (са једним, два или три стамбена улаза; са или без међусобног дилатирања²³⁹), онако како је дефинисано Моделима М1, М2, М3 и М4.
3. Модели М1, М2, М3 и М4 представљају типолошки спектар у којем ће се кретати будући објекти ЈРС у Србији²⁴⁰.
4. У случају да једнотракт није дилатацијама подељен на саставне делове (односно Моделе М3 и М4), исти треба да се третира као Модел М2.
5. У зависности од могућности и опредељења локалне самоуправе, будући објекти ЈРС могу бити реализовани као:
 - Самостални објекти различитих величина и капацитета, на засебним парцелама на више градских локација – Модели М1, М2, М3 и М4
 - Низ стамбених вишеспратница тј. стамбено насеље којег чине стамбени једнотракти – Модели М3 и М4
 - Стамбено насеље којег чине компактне вишеспратне куће (приближно) квадратне основе, мањег габарита – Модел М1
 - Стамбено насеље којег чине стамбене вишеспратнице већег габарита – Модел М2
6. Објекте ЈРС пројектовати искључиво као стамбене, а заједничке просторије (као негрејани простор) свести на приступне комуникације (степеништа и ходнике) и евентуално: станарске оставе, подстаницу грејања, склониште, заједничку оставу за бицикле и сл. што је у функцији становања. Површина и запремина заједничких простора не улази у обрачун енергетских својстава објеката ЈРС, јер је у питању негрејани простор.
7. По сваку цену избећи пренасељеност станова. Предвиђени просторни стандард од 5-15m²²⁴¹ по кориснику стамбеног простора ЈРС је нехуман јер у

²³⁹ Препорука је без (где год је то могуће), с обзиром на најлошије енергетске перформансе Модела М3 у односу на остале испитиване моделе.

²⁴⁰ За детаљне информације у вези са основним карактеристикама ових модела видети у поглављу **4.3 Дефинисање Модела материјализације објеката ЈРС у Србији** ове дисертације.

психо-физичком смислу угрожава корисника (што обесмишљава ЈРС као такво) и не сме се убудуће користити. За просторни стандард станова у објектима ЈРС применити београдске стандарде максималних нето површина станова (у m²) из 1983. године²⁴², док се званично не утврде просторни стандарди социјалног становања на државном нивоу Србије.

8. Заједнички екстеријерски простори требало би да буду саставни део организационих шема пројеката ЈРС, да би обезбедили остале просторе за станаре (паркинг простор, игралиште за децу, зелене површине и сл.).
9. Избегавати разуђеност архитектонских основа (или је свести на минимум); тежити компактној форми објекта; еркере и лође свести на минимум; користити терасе и француске балконе²⁴³.
10. Пројектовати не више од једне (негрејане) полуукопане подземне етаже, која не сме бити намењена за становање.
11. Обавезно је да се обезбеди рампа адекватног нагиба за прилаз хендикепираних лица у колицима.
12. Спратност будућих објеката ЈРС у Србији треба да буде до П+4, са уградњом лифта кад год је то могуће.
13. Конструктивне растере објеката ЈРС, будући да немају потребу да се прилагођавају подземном гаражном простору, одабрати тако да задовоље пројектовање рационалног стамбеног простора²⁴⁴.
14. Становима у партеру обезбедити припадајућу башту. Уколико то у конкретном случају није могуће, обавезно издигнути коту приземља за мин.

²⁴¹ О овоме је било више речи у поглављу 3.1.2.2 Планска и нормативна документа ове дисертације.

²⁴² Према: Боровница, Н. (1991): Параметри за планирање и пројектовање становања у градским насељима, ИАУС, Београд, стр.31

²⁴³ Све ове карактеристике у великој мери утичу на фактор облика ($f_o=A/V$). Што је мањи фактор облика то је објекат енергетске ефикаснији. Ово конкретно значи да треба тежити што мањој површини термичког омотача.

²⁴⁴ Видети детаљније у: Весић, У. (2012): Утицај гаражирања возила на пројектовање и реализацију стамбено-пословних објеката за тржиште у централним градским зонама у Београду, Часопис "ТЕХНИКА Наше грађевинарство", бр. 1 2012., Београд, стр.31 – 42

120cm (због психолошке дистанце између погледа пролазника и интимности стамбеног простора)

15. Објекти ЈРС не смеју ићи испод просечних стамбених услова у Србији, што би значило: градња дома од чврстих и трајних материјала; прикључак на електро-мрежу; обезбеђење канализације, снабдевање водом и обезбеђен неки систем грејања. Пожељно је да објекти ЈРС имају и друге инфраструктурне системе (као што су телефон, кабловска телевизија, интернет, интерфон, видео-надзор и др.) који такође представљају стамбени стандард у 21. веку.

7.2 Препоруке за материјализацију термичког омотача

На основу претходне анализе и закључака (из поглавља **6.1, 6.2, 6.3** и **6.4** ове дисертације) могу се дати следеће пројектантске препоруке из домена материјализације термичког омотача будућих објеката ЈРС у Србији:

1. Енергетску ефикасност будућих објеката ЈРС потребно је превасходно постићи архитектонско-грађевинским средствима и мерама (адекватном материјализацијом термичког омотача, правилном оријентацијом објекта према странама света и сл.).
2. Примарну конструкцију објеката ЈРС треба пројектовати као масивни склоп којег чине зидани зидови, ојачани вертикалним и хоризонталним АБ серклажима, са "ферт" таваницом (или пуном АБ плочом). Позитивну улогу има топлотна инерција примењених материјала (АБ, опекарски производи итд). С обзиром да се објекти ЈРС користе током целе године, неопходно је да им се обезбеди добра топлотна инерција.
3. Удео транспарентних површина у површини фасаде треба пажљиво пројектовати, јер је научно доказано да се највећи трансмисиони губици топлоте остварују управо кроз њих. Соларни добици (који су највећи управо кроз транспарентне позиције) нису у стању да компензују све трансмисионе губитке топлоте. Досадашњи стандард који прописује да површина

транспарентних позиција на фасади одговара 1/7 пода просторије којој припада показао се као адекватан.

4. Иницијални модели дефинисани у овој дисертацији представљају такве материјализације термичког омотача које нису у стању да задовоље важеће прописе из области енергетске ефикасности зграда – и које се као такве неће примењивати за будуће објекте ЈРС у Србији
5. Базични модели (овако како су дефинисани у овој дисертацији) представљају материјализације термичког омотача које минимално задовољавају важеће прописе из области енергетске ефикасности зграда. За пројектанте будућих објеката ЈРС у Србији ово је полазна основа, односно минимум енергетских својстава објекта испод којег није допуштено ићи.
6. Унапређени модели (овако како су дефинисани у овој дисертацији) представљају могућу и реалну надградњу термичких карактеристика објеката ЈРС за услове у Србији. У зависности од конкретних могућности и ограничења неког пројекта ЈРС, пројектанти ће моћи да се одреде за неку од материјализација термичког омотача која ће се кретати у оквирима Базичног модела са једне, и варијанти Унапређених модела са друге стране. На тај начин пројектантима се унапред сугерише пројектни опсег који је у сфери очекиваног и реалног у Србији.
7. Енергетски разреди у којима се очекује да се се кретати енергетске потребе будућих објеката ЈРС у Србији су енеретски разреди "В" и "С".

7.3 Остале пројектантске препоруке

Посебан део истраживања енергетске ефикасности модела односио се и на промену следећих параметра: оријентације објекта према странама света и промене географске локације (у оквиру Србије), као и на анализу еколошког утицаја и потенцијала за смањење енергетских потреба модела. С тиме у вези изведени су закључци који ће бити наведени у овом одељку.

7.3.1 Утицај оријентације Модела према странама света на његове енергетске потребе

Утицај оријентације Модела према странама света је, генерално гледано, веома мали и креће се (за све моделе) у распону 0% - 2,5% разлике између енергетских потреба модела приликом иницијалне оријентације и позиције модела заротираног за +90° (у смеру обрнутом од кретања казаљке на сату).²⁴⁵

Код оних модела који су на граници енергетског разреда "C" (Базични Модел М4-Б и Унапређени Модел М4-У1) оријентација може значити разлику између (допуштеног) енергетског разреда "C" и (недопуштеног) енергетског разреда "D". Модел М4 се у сваком случају показао као најпроблематичнији и њему треба пажљиво приступити приликом одређивања материјализације термичког омотача и оријентације према странама света.

Претходна анализа је показала да приликом пројектантског одабира Модела М1, М2 и М3 за објекте ЈРС у Србији није неопходно водити рачуна о њиховој оријентацији према странама света као фактору који битно утиче на њихова енергетска својства. Ово је важан податак за будуће пројектанте, с обзиром на чињеницу да на положај објекта на локацији утичу и други подједнако битни фактори као што су: конфигурација терена, прилазни правци, инфраструктурне трасе, суседни објекти и др., тако да је добро знати унапред да се код Модела М1, М2 и М3 неће угрозити њихов енергетски разред како год да се поставе на парцели.

²⁴⁵ Видети детаљније у поглављу 6.7 Утицај оријентације Модела према странама света на његове енергетске потребе – критика, дискусија и сумирање резултата ове дисертације.

7.3.2 Утицај географске локације у Србији на енергетске потребе модела

Резултат истраживања утицаја географске локације у Србији на енергетске потребе модела су *Табеле 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* које пружају јасан преглед адекватности (односно неадекватности) примене сваког од анализираних модела на 35 карактеристичних локација у Србији. Где год је прорачун енергетских потреба модела показао вредност која је мања од прописима дефинисаног максимално допуштеног лимита од 60 kWh/(m²a), у Табелама је означено зеленом нијансом²⁴⁶ – што значи да је дотични модел применљив на дотичној локацији; и обрнуто – где год је у *Табелама 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* резултат означен неком другом бојом²⁴⁷ (жутом, жуто-наранџастом или наранџастом), реч је о моделу који није примерен за дату локацију. Пројектантима ће *Табеле 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* (уз Прилоге 4, 5, 6 и 7²⁴⁸) бити драгоцен алат за дефинисање материјализације термичког омотача будућих објеката ЈРС у Србији, будући да оне указују на ред величине енергетских потреба истих (као и на саму материјализацију термичког омотача – првенствено врсте и дебљине примењене термоизолације). Након што у неком конкретном случају буде позната географска локација, пројектант ће одмах из *Табела 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* моћи да види који модели не одговарају, а који модели могу да се примене, што ће им бити веома добра полазна основа за даљи рад. Овиме се не само штеди време, већ се успоставља и методолошки оквир за научно заснован одабир између могућих алтернатива.

7.3.3 Микроклиматски услови неке географске локације као узрок промене енергетског разреда модела и лимитирајући фактор за одређени енергетски разред

Како је већ утврђено у Поглављу 6.8 ове дисертације, овај утицај може бити позитиван – онда када (допуштени) енергетски разред посматраног модела на некој локацији остане исти или пређе у више енергетски разред, или негативан –

²⁴⁶ Законски допуштени енергетски разреди "В" и "С" Модела на дотичној локацији.

²⁴⁷ Законски недопуштени енергетски разреди "D", "E" и "F" Модела на дотичној локацији.

²⁴⁸ У којима је наведена материјализација термичког омотача Стандардних и Унапређених модела.

када посматрани модел припадне неком од нижих енергетских разреда. То конкретно значи да један те исти модел (тј. будући објекат ЈРС) може бити применљив на неким локацијама, а на неким не – што је могуће знати унапред на основу *Табела 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28.*

Ова информација може бити од велике користи пројектанту уколико постоји тенденција да се један исти модел примени на више различитих локација у Србији, или уколико пројектант жели да искористи неко већ готово решење (или претходни пројекат) на некој другој локацији.

Исто тако, унапред је могуће одредити на којој локацији и којим моделом је могуће на пр. постићи енергетски разред "В", као и увидети на којим локацијама који модели не могу да испуне минималне захтеве (енергетски разред "С") и са тим улазним подацима кренути адекватно у процес пројектовања, без бојазни од грубе грешке (као што је субстандардни енергетски разред или одабир неадекватног модела за ту локацију који неће бити у стању да испуни прописани (или жељени) енергетски разред).

7.3.4 Пројектантске препоруке у вези са емисијом CO₂ проузрокованом енергетским потребама објеката ЈРС

Будући објекти ЈРС у Србији свакако ће бити снабдевени неким термотехничким системом који користи неки од енергената. У зависности који од њих ће бити коришћен, зависиће и количина емитованог угљен-диоксида (и степен загађења животне средине)²⁴⁹.

С обзиром на укупне економске прилике у Србији и ниво развијености инфраструктурне мреже, за очекивати је да будући објекти ЈРС буду пројектовани тако да обезбеде корисницима могућност алтернативних начина грејања. Примера ради, објектима ЈРС је до сада (као привремено решење) било обезбеђено грејање путем блоковске котларнице – до тренутка када исти буду прикључени на даљински систем грејања. Уз то, сваком стану у објектима ЈРС обезбеђен је и адекватан број димњачких вертикала (за грејање на чврсто гориво, у случају нужде). На жалост, готово је немогуће спречити кориснике да се по потреби

²⁴⁹ Видети детаљније у поглављу **6.9** ове дисертације.

догревају грејним телима које користе електричну енергију – за коју је претходно утврђено да је, еколошки гледано, најлошије решење. Пракса да објектима ЈРС у Србији обезбеде алтернативни начини грејања се до сада показала као рационална и успешна тако да би се и убудуће требала примењивати.

Ранг листа енергената (од еколошки најповољнијег до еколошки најнеповољнијег) изгледа овако:

1. Дрвена биомаса
2. Гас
3. Даљинско грејање на когенерацију
4. Лож-уље
5. Даљинско грејање на фосилна горива
6. Електрична енергија

На држави Србији је задатак да формулисањем и имплементацијом адекватне националне политике у домену енергетике, инфраструктуре и очувања животне средине створи амбијент за пројектовање, изградњу и адекватно коришћење енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији.

7.3.5 Рангирање Базичних модела према енергетској ефикасности и критеријуму једноставности достизања енергетског разреда "C"

Када је реч о моделима који испуњавају важеће енергетске стандарде, може се извести следећа ранг листа (почев од најефикаснијег до најмање ефикасног Базичног модела)²⁵⁰:

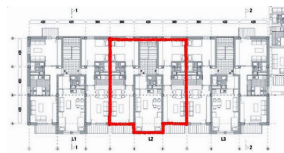
1. Модел М2-Б (објекат величине од 2 до 4 спрата)



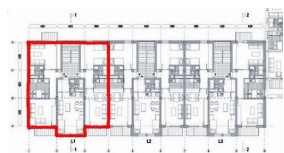
2. Модел М1-Б (објекат до 2 спрата)



3. Модел М4-Б (средишња позиција у једнотракту)



4. Модел М3-Б (крајња позиција у једнотракту)



:

²⁵⁰ У загради је наведен опис модела ради подсећања.

Уколико би се Базични модели рангирани према критеријуму једноставности достизања енергетског разреда "С" (почев од најједноставнијег до најкомпликованијег), редослед би био другачији²⁵¹:

1. **Модел М2-Б (објекат величине од 2 до 4 спрата) и Модел М1-Б (објекат до 2 спрата)** – Да би се постигао енергетски разред "С" било је довољно да се испуни услов $U \leq U_{\max}$ на свим позицијама термичког омотача
2. **Модел М3-Б (крајња позиција у једнотракту)** – испуњен услов $U \leq U_{\max}$ на свим позицијама термичког омотача (на нивоу минимума) није био довољан да модел постигне енергетски разред "С". Да би се то остварило, било је потребно да коефицијент пролаза топлоте (U) на свим позицијама термичког омотача буде знатно мањи од $U_{\max}$.
3. **Модел М4-Б (средишња позиција у једнотракту)** – испуњен услов $U \leq U_{\max}$ на свим позицијама термичког омотача (на нивоу минимума) није био довољан да модел постигне енергетски разред "С". Да би се то остварило, било је не само потребно да коефицијент пролаза топлоте (U) на свим позицијама термичког омотача буде знатно мањи од $U_{\max}$, већ и да се на појединим позицијама примене изолациони материјали бољих термичких карактеристика (XPS уместо EPS).

7.3.6 Рангирање Унапређених модела према енергетској ефикасности

Енергетски разред "В" могуће је постићи архитектонско-грађевинским мерама *искључиво на Моделу М2*, и то само у последње две варијанте (реч је о Унапређеним Моделима М2-У3 и М2-У4). Пројектанти би требало да знају да, код свих осталих Унапређених модела, није могуће термичким унапређењима термичког омотача повећати енергетски разред "С" који је већ постигнут Базичним моделима²⁵².

²⁵¹ О овоме видети детаљније у поглављу 6. ове дисертације.

²⁵² Иако су у оквиру енергетског разреда "С" готово двоструко веће енергетске потребе Унапређеног Модела М4-У1 (59,45 kWh/(m²a)) у односу на Унапређени Модел М2-У2 (31,72 kWh/(m²a)).

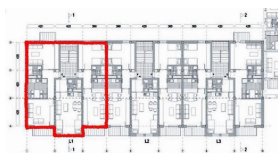
Дакле, када су Унапређени модели у питању, може се извести следећа ранг листа (почев од најефикаснијег до најмање ефикасног):



1. Модел М2-У4 (објекат величине од 2 до 4 спрата)
2. Модел М2-У3 (објекат величине од 2 до 4 спрата)
3. Модел М2-У2 (објекат величине од 2 до 4 спрата)
4. Модел М2-У1 (објекат величине од 2 до 4 спрата)



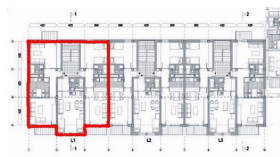
5. Модел М1-У4 (објекат до 2 спрата)
6. Модел М1-У3 (објекат до 2 спрата)
7. Модел М1-У2 (објекат до 2 спрата)
8. Модел М1-У1 (објекат до 2 спрата)



9. Модел М3-У4 (крајња позиција у једнотракту)
10. Модел М3-У3 (крајња позиција у једнотракту)

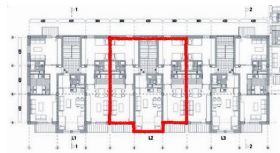


11. Модел М4-У2 (средишња позиција у једнотракту)



12. Модел М3-У2 (крајња позиција у једнотракту)

13. Модел М3-У1 (крајња позиција у једнотракту)



14. Модел М4-У1 (средишња позиција у једнотракту)

7.3.7 Рангирање модела материјализације према потенцијалу за смањење енергетских потреба

Сваки од **Модела М1, М2, М3 и М4** има три категорије енергетске ефикасности који су у овој дисертацији означени као Иницијални, Базични и Унапређени модели. Када се сваки од **Модела М1, М2, М3 и М4** посматра понаособ кроз све три категорије, може се утврдити колико је, процентуално гледано, могуће повећати његову енергетску ефикасност применом архитектонско-грађевинских мера.

Када се опише Иницијални модел као потпуно неприхватљив за будуће објекте ЈРС, онда Базични модели постају референтни, па ранг листа модела материјализације (који ће представљати пројектантски оквир за будуће објекте ЈРС) изгледа овако²⁵³:

1. **Модел М1 (објект до 2 спрата) – 34,1 % мање енергетске потребе**
Унапређеног Модела М1-У4 у односу на Базични Модел М1-Б

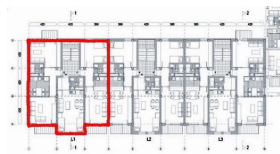


²⁵³ Сумирајући резултате поглавља **6.7 Поређење Модела материјализације према категорији енергетске ефикасности – потенцијал за смањење енергетских потреба Модела ове дисертације.**

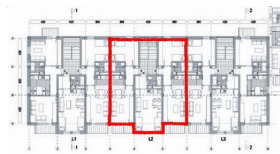
2. **Модел М2 (објекат величине од 2 до 4 спрата) – 28,6 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М2-У4 у односу на Базични Модел М2-Б



3. **Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) – 12,7 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М3-У4 у односу на Базични Модел М3-Б



4. **Модел М4 (средишња позиција у једнотракту) – 8,0 %** мање енергетске потребе Унапређеног Модела М4-У2 у односу на Базични Модел М4-Б



8 ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У овом (закључном) поглављу биће наведени релевантни закључци до којих се дошло у истраживању теме ове дисертације; биће размотрено у којој мери су полазне хипотезе потврђене, испуњене или оповргнуте и биће назначени правци даљег истраживања који се отварају на основу резултата ове дисертације.

8.1 Основни закључци

Главни циљ овог истраживања био је да се формирају, енергетски испитају, анализирају, међусобно упореде и валоризују модели материјализације термичког омотача објеката ЈРС у Србији са аспекта њихове енергетске ефикасности и еколошког утицаја на животну средину.

Генерално гледано, методологија истраживања путем формирања референтних модела није нова, али је у овој дисертацији оригинално примењена на термички омотач објекта (као кључни фактор који утиче на енергетска својства објекта, тј. у овом случају модела). На овај начин је путем ограниченог броја модела представљен читав спектар могућих појединачних случајева који се могу јавити у пракси, чиме ова методологија добија на својој практичној применљивости и постаје употребљив алат који превазилази оквире само овог истраживања и постаје општеприменљив у оквиру струке.

До овог општег циља, који представља финални резултат ове дисертације, дошло се путем више засебних истраживања²⁵⁴ које су имале за циљ:

- 1. Сагледавање енергетски ефикасних концепата просторне организације и материјализације објеката ЈРС, кроз теоријска полазишта и практичну примену у репрезентатвним државама ЕУ.**

На основу анализе европске праксе пројектовања и изградње енергетски ефикасних објеката ЈРС, резултат овог сегмента истраживања је формирање четири модела просторне организације и материјализације који репрезентују најуспешније примере објеката ЈРС у посматраним државама ЕУ.

²⁵⁴ У оквиру ове докторске дисертације.

Ови модели именовани су као Модел ЕУ-1 (Линијски склоп – Једнотракт – Слободностојећи), Модел ЕУ-2 (Линијски склоп – Једнотракти груписани у блок), Модел ЕУ-3 (Тачкасти склоп – Кула) и Модел ЕУ-4 (Мегаструктура).

Код ових модела постигнут је висок ниво енергетских перформанси (реч је о нискоенергетским и Пасивхаус објектима).

2. Сагледавање актуелне ситуације у ЕУ и у Србији у сфери енергетске ефикасности зграда и њене примене на објекте ЈРС.

Овај сегмент истраживања указао је на сличности, разлике и специфичности у третману енергетске ефикасности објеката ЈРС у ЕУ и у Србији; и јасно дефинисао услове у којима ће се реализовати будућа изградња енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији. На бази резултата овог сегмента истраживања установљена је методологија израчунавања енергетских својстава објеката ЈРС у Србији која је примењена у овој дисертацији и која се у свему ослања на Правилник о енергетској ефикасности зграда и остале домаће прописе из овог домена.

3. Анализу карактеристика просторне организације објеката ЈРС у циљу одређивања репрезентативне типологије објеката ЈРС, у изабраним државама ЕУ и у Србији.

У овом сегменту истраживања показало се да није упутно директно применити типологију која репрезентује европске примере ЈРС на објекте ЈРС у Србији, иако у неком сегменту има типолошких поклапања између њих. Због тога је утврђена типологија објеката ЈРС која одговара условима у Србији. Испоставило се да је целокупан актуелни стамбени фонд ЈРС у Србији било могуће представити путем два типа објекта: Тип 1 – "Урбана вила" и Тип 2 – "Једнотракт".

4. Утврђивање критеријума за формирање Модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији, формирање истих и упоредну анализу њихових енергетских својстава и еколошког утицаја на животну средину²⁵⁵.

Бројне постојеће типологије објеката ЈРС формиране су пре свега на критеријумима из домена: потреба корисника социјалног становања, просторно-организационих карактеристика и/или економских параметара, док је по први пут у овој дисертацији начињена типологија објеката ЈРС која узима у обзир енергетска својства самих објеката.

За потребе овог истраживања, основној типологији објеката ЈРС у Србији (која је утврђена у претходном кораку), придодати су критеријуми из домена енергетске ефикасности тако да су препозната укупно четири случаја која су од пресудне важности за енергетска својства објекта. Тако је у наставку овог истраживања "Урбана вила" посматрана кроз два одвојена случаја (односно типа): Тип 1 – "Урбана вила" до 2 спрата и Тип 2 – "Урбана вила" од 2 до 4 спрата; док су у оквиру "Једнотракта" утврђени карактеристични случајеви: Тип 3 – крајња позиција у "Једнотракту" и Тип 4 – средишња позиција у "Једнотракту".

На основу ова четири случаја формиран су модели просторне организације и материјализације именовани као: Модел М1 (објекат до 2 спрата), Модел М2 (објекат величине 2 до 4 спрата), Модел М3 (крајња позиција у једнотракту) и Модел М4 (средишња позиција у једнотракту).

Четири представљена модела имају различите нивое енергетске ефикасности, у зависности од тога које су архитектонско-грађевинске мере примењене при материјализацији њихових термичких омотача. За потребе овог истраживања, енергетска ефикасност сваког од ових модела (изражена преко годишње потребне енергије за грејање) сврстана је у три основне категорије:

- **Иницијални модели** (приказ постојећих објеката онако како су изведени, са свим манама и недостацима).

²⁵⁵ Који се овде односи на годишњу емисије CO₂ по m² грејане површине.

- **Базични модели** (модели материјализације који исуњавају прописане енергетске захтеве, односно потпадају под енергетски разред "C" према важећем Правилнику о енергетској ефикасности)
- **Унапређени модели** (модели које одликују минималне енергетске потребе у оквиру реалних ограничења у Србији, односно имају боље енергетске перформансе него што су прописани минимуми)

На овај начин, формирана су укупно 22 модела просторне организације и материјализације објеката ЈРС у Србији чија су енергетска својства утврђена применом софтвера *KnaufTerm 2 Pro* (који је методолошки усклађен са домаћом правном регулативом из области енергетске ефикасности зграда).

Базични и Унапређени модели представљају будуће, енергетски ефикасне објекте ЈРС у Србији те је стога матријализација њиховог термичког омотача полазиште за пројектовање будућих објеката ЈРС, док су Иницијални модели критика досадашње праксе пројектовања и грађења објеката ЈРС у Србији, са аспекта енергетске ефикасности. Материјализација већине позиција термичког омотача Иницијалних модела показала се неодговарајућом за даљу имплементацију у пракси.

Међусобно поређење модела материјализације спроведено је у више нивоа, и на основу неколико критеријума. Вршена је упоредна анализа Иницијалног, Базичног и Унапређених модела за сваки од Модела М1, М2, М3 и М4. Такође, упоређивани су међусобно Модели М1, М2, М3 и М4 у оквиру исте категорије енергетске ефикасности. Посебни сегменти истраживања у овој дисертацији односили су се на:

- Утицај оријентације Базичних и Унапређених модела према странама света на његове енергетске потребе;
- Утицај географске локације у Србији на енергетска својства модела и
- Емисију CO₂ као последицу енергетских потреба модела

5. Дефинисање пројектантских препорука за просторну организацију и материјализацију објеката ЈРС у Србији у односу на жељени ниво енергетске ефикасности, на основу упоредне анализе посматраних Модела.

Досадашњи резултати истраживања сумирани су у сет пројектантских препорука за просторну организацију објеката ЈРС у Србији и материјализацију њиховог термичког омотача. Обајшњен је утицај оријентације модела према странама света и утицај географске локације на енергетска својства модела одакле су проистикле адекватне пројектантске препоруке. Један део пројектантских препорука односи се на емисију CO₂ као последицу енергетских потреба модела. Моделу су потом ранжирани према критеријумима енергетске ефикасности, према критеријуму једноставности достизања енергетског разреда "C" и према потенцијалу за смањење енергетских потреба.

Сет научно аргументованих пројектантских препорука за конципирање, пројектовање и грађење будућих објеката ЈРС у Србији (потребног нивоа енергетске ефикасности) који је директан продукт овог истраживања је пројектантски алат који може и треба да се користи у свакодневној домаћој пракси. Домаће студије јавно рентално становање углавном не третирају са аспекта енергетске ефикасности зграда, па формиране препоруке представљају унапређење научних знања.

Након завршеног истраживања теме ове дисертације може се, такође, закључити и следеће:

- На нивоу ЕУ постигнут је консензус да нормативи и стандарди (у домену просторног, топлотног, светлосног, звучног и ваздушног комфора и енергетских својстава) за објекте ЈРС не смеју бити нижи него што је државни просек за све остале видове становања – већ исти, или чак и виши (као што је случај на пример у Аустрији). Убудуће, то исто мора да важи и у Србији.
- Не постоје (нити могу постојати) јединствени нормативи и стандарди који би се као такви примењивали у пројектовању енергетски ефикасних

објеката ЈРС у Европској унији²⁵⁶ и у Србији. Ови нормативи и стандарди – са просторно-организационог и енергетског аспекта нису на исти начин дефинисани у посматраним државама, већ су у великој мери међусобно различити и покривају широко поље деловања: од оних који су обавезујући на нивоу државе чланице или ЕУ као целине, преко оних које имају локални или регионални значај, до оних који шире дефинишу област стамбене изградње и који се између осталог односе и на објекте ЈРС. Због тога је неопходно да се и у Србији успостави јединствена добра пракса енергетски ефикасног ЈРС. Резултати овог истраживања директан су допринос томе, пре свега на методолошком плану.

- Практика ЕУ у домену изградње енергетски ефикасних објеката ЈРС далеко је испред српских потреба и могућности те није реално, нити је упутно директно прекопирати било који од утврђених Модела ЕУ-1, ЕУ-2, ЕУ-3 и ЕУ-4 и као такве их применити у Србији²⁵⁷. Због тога је било неопходно да се модели материјализације објеката ЈРС за примену у Србији формирају на основу анализе домаћег постојећег стамбеног фонда ЈРС – што је и учињено.
- Тренутно највећи проблеми у постојећим објектима ЈРС у Србији су: пренасељеност стамбених јединица и субстандардна енергетска својства објеката. Ови недостаци морају бити одмах уклоњени на стратешком и концептуалном нивоу када је реч о ЈРС у Србији.
- Модели материјализације објеката ЈРС за примену у Србији (који су формиран у овој дисертацији) на најбољи могући начин антиципирају спектар будућих објеката ЈРС у типолошком смислу и у смислу материјализације термичког омотача, па би на основу тога било могуће контролисати њихова енергетска својства још у најранијој фази конципирања и пројектовања.

²⁵⁶ Са посебним освртом на посматране државе чланице – Аустрију, Немачку, Француску, Холандију и Велику Британију

²⁵⁷ Видети детаљније у поглављу 3.5 Применљивост Модела ЕУ 1-5 у Србији ове дисертације.

- Методологија за формирање, анализу и валоризацију модела материјализације која је дефинисана у овој дисертацији примарно је намењена пројектовању (реалних) будућих објеката ЈРС у Србији, али њена применљивост у великој мери превазилази оквире ЈРС. Њена употребљивост је могућа у оквирима енергетске ефикасности стамбених зграда како у Србији тако и шире.

8.2 Основаност полазних хипотеза

У овом одељку направиће се осврт на полазне хипотезе и утврдити у којој мери су оне потврђене, испуњене или оповргнуте.

Прва полазна хипотеза гласи: **Објекти јавног ренталног становања пружају оптималну могућност за примену решења просторне организације и материјализације који омогућавају остварење енергетске ефикасности зграде.**

Из претходне анализе изабраних објеката ЈРС који представљају примере добре праксе у посматраним државама ЕУ²⁵⁸, може се закључити да објекти ЈРС заиста пружају оптималну могућност за примену ЕЕ решења просторне организације и материјализације (с обзиром на многобројне изграђене нискоенергетске и Пасивхаус објекте ЈРС) - чиме је потврђена прва хипотеза из поглавља 1.3 ове дисертације.

Друга полазна хипотеза гласи: **Практична искуства одабраних земаља ЕУ у домену пројектовања и изградње енергетски ефикасних објеката ЈРС могуће је представити кроз одређене референтне моделе просторне организације и материјализације.**

²⁵⁸ Видети поглавље 2.3 Опште карактеристике, специфичности и ограничења анализираних примера изведених објеката ЈРС у одабраним државама ЕУ – критика, дискусија, сумирање резултата ове дисертације

На основу резултата из Поглавља 2.4 ове дисертације²⁵⁹ – практична искуства одабраних земаља ЕУ у домену пројектовања и реализације енергетски ефикасних и одрживих објеката ЈРС је било могуће представити кроз одређене референтне моделе просторне организације и материјализације – чиме је потврђена друга хипотеза из поглавља 1.3 ове дисертације.

Трећа полазна хипотеза гласи: **Примена референтних модела просторне организације и материјализације (који су настали на бази европске архитектонско-грађевинске праксе) у пројектовању и изградњи објеката ЈРС у Србији била би адекватна и резултирала би објектима ЈРС добрих енергетских својстава.**

Трећа полазна хипотеза потврђена је само делимично, јер се испоставља да су само два од пет дефинисаних модела ЕУ 1-5 применљива у Србији, и то искључиво у делу који се тиче морфолошко-организационих карактеристика, али не и у домену постигнутог нивоа енергетске ефикасности.

Четврта полазна хипотеза гласи: **Објекте ЈРС који су изграђени у Србији могуће је представити кроз одређене референтне моделе просторне организације и материјализације који би били адекватан образац за пројектовање и градњу будућих енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији.**

Четврта полазна хипотеза је у потпуности потврђена, што се најбоље може видети из Поглавља 4, 5, 6 и 7 ове дисертације која се баве формирањем, анализом и валоризацијом управо ових модела и успостављањем адекватних пројектантских препорука за објекте ЈРС које репрезентују ти модели.

Референтних модела просторне организације и материјализације који би – како се каже у четвртој полазној хипотези - били адекватан образац за пројектовање и градњу будућих енергетски ефикасних објеката ЈРС у Србији – има укупно осамнаест – како је утврђено у овом истраживању²⁶⁰. Реч је о Базичним и Унапређеним Моделима М1 (објекат до 2 спрата), М2 (објекат

²⁵⁹ 2.4 Модели просторне организације објеката ЈРС проистекли из анализе праксе држава ЕУ

²⁶⁰ Видети детаљније *Табелу 4.1.*

величине од 2 до 4 спрата), М3 (крајња позиција у једнотракту) и М4 (средишња позиција у једнотракту).

Пета полазна хипотеза гласи: **Дефинисањем карактеристичних модела материјализације термичког омотача објеката ЈРС у Србији и утврђивањем методолошког приступа и критеријума за њихову валоризацију, могуће је формулисати препоруке за пројектовање објеката ЈРС који би, у сваком конкретном случају, могли да задовоље жељени ниво енергетске ефикасности.**

И ова полазна хипотеза је у потпуности потврђена. Поглавље 7 *Пројектантске препоруке за енергетски ефикасне објекте ЈРС у Србији* ове дисертације – управо резимира и формулише препоруке за пројектовање објеката ЈРС који би, у сваком конкретном случају (то јест на некој конкретној локацији у Србији), могли да задовоље жељени ниво енергетске ефикасности.

Пројектантске препоруке се базирају на резултатима овог истраживања и упућују пројектанте на методологију²⁶¹ за избор најоптималнијег модела материјализације за микроклиматске услове на конкретној локацији и пројектовани ниво енергетске ефикасности.

8.3 Правци даљих истраживања

Даља истраживања, која би се могла директно или индиректно надовезати на резултате истраживања ове дисертације, могу да теку у неколико различитих правца (који не морају обавезно да имају везе са ЈРС):

1. **Примена методологије формирања модела материјализације и примена појединих резултата из ове дисертације на друге врсте стамбених објеката у Србији** – Методологија и критеријуми анализе, упоредне анализе и валоризације модела који су дефинисани у овој дисертацији могу се успешно применити и на моделе материјализације који репрезентују неки други вид становања у Србији (осим ЈРС). Најбољи

²⁶¹ Која је дефинисана у овој дисертацији.

пример за то је могућност употребе *Табела 6.25, 6.26, 6.27 и 6.28* (које приказују промене енергетских потреба модела за места у Србији) за пројектовање неког конкретног објекта на задатој локацији (који би по својим основним карактеристикама могао да се сврста у неки од већ формираних Модела М1, М2, М3 и М4). Истраживање о утицају оријентације објекта према странама света на његове енергетске потребе такође може бити од користи и за друге врсте објеката које одговарају утврђеним моделима.

2. Подробније истраживање енергетске ефикасности варијантних пројектних решења сваког од Модела М1, М2, М3 и М4 понаособ – У овој дисертацији основне физичке карактеристике модела се нису мењале приликом промена на термичком омотачу модела. Један од праваца даљег истраживања могао би да буде управо супротан принцип – промена физичких карактеристика модела уз задржавање жељеног архитектонског склопа термичког омотача. На тај начин би се формирала архитектонска алтернативна решења неког модела чија би се енергетска својства упоредно анализирила и валоризовала. Варијантна пројектна решења би могла обухватити:

- Варијанте са стамбеним поткровљем или са негрејаним таванским простором
- Варијанте са негрејаним и са грејаним подрумом
- Варијанте са грејаним и негрејаним степенишним простором
- Варијанте са застакљеним балконима и/или лођама и са отвореним балконима и/или лођама
- Варирање процента застакљења фасада
- Комбинација две или више претходно наведених варијанти

3. Преиспитивање и ревизија одређених стандарда из домена енергетске ефикасности зграда – Истраживање енергетских карактеристика Модела М3 (крајња позиција у једнотракту) и М4 (средишња позиција у једнотракту) показало је да је (са аспекта енергетске ефикасности) повољније да објекат има три фасаде и једну дилатацију него две фасаде и

две дилатације – што је супротно логици и свакодневном искуству²⁶². Разлози за ову нелогичност су: Фактор корекције температуре (F_{xi}) који за позицију дилатационог зида износи 0,8²⁶³ и утицај соларних добитака на Моделе М3 и М4. Према актуелној интерпретацији, постојање суседног објекта снижава спољну температуру на месту дилатације за 20%. Са друге стране, соларни добици у великој мери утичу на смањење енергетских потреба објекта, па тако Модел М4 не само да на позицијама дилатационих зидова има спољну температуру која је веома блиска спољној температури за позицију фасадног зида, већ преко истих не остварује никакве соларне добитке. Соларни добици код Модела М3, међутим, у великој мери компензују његове трансмисионе губитке кроз позиције фасадних зидова. Поврх свега, проценат застакљења Модела М4 је већи него код Модела М3 – а научно је доказано да су највећи трансмисиони губици топлоте управо кроз транспарентне површине – па је тако, према валидним резултатима софтверских симулација, енергетски неповољнија средишња позиција у једнотракту од крајње позиције – што је невероватно и буди сумњу у исправност улазних параметара. Уочена нелогичност захтевала би посебно истраживање како би се научним методом утврдило на који начин треба кориговати одређене стандарде енергетске ефикасности зграда (конкретно F_{xi}) како би енергетска својства модела која се добијају софтверским симулацијама одговарала оним стварним.

4. **Економска анализа различитих варијанти материјализације термичког омотача посматраног Модела** – Овакво истраживање обухватило би упоредну анализу предмера и предрачуна свих позиција који се односе на термички омотач посматраних модела као и енергетских потреба тих модела, како би се успоставила корелација између ова два битна аспекта. Корак даље била би анализа повраћаја уложених средстава у односу на иницијалне трошкове материјализације термичког омотача – у

²⁶² Из свакодневног искуства знамо да је у просторијама које према сољашњем простору имају мањи број површина (средшње позиције) "топлије" у односу на просторије које се налазе на крајњим позицијама објекта јер је мањи број површина преко којих се одаје топлота, а и забатне стране средишних ламела се граниче са просторима који се греју.

²⁶³ Ради поређења, F_{xi} за фасадни зид износи 1,0.

временском и финансијском смислу – до које би дошло услед смањених месечних рачуна за грејање због смањених енергетских потреба изабраног решења.

5. Могућности унапређења енергетске ефикасности Модела током његовог експлоатационог периода – Током експлоатационог периода објекта (представљеног Моделом), можемо очекивати следеће интервенције:

- Реконструкција фасаде и крова
- Замена фасадне столарије; застакљивање балкона и лођа
- Надградња
- Адаптација тавана у стамбено поткровље
- Поправка (замена) дотрајалих електроинсталација

Овакве интервенције представљају прилику да се унапреди енергетска ефикасност објекта тако што ће се на место дотрајалих елемената уградити они бољих енергетских карактеристика. Штавише, о аспекту унапређења енергетских карактеристика током експлоатационог века објекта може се мислити већ у иницијалној фази конципирања и пројектовања, с обзиром да је реконструкција објекта (или неког његовог дела) у ближој или даљој будућности извесна. Овде се ради о некој врсти "еволуције" модела кроз време. Наведене интервенције могу се унапред предвидети као касније фазе изградње објекта.

6. Спровођење истраживања идентичног овом у дисертацији, узимајући у обзир укупне енергетске потребе објекта – Када се (једнога дана у будућности) на националном нивоу одабере адекватан програмски пакет, изражавање енергетског разреда и енергетских потреба објекта вршиће се на основу годишње потребне енергије за грејање, хлађење, припрему санитарне топле воде, вентилацију и осветљење. У том тренутку биће неопходно да се сви резултати претходних истраживања (која су третирали искључиво потребну енергију за грејање) провере и за случај укупних енергетских потреба модела (односно објекта) и да се на основу тога изведу адекватни закључци.

9 ЛИТЕРАТУРА И ДРУГИ ИЗВОРИ (према азбучном реду)

1. Бајлон, М. (1975): *Стан у Београду*, Архитектура и урбанизам бр.74-77, Београд
2. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): *Innovative Gebäude in Österreich - Österreichische Demonstrationsgebäude und Leitprojekte aus dem Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“*, BMVIT, Wien
3. Bertez, J.L. (2009): *The passive stake. Strategic overview on a global, structured and sustainable way for "efficient building"*, Zenergie, Talloires, France
4. Боровница, Н. (1991): Параметри за планирање и пројектовање становања у градским насељима, ИАУС, Београд, стр.31
5. Breuste, J., Riepel, J. (2007): *SOLARCITY LINZ/AUSTRIA – A EUROPEAN EXAMPLE FOR URBAN ECOLOGICAL SETTLEMENTS AND ITS ECOLOGICAL EVALUATION*, Paris-Lodron University of Salzburg, Austria
6. Build Up, 2009. *World largest Passive House settlement "Eurogate" started in Vienna*. Available at: <http://www.buildup.eu/cases/6891> [Accessed 10 March 2010]
7. Весић, У. (2012): *Утицај гаражирања возила на пројектовање и реализацију стамбено-пословних објеката за тржиште у централним градским зонама у Београду*, Часопис "ТЕХНИКА Наше грађевинарство", бр. 1 2012., Београд, стр.31 – 42
8. Wohnraumförderungsgesetz WoFG, 2006
9. Генерални план Београда 2021, Службени лист града Београда, бр.27/03
10. 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 Rewiews, Volume 15, Issue 3, april 2011, Elsevier, pp. 1533-1544
11. Guttman, R. (2007): *SolarCity Linz-Pichling – Sustainable City Development: Comprehensive Sociocultural Planning*, SolarCity, Linz, Austria
12. Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020
13. DIRECTIVE 2002/91/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2002 on the energy performance of buildings
14. DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)
15. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources
16. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources
17. Droste, C. and Knorr-Siedow, T. "Social Housing in Germany", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 90-104
18. Elsinga, M. and Wassenberg, F. "Social Housing in Netherlands", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 130-147
19. European Liaison Committee for Social Housing, The federation of public, cooperative and social housing. Више информација доступно је на званичном сајту ове организације: www.housingeurope.eu

20. Закон о планирању и изградњи ("Сл. гласник РС", бр.72/2009, 81/2009-испр., 64/2010 – одлука УСС, 24/2011, 121/2012,42/2013 – одлука УСС, 50/2013 – одлука УСС и 98/2013 – одлукаУСС)
21. Закон о стамбеним односима, Сл. гласник СРС, бр. 12/90, 47/90, 55/90 и Сл. гласник РС, бр. 3/90 и 7/90
22. Закон о становању, Сл. гласник РС, бр. 50/92
23. Закон о социјалном становању, Сл. гласник РС, бр. 72/2009
24. *Zero energy buildings: A critical look at the definition.* , доступно на: http://www.nrel.gov/sustainable_nrel/pdfs/39833.pdf
25. IG Passivhaus, 2009. *Wien ist Vorreiter im Bereich der Passivhaus-Sanierungsförderung.* Available
26. *ISIS demonstration housing project in Freiburg, Germany*, Доступно на: http://www.ecbcs.org/docs/Annex_38_Germany_Freiburg.pdf , 30.12.2012.
27. Јовановић-Поповић, М., Игњатовић, Д., Рајчић, А., Ђукановић, Ј., Ђуковић-Игњатовић, Н., Недић, М. (2012): *Атлас породичних кућа Србије*, Архитектонски факултет Универзитета у Београду (ISBN 978-86-7924-074-3)
28. Јовановић-Поповић, М., Игњатовић, Д., Рајчић, А., Ђукановић, Ј., Ђуковић-Игњатовић, Н., Недић, М. (2013): *Атлас вишепородичних зграда Србије*, Архитектонски факултет Универзитета у Београду (ISBN 978-86-7924-101-6)
29. Kotic,T., Krstic-Furundzic, A., Rajcic, A., Maksimovic, D. *Improvement of Energy Performances of Dwelling Housing in Belgrade*, Proceedings of the PLEA 2009. - Architecture, Energy and the Occupant's Perspective, Editors: C. Demers, A. Potvin, Les Presses de l'Universite. Laval, Quebec City, Canada, 2009., pp. 603-608.
30. Krstic Furundzic, A., Kosoric, V., Golic, K. (2012), "Potential for reduction of CO2 emissions by integration of solar water heating systems on student dormitories through building refurbishment", Sustainable Cities and Society, Editor: Prof. Saffa Riffat, Volume 2, Issue 1, February 2012, Elsevier, pp. 50-62.
31. Krstic-Furundzic, A., Djukic, A., "Assessment of suburban apartment buildings refurbishment from energy and environmental aspects", Proceedings of the 3st International Exergy, Life Cycle Assessment and Sustainability Workshop&Symposium-ELCAS 3, Koroneos K., Rovas D., Dompras A. (Eds.), COST, UNEP/SETAC, Nisyros Island, Grčka, 2013., pp. 107-116.
32. Krstić-Furundžić, A., Kosić, T., Grujić, M., *Energetski aspekt obnove prefabrikovanih stambenih objekata u Beogradu* , Zbornik radova Savetovanja: Savremeni materijali i postupci sanacije građevinskih objekata, Udruženje inženjera građevinarstva, geotehnike, arhitekture i urbanista "Izgradnja" i Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, 2013, str. 81-96.
33. Krstic-Furundzic, A., Djukic, A., "Improvement of the suburban housing; Case Study: Karaburma, Belgrade, Serbia", chapter of the monograph "Improving the Quality of Suburban Building Stock, COST Action TU0701", Volume 2, edited by Roberto Di Giulio, Universita di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Unife Press, Italy, 2012., pp. 205-213.
34. Krstic-Furundzic, A., "Energy efficiency", chapter of the monograph "Suburbanscapes", COST Action TU0701, edited by Roberto Di Giulio, Universita di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Alinea Editrice, Florence, Italy, 2012., pp. 31-36.
35. Krstic-Furundzic, A., Kosoric, V., "Improvement of energy performances of existing buildings by application of solar thermal systems", članak u časopisu Spatium, International Review, broj 20, IAUS, septembar 2009., pp. 19-22.
36. Krstic-Furundzic, A., Djukic, A., "Serbia", poglavlje u međunarodnoj monografiji "European Carbon Atlas, Low Carbon Urban Built Environment", edited by Phil Jones, Paulo Pinho, Jo Patterson, Chris Tweed, European Science Foundation-COST C23 Action, The Welsh School of Architecture, Cardiff University, Wales, UK, 2009., pp. 156-170.

37. Krstic-Furundzic, A., Kotic, T., Grujic, M., *Economic analysis of Improvement of Energy Performances of Dwelling Housing in Belgrade*, Eleventh World Renewable Energy Congress and Exhibition - WREC 2010, United Arab Emirates, Abu Dhabi, 2010., pp. 591-596.
38. Krstic, A. & Rajcic, A., *Improvement of thermal performances of external walls aimed to produce energy rational buildings*. Proceedings of The 3^o International Conference for Teachers of Architecture, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford, 2000.
39. Levy-Vroelant, C. and Tutin, C. "Social Housing in France", *Social Housing in Europe*, Ed. Whitehead, C. and Scanlon, K. (London: London School of Economics and Political Science, 2007), pp. 70-87
40. Лојаница, В. (2013): *Архитектонска организација простора СТАНОВАЊЕ тематске целине*, Универзитет у Београду, Архитектонски факултет, Београд
41. *LOW ENERGY BUILDINGS IN EUROPE: CURRENT STATE OF PLAY, DEFINITIONS AND BEST PRACTICE*, доступно на http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf , 19.10.2012.
42. Mikulits, R. (2008): *The legal two-tier approach in the new Austrian Building Codes*, Austrian Institute of Construction Engineering (OIB), Vienna
43. Mila Pucar: *PRINCIPLES OF ECOLOGICAL AND ENERGY EFFICIENT URBAN PLANNING AND APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES – PRESENT CONDITIONS AND POSSIBILITIES*, International Scientific Conference: "Sustainable Spatial Development of Towns and Cities, Thematic Conference Proceedings - Volume 1, 2007.str. 247-278.
44. Mila Pucar, Marina Nenković-Riznić: *Legislative and Policy in Energy Efficient Designing and Renewable Energy Sources – Application in Serbia*, International Review "Spatium", No 15-16, Institute of architecture and urban and spatial planning of Serbia, Belgrade, 2007, p.p. 66-71 ISSN 1450-569X
45. Mila Pucar, Snežana M. Petrović: *Establishing potentials for improving energy efficiency of existing buildings*, International Academic and Professional Conference "Architecture and Urban Planning, CivilEngineering, Geodesy - past, present, future", Faculty of Architecture University of BanjaLuka, 2011, str.507-512, ISBN 978-99955-667-7-7, COBISS.BH-ID 2399512
46. Mila Pucar, Snežana M.Petrović: *DESIGN AND BUILDING PRINCIPLES FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS*, VIII International Scientific Technical Conference: *Conemporary Theor. and Practice in Building Development*, Banja Luka, 2012. Zavod za izgradnju Banjaluka, AGF Banjaluka. Str. str. 1 – 20
47. Mila Pucar, Snežana Petrović: *Zelena infrastruktura i zgrade kao elementi integralnog projektovanja održivih zgrada i naselja (Green Infrastructure and Buildings as Elements of Integrated Design for Sustainable Buildings and Settlements)*, The Proceedings / 44th International Congress & Exhibition on Heating, Refrigeration and Air Conditioning, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), Društvo za grejanje, hlađenje i klimatizaciju (KGH) Srbije., 2013, pp. 161-168, ISBN 978-86-81505-70-0
48. Мила Пуцар: „БИОКЛИМАТСКА АРХИТЕКТУРА – застакљени простори и пасивни соларни системи“ Монографија, Посебна издања/ИАУС, бр.45, 2006, 246 страна, око 400 слика и цртежа, табела, графикана; индекс имена и појмова. ISBN 86-80329-41-X
49. Мила Пуцар, Марина Ненковић: *Пројектовање нових и реконструкција постојећих градских блокова са аспекта повећања енергетске ефикасности – светска искуства и локалне препоруке*, Часопис Архитектура и урбанизам, бр. 18/19. децембар 2006. стр. 7-17. YU ISSN 0354-6066
50. Mila Pucar *ENERGETSKI EFIKASNA IZGRADNJA - PUT KA ODRŽIVOM RAZVOJU ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION – PATH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT* Konferencija "GRADITELJSTVO I ODRŽIVI RAZVOJ", Društvo za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija Srbije i Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2009, BEOGRAD, str. 17-34. ISBN 978-86-7892-158-2

51. Мила Пуцар, Милан Пајевић, Милица Јовановић-Поповић: Биоклиматско планирање и пројектовање - урбанистички параметри, 132.стр. 213 слика, 165 библиографских јединица, Завет, Београд 1994. ISBN 86-7034-003-8
52. McGraw-Hill Constructions (2013): *World Green Building Trends – Business Benefits Driving New and Retrofitting Market Opportunities in Over 60 Countries*, McGraw-Hill Constructions, Massachusetts, USA
53. Одлука о условима и техничким нормативима за пројектовање стамбених зграда и комплекса, Службени лист града Београда, бр.32/83
54. Passivhaus Institut, official website <http://www.passiv.de>
55. *Passive house requirements*, доступно на: http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm , 20.10.2012. године
56. Правилник о техничким нормативима за склоништа, "Службени листу СФРЈ", бр. 55/83
57. Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, Сл. гласник РС, бр. 69/2012
58. Правилник о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр.061/2011)
59. Правилник о техничким нормативима за склоништа, "Службени листу СФРЈ", бр. 55/83 од 21.10.1983. године.
60. Pham, D. (2010): *Architect Jean Nouvel Unveils Masterplan for Sequin Island in France*, <http://inhabitat.com/architect-jean-nouvel-unveils-masterplan-for-seguin-island-in-france/> доступно 02.01.2013.
61. Richards Partington Architects, (2010): *Housing standards: evidence and research Mapping existing housing standards*, CABE, London
62. Sanja Stevanović, Mila Pucar, Vesna Kosorić : Potential Solar Energy Use in a Residential District in Niš, International review "Spatium", No.20 decembar 2009. Institute of architecture and urban&spatial planning of Serbia, p.p.9-18 ISSN 1450-569X
63. Snežana Petrović, Mila Pucar, Sanja Simonović Alfrević: ANALYSIS OF INTERACTION BETWEEN BUILDINGS AND SURROUNDINGS – OPTIMIZATION OF SUSTAINABILITY LEVEL (Analiza međusobnog uticaja objekta i okoline – optimizacija stepena održivosti) Conemporary Theor and Practice in Building Development, Banja Luka, X International Scientific Technical Conference: Conemporary Theory and Practice in Building Development, Banja Luka, (X Међународни научни skup: Savremena teorija i praksa u građevinarstvu), 2014, Zavod za izgradnju Banjaluka, Republika Srpska, Str. 195-205, ISBN: 978-99955-630-8-0
64. Табела 3.4.1.3 Правилника о енергетској ефикасности зграда (Сл. гласник РС, бр. 061/2011)
65. Traberspurg, M. (2010): *The Principles of Passive House Technology & The Design of the Austrian House*, 1st AUSTRIAN PASSIVE HOUSE FORUM, Whistler, British Columbia, Canada
66. Thomsen, K.E., Wittchen, K.B, EuroACE (2008): *European national strategies to move towards very low energy buildings*, SBI, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg University, Hørsholm
67. Thullner K. (2010): *Low-energy buildings in Europe –s tandards, criteria and consequences. A study of nine European countries*, Avdelningen för installationsteknik Institutionen för bygg-och miljöteknologi Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund, Sweden
68. Treberspurg, M., Ertl, U. (2007): *PASSIVE HOUSE TECHNOLOGY FOR MULTIPLE-UNIT HOUSES IN VIENNA AND LOWER AUSTRIA*, CESB 07 PRAGUE Conference, Session M4B: Building Design 2, Prague, Czech Republic
69. УН-ХАБИТАТ, (2008): *КЊИГА О СИРП-У Програм становања и трајне интеграције избеглица у Србији 2005-2008*, УН-ХАБИТАТ Београд, Београд

70. УН-ХАБИТАТ, (2008): *СОЦИЈАЛНО СТАНОВАЊЕ Резултати УН-ХАБИТАТ СИРП програма у изградњи социјалних станова у Србији од 2005. до 2008.*, УН-ХАБИТАТ Канцеларија у Београду, Београд
71. Voss, W. (2012): *Promoting Affordable Housing within Market Economy*, FIG Working Week 2012, Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage Rome, Italy, 6-10 May 2012
72. Fondation Abbé Pierre, Rapport sur le mal logement en France, Paris, 2005
73. http://www.dgnb.de/dgnb-system/en/system/certification_system/
74. <http://igpassivhaus.at/Österreich/Aktuelles/tabid/62/Announcement983/233/language/de-DE/Default.aspx> [Accessed 10 March 2010]
75. http://www.e-architect.co.uk/paris/zac_seguin_boulogne_billancourt.htm , 02.01.2013.
76. <http://www.aireo-energies.fr/tres-haute-performance-energetique-thpe-et-thpe-enr/> , 02.01.2013.
77. http://housingprototypes.org/project?File_No=NL008 , 08.01.2013.
78. <http://www.epbd-ca.eu/>
79. <http://www.mvrdv.nl/#/office/profile>
80. <http://www.archined.nl/oem/reportages/parkrand/parkrand-eng.html>
81. http://housingprototypes.org/project?File_No=NL008
82. http://www.hespul.org/IMG/pdf/StudyTravelNetherlands_May2008_light.pdf
83. <http://www.vauban.de/info/abstract.html>
84. <http://www.chri.nl/ch/projecten/spraakmakend-woonproject-parkrand-in-amsterdam.asp> , 09.01.2013.
85. <http://www.help-serbia.org.rs/>
86. <http://www.ytong.rs/>
87. <http://www.stirofert.com/>
88. <http://densityarchitecture.wordpress.com/2013/01/21/formal-typologies-of-dense-residential-architectures/>
89. CABE - Commission for Architecture and the Built Environment. Више информација на: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cabe.org.uk/about-cabe>
90. CECODHAS Housing Europe (2011): *Housing Europe Review2012*, p.23
91. Council resolution (85/C136/01) on a new approach to technical harmonization and standards [1985] OJC136, 04/06/1985, 1-9

ПРИЛОГ 1:



Термички омотач Иницијалног Модела М1-И чине позиције следећег састава:

Спољни зид (С31):

Површина склопа: 356,32 m²

U=0,53 W/(m²K)

Продужни кречни малтер	2 cm
Гитер блок	25 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Стиропор (30 kg/m ³)	5 cm
Силиконски фасадни малтер	1 cm

Дилатациони зид (Д31):

Површина склопа: 38,42 m²

U=0,33 W/(m²K)

Продужни кречни малтер	2 cm
Гитер блок	25 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Стиропор (30 kg/m ³)	5 cm

Кос кров изнад**грејаног простора (KK1):**Површина склопа: 4,82 m²**U=0,47 W/(m²K)**

Битуменска лепенка	1 cm
ОСБ плоча	2,5 cm
Ваздушни слој	8 cm
Стаклена вуна	6 cm
ПЕ фолија	
ТМ таваница	20 cm
Продужни кречни малтер	2 cm

Фасадна столарија (ПР 1):Површина склопа: 63,16 m²**U=2,8 W/(m²K)**

5-коморни ПВЦ профили застакљени
двоструким нискоемисионим стаклом
(са испуном од ваздуха)
d=(4+16+4) mm, без застора

Врата према**негрејаном простору (УВ1):**Површина склопа: 25,20 m²**U=3 W/(m²K)**

Дрвена дуплошперована врата
са испуном од картонског саћа

Зид према негрејаном**степенишном простору (У31):**Површина склопа: 38,42 m²**U=1,31 W/(m²K)**

Продужни кречни малтер	2 cm
Гитер блок	19 cm
Цементни малтер	2 cm

Међуспратна конструкција**испод негрејаног простора****(МСК1):**Површина склопа: 89,86 m²**U=0,46 W/(m²K)**

Цементни естрих	3 cm
ПЕ фолија	
Стаклена вуна (80 kg/m ³)	6 cm
ПЕ фолија	
ТМ таваница	20 cm
Продужни кречни малтер	1,5 cm

Под на тлу (ПНТ1 и ПНТ2):

Површина склопа (ПНТ1): 80,30 m²

U=0,42 W/(m²K)

Површина склопа (ПНТ2): 25,80 m²

U=0,47 W/(m²K)

$\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$

Термоизолација 6 cm

ПРИЛОГ 2:



Термички омотач Иницијалног Модела М2-И чине позиције следећег састава:

Спољни зид (Ф31):

Површина склопа: 995,66 m²

U=0,58 W/(m²K)

Продужни кречни малтер	2 cm
Гитер блок	19 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Стиропор (30 kg/m ³)	5 cm
Силиконски фасадни малтер	1 cm

Раван кров изнад

грејаног простора (РК1):

Површина склопа: 11,40 m²

U=0,67 W/(m²K)

Клинкер плочице	1,2 cm
Цементни естрих	3 cm
Битуменска хидроизолација	0,3 cm
ПЕ фолија	
Камена вуна (165 kg/m ³)	5 cm
Армирани бетон	10 cm
Продужни кречни малтер	2 cm

Кос кров изнад

грејаног простора (КК1):

Површина склопа: 73,43 m²

U=0,42 W/(m²K)

Битуменска лепенка	1 cm
ОСБ плоча	2,5 cm
Ваздушни слој	8 cm
Стаклена вуна	6 cm
ПЕ фолија	
ТМ таваница	20 cm
Продужни кречни малтер	2 cm

Међуспратна конструкција

изнад спољног простора (EP1):	Ламинат на филцу	1,5 cm
Површина склопа: 11,40 m ²	Цементни естрих	5 cm
U=0,60 W/(m²K)	Армирани бетон	20 cm
	Грађевински лепак	0,5 cm
	Сиропор (30 kg/m ³)	2 cm
	Грађевински лепак	0,5 cm
	Силиконски кречни малтер	1,5 cm

Фасадна столарија (ПР 1):

Површина склопа: 188,66 m ²	5-коморни ПВЦ профили застакљени
U=2,8 W/(m²K)	двоструким нискоемисионим стаклом
	(са испуном од ваздуха) d=(4+16+4) mm,
	без застора

Фасадна столарија (КП 1):

Површина склопа: 10,60 m ²	Дрвени рам застакљен двоструким стаклом
U=2,8 W/(m²K)	(са испуном од ваздуха) d=(6+12+6) mm,
	без еслингер ролетни или других застора

Врата према

негрејаном простору (УВ1):	Метална сигурносна врата
Површина склопа: 81,51 m ²	термоизолована
U=1,5 W/(m²K)	

Зид према негрејаном

степенишном простору (УЗ1):	Продужни кречни малтер	2 cm
Површина склопа: 229,60 m ²	Армирани бетон	20 cm
U=1,14 W/(m²K)	Грађевински лепак	0,5 cm
	Сиропор (30 kg/m ³)	2 cm
	Грађевински лепак	0,5 cm
	Силиконски кречни малтер	1,5 cm

Међуспратна конструкција**испод негрејаног простора (ТТ1):**Површина склопа: 156,08 m²**U=0,30 W/(m²K)**Стаклена вуна (80 kg/m³) 10 cm

ПЕ фолија

Гипс-картон плоче 1.25 cm

Међуспратна конструкција**изнад негрејаног простора****(МК1):**Површина склопа: 154,89 m²**U=0,55 W/(m²K)**

Ламинат на филцу 1 cm

Цементни естрих 5 cm

ПВЦ на филцу 0,5cm

Армирани бетон 14 cm

Грађевински лепак 0,5 cm

Сиропор (30 kg/m³) 5 cm

Грађевински лепак 0,5 cm

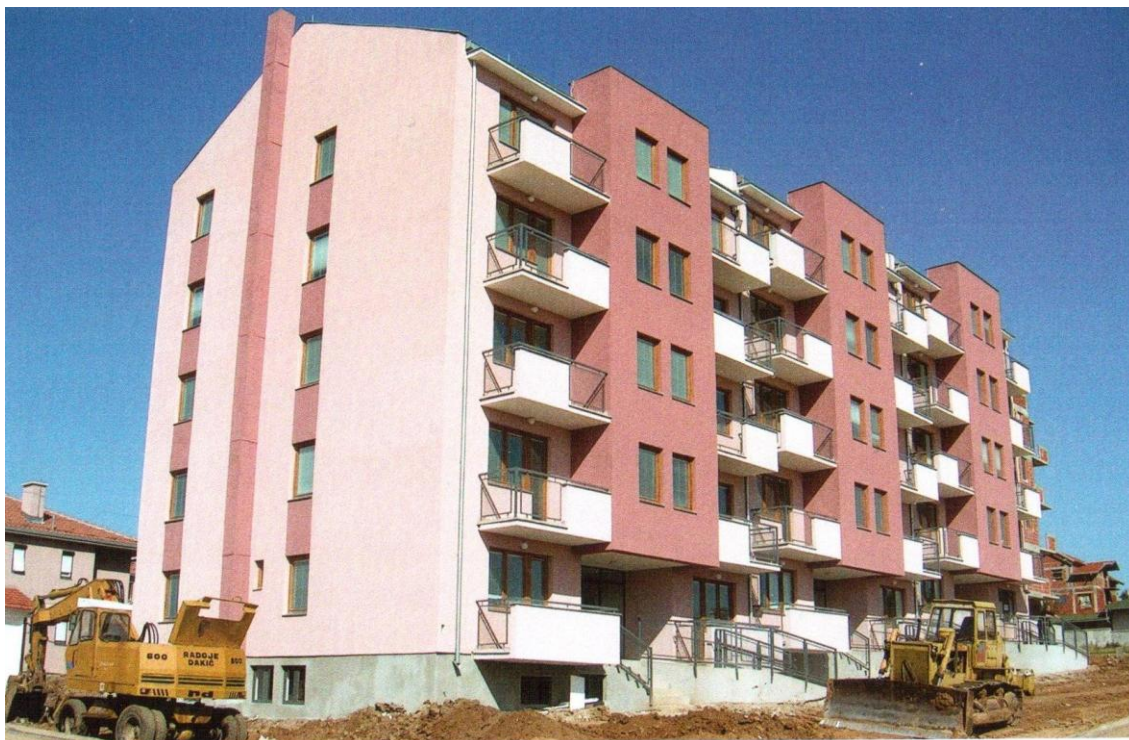
Силиконски кречни малтер 1,5 cm

Под на тлу (ПНТ1):Површина склопа: 145,74 m²**U=0,39 W/(m²K)**

Термоизолација 5 cm

 $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$

ПРИЛОГ 3:



Термички омотач Иницијалних Модела М3-И и М4-И чине следеће позиције:

Спољни зид (Ф31):

Површина склопа: 350,39 m²

U=0,53 W/(m²K)

Продужни кречни малтер	2 cm
Гитер блок	25 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Стиропор (30 kg/m ³)	5 cm
Силиконски фасадни малтер	1 cm

Спољни зид (Ф32):

Површина склопа: 41,71 m²

U=0,65 W/(m²K)

Продужни кречни малтер	2 cm
Армирани бетон	25 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Стиропор (30 kg/m ³)	5 cm
Силиконски фасадни малтер	1 cm

Дилатациони зид (Д31):

Површина склопа: 165,45 m²

U=0,32 W/(m²K)

Продужни кречни малтер	2 cm
Гитер блок	25 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Стиропор (30 kg/m ³)	10 cm

Дилатациони зид (Д32):Површина склопа: 22,15 m²**U=0,36 W/(m²K)**

Продужни кречни малтер 2 cm

Армирани бетон 25 cm

Грађевински лепак 0,5 cm

Стиропор (30 kg/m³) 10 cm**Међуспратна конструкција****изнад спољног простора (СК1):**Површина склопа: 11,85 m²**U=0,6 W/(m²K)**

Ламинат на филцу 1 cm

Цементни естрих 5 cm

ПЕ фолија

Сиропор (30 kg/m³) 2 cm

ТМ таваница 20 cm

Плоче од дрвене вуне 5 cm

Продужни кречни малтер 1,5 cm

Фасадна столарија (ПР 1):Површина склопа: 97,60 m²**U=1,5 W/(m²K)**

Дрвена столарија застакљена

двоструким нискоемисионим стаклом

(са испуном од аргона)

d=(4+12+4) mm, без застора

Врата према**негрејаном простору (УВ1):**Површина склопа: 27,68 m²**U=1,5 W/(m²K)**

Сигурносна метална врата

термички изолована

Зид према негрејаном**степенишном простору (У31):**Површина склопа: 59,85 m²**U=0,62 W/(m²K)**

Продужни кречни малтер 1,5 cm

Армирани бетон 19 cm

Грађевински лепак 0,5 cm

Сиропор (30 kg/m³) 5 cm

Грађевински лепак 0,5 cm

Минерални фасадни малтер 1 cm

Зид према негрејаном**степенишном простору (У32):**Површина склопа: 25,14 m²**U=0,54 W/(m²K)**

Продужни кречни малтер	1,5 cm
Гитер блок	19 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Сиропор (30 kg/m ³)	5 cm
Грађевински лепак	0,5 cm
Минерални фасадни малтер	1 cm

Међуспратна конструкција**испод негрејаног простора (ТТ1):**Површина склопа: 136,23 m²**U=0,38 W/(m²K)**

Цементни естрих	5 cm
ПЕ фолија	
Камена минерална вуна (115 kg/m ³)	8 cm
ПЕ фолија	
ТМ таваница	20 cm
Продужни кречни малтер	1,5 cm

Међуспратна конструкција**изнад негрејаног простора (МК1):**Површина склопа: 65,12 m²**U=0,56 W/(m²K)**

Ламинат на филцу	1 cm
Цементни естрих	5 cm
ПЕ фолија	
Сиропор (30 kg/m ³)	2 cm
ТМ таваница	20 cm
Плоче од дрвене вуне	5 cm
Продужни кречни малтер	1,5 cm

Међуспратна конструкција**изнад негрејаног простора****(МК2):**Површина склопа: 21,51 m²**U=0,59 W/(m²K)**

Керамичке плочице на лепку	1,8 cm
Цементни естрих	5 cm
ПЕ фолија	
Сиропор (30 kg/m ³)	2 cm
ТМ таваница	20 cm
Плоче од дрвене вуне	5 cm
Продужни кречни малтер	1,5 cm

ПРИЛОГ 4:



Упоредни приказ материјализације позиција термичког омотача Базичног Модела М1-Б и Унапређених Модела М1-У1; М1-У2, М1-У3 и М1-У4

Базични Модел М1-Б	Унапређени Модел М1-	У1	У2	У3	У4
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у cm)			
Спољни зид (СЗ1): Продужни кречни малтер 2 cm Гитер блок 25 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиропор (30 kg/m³) 8 cm Силиконски фасадни малтер 1 cm	YTONG термоблок Стиропор (30 kg/m³)	30 8	30 10	37,5 12	37,5 15
Дилатациони зид (ДЗ1): Продужни кречни малтер 2 cm Гитер блок 25 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиропор (30 kg/m³) 6 cm	YTONG термоблок Стиропор (30 kg/m³)	30 8	30 10	37,5 12	37,5 15
Кос кров изнад грејаног простора (КК1): Битуменска лепенка 1 cm ОСБ плоча 2,5 cm Ваздушни слој 8 cm Стаклена вуна 20 cm ПЕ фолија ТМ таваница 20 cm Продужни кречни малтер 2 cm	Ваздушни слој Стаклена вуна	8 20	6 22	4 24	2 26
Фасадна столарија (ПР 1): U=1,5 W/(m²K)	U=1 W/(m²K)				
Врата према негрејаном простору (УВ1): U=1,5 W/(m²K)	U=1,5 W/(m²K)				
Зид према негрејаном степенишном простору (УЗ1): Продужни кречни малтер 2 cm Гитер блок 25 cm Стиродур (брушени) 8 cm Цементни малтер 2 cm	YTONG термоблок Стиродур (брушени)	20 4	25 5	30 8	37,5 10
Међуспратна конструкција испод негрејаног простора (МСК1): Цементни естрих 3 cm ПЕ фолија Стаклена вуна (80 kg/m³) 8 cm ПЕ фолија ТМ таваница 20 cm Продужни кречни малтер 1,5 cm	Стиродур (брушени) СтироФерт таваница	20 16+4	22 16+4	24 16+4	26 16+4
Под на тлу (ПНТ1 и ПНТ2): Термоизолација 8 cm $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$ Термоизолација 8 cm $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$	Термоизолација $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$ Термоизолација $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$	8 8	10 10	12 12	15 15

ПРИЛОГ 5:

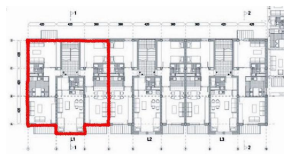


Упоредни приказ материјализације позиција термичког омотача Базичног Модела М2-Б и Унапређених Модела М2-У1, М2-У2, М2-У3 и М2-У4

Базични Модел М2-Б	Унапређени Модел М2-	У1	У2	У3	У4
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у см)			
Спољни зид (Ф31): Продужни кречни малтер 2 см Гитер блок 19 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 10 см Силиконски фасадни малтер 1 см	YTONG термоблок Стиропор (30 kg/m³)	30 8	30 10	37,5 12	37,5 15
Раван кров изнад грејаног простора (РК1): Клинкер плочице 1,2 см Цементни естрих 3 см Битуменска хидроизолација 0,3 см ПЕ фолија Камена вуна (165 kg/m³) 20 см Армирани бетон 10 см Продужни кречни малтер 2 см	Кам. вуна (165 kg/m³)	20	22	25	28
Кос кров изнад грејаног простора (КК1): Битуменска лепенка 1 см ОСБ плоча 2,5 см Ваздушни слој 4 см Камене вуна (165 kg/m³) 24 см ПЕ фолија ТМ таваница 20 см Продужни кречни малтер 2 см	Ваздушни слој Кам. вуна (165 kg/m³)	4 24	4 24	2 26	2 26
Међуспратна конструкција изнад спољног простора (ЕР1): Ламинат на филцу 1,5 см Цементни естрих 5 см Армирани бетон 20 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 12 см Грађевински лепак 0,5 см Продужни кречни малтер 1,5 см	Стиропор (30 kg/m³)	12	12	15	15
Фасадна столарија (ПР 1): U=1,5 W/(m²K)	U=1 W/(m²K)				
Фасадна столарија (КР 1): U=1,5 W/(m²K)	U=1 W/(m²K)				
Врата према негрејаном простору (УВ1): U=1,5 W/(m²K)	U=1,5 W/(m²K)				

Базични Модел М2-Б	Унапређени Модел М2-	У1	У2	У3	У4
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у cm)			
Зид према негрејаном степенишном простору (У31): Продужни кречни малтер 2 cm Армирани бетон 20 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиропор (30 kg/m³) 6 cm Грађевински лепак 0,5 cm Силиконски кречни малтер 1 cm	Стиродур (брушени)	8	10	12	15
Међуспратна конструкција испод негрејаног простора (ТТ1): Стаклена вуна (30 kg/m³) 10 cm ПЕ фолија Гипс-картон плоче 1,25 cm	Стаклена вуна (30 kg/m³)	15	20	25	30
Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора (МК1): Ламинат на филцу 1 cm Цементни естрих 5 cm ПВЦ на филцу 0,5 cm Армирани бетон 14 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиропор (30 kg/m³) 8 cm Грађевински лепак 0,5 cm Силиконски кречни малтер 1,5 cm	Стиропор (30 kg/m³)	10	12	15	15
Под на тлу (ПНТ1): Термоизолација 5 cm $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$	Термоизолација $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$	10	12	15	20

ПРИЛОГ 6:

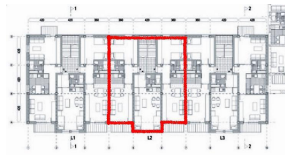


Упоредни приказ материјализације позиција термичког омотача Базичног Модела МЗ-Б и Унапређених Модела МЗ-У1; МЗ-У2, МЗ-У3 и МЗ-У4

Базични Модел МЗ-Б	Унапређени Модел МЗ-	У1	У2	У3	У4
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у см)			
Спољни зид (Ф31): Продужни кречни малтер 2 см Гитер блок 25 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 15 см Силиконски фасадни малтер 1 см	YTONG термоблок Стиропор (30 kg/m³)	30 8	30 10	37,5 12	37,5 15
Спољни зид (Ф32): Продужни кречни малтер 2 см Армирани бетон 25 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 15 см Силиконски фасадни малтер 1 см	YTONG+АБ+YTONG Стиропор (30 kg/m³)	5/20/5 10	5/20/5 10	8/20.5/8 12	8/20.5/8 15
Дилатациони зид (Д31): Продужни кречни малтер 2 см Гитер блок 25 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 12 см	YTONG термоблок Стиропор (30 kg/m³)	30 8	30 10	37,5 12	37,5 15
Дилатациони зид (Д32): Продужни кречни малтер 2 см Армирани бетон 25 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 12 см	YTONG+АБ+YTONG Стиропор (30 kg/m³)	5/20/5 10	5/20/5 10	8/20.5/8 12	8/20.5/8 15
Међуспратна конструкција изнад спољног простора (СК1): Ламинат на филцу 1 см Цементни естрих 2,5 см ПЕ фолија Стиропор (30 kg/m³) 10 см ТМ таваница 20 см Плоче од дрвене вуне 5 см Продужни кречни малтер 1,5см	Стиропор (30 kg/m³) СтироФерт таваница	8 16+4	10 16+4	12 16+4	15 16+4
Фасадна столарија (ПР 1): U=1 W/(m²K)	U=1 W/(m²K)				
Врата према негрејаном простору (УВ1): U=1,5 W/(m²K)	U=1,5 W/(m²K)				
Зид према негрејаном степенишном простору (У31): Продужни кречни малтер 1,5 см Армирани бетон 19 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 8 см Грађевински лепак 0,5 см Минерални фасадни малтер 1 см	Стиропор (30 kg/m³)	8	10	12	15

Базични Модел МЗ-Б	Унапређени Модел МЗ-	У1	У2	У3	У4
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у см)			
Зид према негрејаном степенишном простору (У32): Продужни кречни малтер 1,5 см Гитер блок 19 см Грађевински лепак 0,5 см Стиропор (30 kg/m³) 8 см Грађевински лепак 0,5 см Минерални фасадни малтер 1 см	УТОНГ термоблок Стиродур (брушени)	20 4	25 5	30 8	37,5 10
Међуспратна конструкција испод негрејаног простора (ТТ1): Цементни естрих 5 см ПЕ фолија Кам.мин.вуна (115 kg/m³) 10 см ПЕ фолија ТМ таваница 20 см Продужни кречни малтер 1,5см	Кам.вуна (115 kg/m³) СтирФерт таваница	10 16+4	12 16+4	15 16+4	20 16+4
Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора (МК1): Ламинат на филцу 1 см Цементни естрих 5 см ПЕ фолија Стиропор (30 kg/m³) 8 см ТМ таваница 20 см Плоче од рдвене вуне 5 см Продужни кречни малтер 1,5см	Стиропор (30 kg/m³) СтирФерт таваница	8 16+4	10 16+4	12 16+4	15 16+4
Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора (МК2): Кер. пл. на лепку 1,8см Цементни естрих 5 см ПЕ фолија Стиропор (30 kg/m³) 8 см ТМ таваница 20 см Плоче од рдвене вуне 5 см Продужни кречни малтер 1,5см	Стиропор (30 kg/m³) СтирФерт таваница	8 16+4	10 16+4	12 16+4	15 16+4

ПРИЛОГ 7:



Упоредни приказ материјализације позиција термичког омотача Базичног Модела М4-Б и Унапређених Модела М4-У1 и М4-У2

Базични Модел М4-Б	Унапређени Модел М4-	У1	У2	-	-
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у cm)			
Спољни зид (Ф31): Продужни кречни малтер 2 cm Гитер блок 25 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиродур (брушени) 15 cm Силиконски фасадни малтер 1 cm	YTONG термоблок Стиропор (30 kg/m³)	30 10	37,5 15		
Спољни зид (Ф32): Продужни кречни малтер 2 cm Армирани бетон 25 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиродур (брушени) 15 cm Силиконски фасадни малтер 1 cm	YTONG+АБ+YTONG Стиродур (брушени)	5/20/5 10	8/21,5/8 15		
Дилатациони зид (Д31): Продужни кречни малтер 2 cm Гитер блок 25 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиродур (брушени) 15 cm	YTONG термоблок Стиродур (брушени)	30 10	37,5 15		
Дилатациони зид (Д32): Продужни кречни малтер 2 cm Армирани бетон 25 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиродур (брушени) 15 cm	YTONG+АБ+YTONG Стиродур (брушени)	5/20/5 10	8/21,5/8 15		
Међуспратна конструкција изнад спољног простора (СК1): Ламинат на филцу 1 cm Цементни естрих 5 cm ПЕ фолија Стиродур (брушени) 15 cm ТМ таваница 20 cm Плоче од дрвене вуне 5 cm Продужни кречни малтер 1,5 cm	Стиродур (брушени) СтироФерт таваница	15 16+4	18 16+4		
Фасадна столарија (ПР 1): U=1 W/(m²K)	U=1 W/(m²K)				
Врата према негрејаном простору (УВ1): U=1,5 W/(m²K)	U=1,5 W/(m²K)				
Зид према негрејаном степенишном простору (У31): Продужни кречни малтер 1,5 cm Армирани бетон 19 cm Грађевински лепак 0,5 cm Стиродур (брушени) 15 cm Грађевински лепак 0,5 cm Минерални фасадни малтер 1 cm	Стиродур (брушени)	15	18		

Базични Модел М4-Б	Унапређени Модел М4-	У1	У2	-	-
Материјализација позиције	Термоизолација	(дебљина слоја у см)			
Зид према негрејаном степенишном простору (У32): Продужни кречни малтер 1,5 см Гитер блок 19 см Грађевински лепак 0,5 см Стиродур (брушени) 15 см Грађевински лепак 0,5 см Минерални фасадни малтер 1 см	YTONG термоблок Стиродур (брушени)	30 10	37,5 15		
Међуспратна конструкција испод негрејаног простора (ТТ1): Цементни естрих 5 см ПЕ фолија Стиродур (брушени) 15 см ПЕ фолија ТМ таваница 20 см Продужни кречни малтер 1,5 см	Стиродур (брушени) СтирФерт таваница	10 16+4	20 16+4		
Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора (МК1): Ламинат на филцу 1 см Цементни естрих 5 см ПЕ фолија ТМ таваница 20 см Стиродур (брушени) 25 см Продужни кречни малтер 1,5 см	СтирФерт таваница Стиродур (брушени)	16+4 22	16+4 25		
Међуспратна конструкција изнад негрејаног простора (МК2): Кер. пл. на лепку 1,8 см Цементни естрих 5 см ПЕ фолија ТМ таваница 20 см Стиродур (брушени) 25 см Продужни кречни малтер 1,5 см	СтирФерт таваница Стиродур (брушени)	16+4 22	16+4 25		

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Урош Весић рођен је у Београду 1976. године. Основну школу и гимназију завршава у Београду. Архитектонски факултет Универзитета у Београду уписује 1995. године. Током студија учествује на више студентских и професионалних конкурса и изложби радова. Дипломски рад на тему “ПРОЈЕКАТ ЗГРАДЕ БЕОГРАДСКЕ ОПЕРЕ И БАЛЕТА НА ТЕРАЗИЈСКОЈ ТЕРАСИ“ код ментора Академика Проф. др Милана Лојанице одбранио је 24.05.2003. године са оценом 10. Током студија остварује просек оцена 8,40. Докторске академске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду уписује 2005. године, где завршава своје обавезе на наставним предметима са просечном оценом 10.

Своју професионалну каријеру започиње 2004. године као приправник у архитектонско-грађевинској фирми ИНЖЕЊЕРИНГПРОМЕТ д.о.о. где бива ангажован на пословима пројектовања и надзора. Године 2006. завршава приправнички стаж и полаже стручни испит. Каријеру 2007. године наставља у предузећу ИНЖЕЊЕРИНГ ПЛУС ПРОЈЕКТ д.о.о. у својству архитекте сарадника. Постаје члан Инжењерске коморе Србије 2008. године када стиче пројектантску лиценцу.

У периоду 2006-2008. учествује као сарадник у настави на Архитектонском факултету Универзитета у Београду у оквиру предмета Архитектонске конструкције 2 и 3, Студио пројекат 2 и Студио пројекат на Мастер студијама. У том периоду учествује на архитектонско-урбанистичким конкурсима у земљи и иностранству, као и у бројним ауторским пројектима ентеријера. Од 01.02.2008. године запослен је на Архитектонском факултету Универзитета у Београду као асистент на Департману за архитектонске технологије. У периоду 2008-2009. године учествује у научно-истраживачком пројекту технолошког развоја. Школске 2009/2010. године ангажован је као сарадник на предмету Зградарство, на Грађевинском факултету Универзитета у Београду. Током 2013. године завршава обуку из области енергетске ефикасности зграда коју организује Инжењерска комора Србије и стиче лиценцу Одговорног инжењера за енергетску ефикасност зграда.

Урош Весић живи и ради у Београду, ожењен је и има троје деце.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а

Урош Д. Весић

број индекса

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ
ОБЈЕКТА СОЦИЈАЛНОГ СТАНОВАЊА У СРБИЈИ**

- 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 докторанта

У Београду, _____

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____

Број индекса _____

Студијски програм _____

Наслов рада _____

Ментор _____

Потписани _____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао 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 докторанта

У Београду, _____

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈЕ
ОБЈЕКТА СОЦИЈАЛНОГ СТАНОВАЊА У СРБИЈИ**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао 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.

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

Потпис докторанта

У Београду, _____

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, 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 умножавање, 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 умножавање, 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 умножавање, 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 умножавање, 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 умножавање, 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.